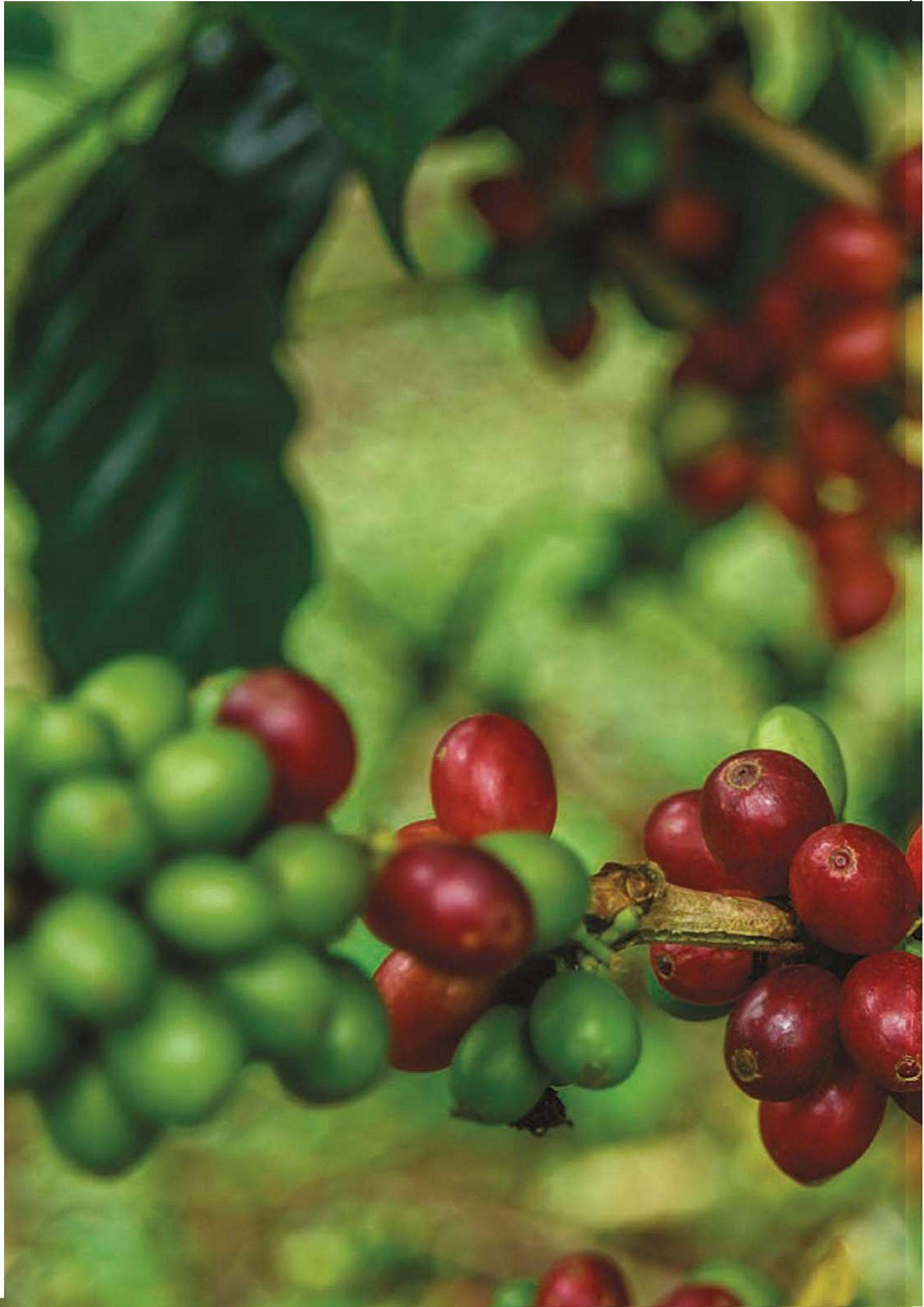


CAFÉ 2.0

MANUAL DE CAFICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE



Solidaridad



CAFÉ 2.0

MANUAL DE CAFICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE

Solidaridad



Norad



PALABRAS PRELIMINARES DE SOLIDARIDAD

El Perú es un país de bosques, con un alto potencial de mitigación del cambio climático, pero también presenta una alta vulnerabilidad frente a este fenómeno global. En este nuevo contexto, el café - nuestro principal producto agrario de exportación, que involucra directamente a más del 30% de la población de la Amazonía peruana - enfrenta un escenario de especial desafío.

En SOLIDARIDAD creemos firmemente que resulta fundamental continuar construyendo la competitividad y sostenibilidad de la cadena productiva del café para el bienestar de las familias cafetaleras, el desarrollo de la economía nacional y la conservación de los bosques peruanos, que son un activo clave de la nación frente a los retos de mitigación y adaptación al cambio climático.

Desde su fundación en 1969, SOLIDARIDAD basa su trabajo en la innovación y en la creación de mecanismos que agilicen la transición hacia una economía sostenible e inclusiva. Entre sus hitos destacan la creación del sello Max Havelaar, el primer estándar voluntario de sostenibilidad a nivel mundial, la co-creación de los mundialmente conocidos sellos Fairtrade, UTZ, Made by y entre otras iniciativas como la co-fundación de mesas redondas para el sector de aceite de palma (RSPO), algodón (BCI), soya (RTRS), caña de azúcar (Bonsucro) y ganadería (GRSB).

Este documento es complementario a otras tres publicaciones: una publicación principal llamada Café 2.0: Climáticamente Inteligente que expone la situación del sector en el Perú y dos guías técnicas para el productor: “Forestería en las fincas cafetaleras con baja emisión de carbono” y “Silvopasturas en las fincas cafetaleras con baja emisión de carbono”.

Estas publicaciones registran y presentan aportes desde la experiencia de SOLIDARIDAD en Perú desde hace más de una década, especialmente la catalizada a través de la ejecución del proyecto “Caficultura, carbono y conocimiento para REDD+” (2013-2016), respaldado por NORAD.

Cadenas de suministro con las que trabaja Solidaridad



Solidaridad

Café 2.0

Manual de caficultura climáticamente inteligente

Solidaridad South America

Oficina Lima: Av. Roosevelt 5866- Miraflores

Autores:

Nelly Cabrera

Stephanie Galluser

Benjamín Kroll

Ezio Varese

Fredegundo Zurita

Revisión de contenidos:

Validación e información técnico-científica:

María Baca

Valentina Robiglio

Marta Suber

(Centro Internacional de Investigación Agroforestal – ICRAF)

Respaldado por:



Validación técnico-científica:



RESEARCH
PROGRAM ON
Forests, Trees and
Agroforestry

Con el apoyo de:



Coordinación editorial: Diana Wu

Edición y corrección de estilo: Alejandra Visscher

Diagramación: Ricardo Londoña

Fotografía: Michell León

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2017-01339

1ra edición, febrero de 2017

Cantidad de tiraje: 200 ejemplares

Impresión en Tarea Asociación Gráfica Educativa. Psje María Auxiliadora 156, Lima 5, Perú

© Solidaridad y NORAD, 2017. Todos los derechos reservados. El contenido de esta publicación podrá ser reproducido si se obtiene permiso de las organizaciones y la fuente es reconocida.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	15
PRÓLOGO	19
PRESENTACIÓN	25
INTRODUCCIÓN	29
1 REFERENCIAS BÁSICAS	35
1.1 EL CULTIVO DE CAFÉ	35
1.1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL CAFÉ	35
1.1.2 REQUERIMIENTOS MEDIOAMBIENTALES DEL CAFÉ	35
1.2 SISTEMAS AGROFORESTALES CON CAFÉ	37
2 CONCEPTOS	41
2.1 EL CLIMA	41
2.2 VARIABILIDAD CLIMÁTICA	41
2.3 LA ATMÓSFERA	41
2.4 EL EFECTO INVERNADERO	43
2.5 EL CAMBIO CLIMÁTICO	44
2.5.1 EMISIONES DE GEI DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN PERÚ	46
2.6 VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO	46
2.7 ENFOQUE DE AGRICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE	47
2.7.1 PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD	47
2.7.2 ADAPTACIÓN	48
2.7.3 MITIGACIÓN	49
2.7.4 RESILIENCIA	49
2.8 PAISAJE	50

3	EL CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN SAN MARTÍN	53
3.1	LA REGIÓN SAN MARTÍN	53
3.2	CAMBIO CLIMÁTICO Y PROYECCIONES DE IMPACTO EN EL CULTIVO DE CAFÉ EN LA REGIÓN SAN MARTÍN	56
4	ENFOQUE DE PAISAJE EN EL MARCO NORMATIVO DE PERÚ	61
4.1	PLANIFICACIÓN TERRITORIAL	61
4.2	IMPLICACIONES POR LAS INTERVENCIONES ACI A NIVEL DE PRODUCTOR	64
4.2.1	TENENCIA DE LA TIERRA	64
4.2.2	CONDICIÓN DEL USO DE LA TIERRA	64
4.2.3	CAMBIO DE USO DE SUELO	65
4.2.4	CONDICIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS VECINOS Y DE LA COMUNIDAD	65
5	ACTIVIDADES Y PRÁCTICAS CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTES	67
5.1	ACTIVIDADES DE DIAGNÓSTICO Y PLANIFICACIÓN PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS CON CAFÉ	68
5.1.1	ETAPA DE DIAGNÓSTICO 1: PARA CAFETALES NUEVOS	68
5.1.2	ETAPA DE DIAGNÓSTICO 2: PARA RENOVACIÓN DE CAFETALES O REDISEÑO DE SISTEMAS DE UNA PARCELA O FINCA EN PRODUCCIÓN	71
5.1.3	ETAPA DE PLANIFICACIÓN	71
5.2	PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA LA INSTALACIÓN Y MANEJO DEL SISTEMA DE CAFÉ	72
5.2.1	SELECCIÓN DE LAS SEMILLAS	73
5.2.2	GERMINADORES Y VIVEROS	74
5.2.3	INSTALACIÓN DE PLANTAS DE CAFÉ EN CAMPO DEFINITIVO	77
5.2.4	RENOVACIÓN DE CAFETALES	80
5.2.5	ABONAMIENTO	80
5.2.6	MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES (MIPE)	88
5.2.7	MANEJO DE MALEZAS	94
5.2.8	PODA DEL CAFETO	95

5.2.9	MANEJO DE LA SOMBRA	103
5.2.10	MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS	108
5.2.11	MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA Y DEL SUELO	111
5.2.12	COSECHA SELECTIVA	113
5.3	PRÁCTICAS DE MANEJO POSCOSECHA	114
5.3.1	EL BUEN BENEFICIO ASEGURA Y CONSERVA LA CALIDAD DEL CAFÉ	114
5.3.2	PROCESO DE BENEFICIO HÚMEDO	116

6 ALMACENAMIENTO DEL CAFÉ **129**

7 TRANSPORTE DEL GRANO CUIDANDO LA CALIDAD E INOCUIDAD **131**

8 METODOLOGÍAS Y CALCULADORAS **137**

8.1	COOL FARM TOOL (CFT)	138
8.2	METODOLOGÍAS	144

GLOSARIO **149**

BIBLIOGRAFÍA **159**

ANEXOS **167**

ANEXO 1.	NORMAS LEGALES RELACIONADAS CON LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL	167
ANEXO 2.	GRUPOS DE TIERRAS SEGÚN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS SUELOS (CUM)	169
ANEXO 3.	CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN FORESTAL	170
ANEXO 4.	PRÁCTICAS CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTES A NIVEL DE PARCELA Y/O FINCA, SEGÚN LA PERCEPCIÓN DE PRODUCTORES Y TÉCNICOS DE LA REGIÓN SAN MARTÍN	172
ANEXO 5.	PRÁCTICAS CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTES, INCENTIVOS Y BARRERAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN POR PARCELA Y FINCA, SEGÚN LA PERCEPCIÓN DE PRODUCTORES Y TÉCNICOS DE LA REGIÓN SAN MARTÍN	174
ANEXO 6.	FERTILIZANTES Y RESPECTIVA LEY DE NUTRIENTES	175
ANEXO 7.	LISTA DE PRODUCTORES DONDE SE REALIZÓ LAS MEDICIONES DE LÍNEA BASE Y CIERRE PARA LA HERRAMIENTA CFT Y EVALUAR EL BALANCE DE CO ₂ -EQ	176

FIGURAS

FIGURA 1.	ENFOQUE DE ACI, PARCELA DE CAFÉ, FINCA Y PAISAJE	27
FIGURA 2.	SISTEMAS AGROFORESTALES CON CAFÉ	38
FIGURA 3A.	FACTORES DEL CLIMA	41
FIGURA 3B.	VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN ALAO, SAN MARTÍN(1973-2007)	41
FIGURA 4.	LA ATMÓSFERA TERRESTRE	41
FIGURA 5.	LA ATMÓSFERA Y SU INTERACCIÓN CON OTROS SISTEMAS	42
FIGURA 6.	MADERA CORTADA PARA LEÑA (COCINA DEL HOGAR)	43
FIGURA 7.	SISTEMA AGROFORESTAL CON CAFÉ	43
FIGURA 8.	EFFECTO INVERNADERO EN LA TIERRA	44
FIGURA 9.	DISTRIBUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI POR CATEGORÍAS (100%)	46
FIGURA 10.	PAISAJE O MOSAICO TERRITORIAL	50
FIGURA 11.	UBICACIÓN DE LA REGIÓN SAN MARTÍN, CATEGORÍAS DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y ÁMBITO DEL PROYECTO CCC	55
FIGURA 12.	SISTEMAS DE CAFÉ	68
FIGURA 13.	CONTRIBUCIÓN DEL DIAGNÓSTICO EN ACI	69
FIGURA 14.	RECURSOS QUE REQUIEREN LAS FAMILIAS PARA CULTIVAR CAFÉ	70
FIGURA 15.	CONTRIBUCIÓN DE LA PLANIFICACIÓN EN ACI	71
FIGURA 16.	CONTRIBUCIÓN DE LA SELECCIÓN DE SEMILLAS EN ACI	73
FIGURA 17.	SELECCIÓN DE PLANTAS Y GRANOS PARA SEMILLA	73
FIGURA 18.	CONTRIBUCIÓN DE LOS GERMINADORES Y VIVEROS EN ACI	74
FIGURA 19.	GERMINADERO DE CAFÉ	75
FIGURA 21.	INSTALACIÓN DE GERMINADORES	75
FIGURA 20.	ALMÁCIGO DE CAFÉ EN ESTADO DE FOSFORITO Y MARIPOSA	75
FIGURA 22.	VIVERO DE CAFÉ	76
FIGURA 23.	CONTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE PLANTAS EN CAMPO DEFINITIVO PARA ACI	77
FIGURA 24.	DISEÑO Y ESTABLECIMIENTO DEL CAFETAL	78
FIGURA 26.	CONTRIBUCIÓN DEL ABONAMIENTO EN ACI	80
FIGURA 25.	CONTRIBUCIÓN DE LA RENOVACIÓN EN ACI	80
FIGURA 27.	CAMBIOS EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN LUEGO DEL ABONAMIENTO	81
FIGURA 28.	FORMA DE ABONAMIENTO EN SUELO PLANO	81

FIGURA 29.	FORMA DE CORREGIR EL PH DEL SUELO CON APLICACIÓN DE ROCA FOSFÓRICA	82
FIGURA 30.	PROYECCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE UN CAFETAL Y SU EFECTO POR EL USO CORRECTO Y OPORTUNO DEL ABONAMIENTO	83
FIGURA 31.	DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE DE LAS DOSIS DE ABONAMIENTO PARA CERTIFICACIÓN ORGÁNICA PARA PLANTAS DE CAFÉ REHABILITADA CON PODA SISTEMÁTICA ALTA (PSA)	84
FIGURA 32.	DISTRIBUCIÓN DE LOS PORCENTAJES DE ABONO ORGÁNICO PARA PLANTAS DE CAFÉ REHABILITADAS	85
FIGURA 33.	DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE DE LAS DOSIS DE ABONAMIENTO PARA ESTÁNDARES DE CERTIFICACIÓN SOSTENIBLE PARA PLANTAS DE CAFÉ REHABILITADAS	86
FIGURA 34.	DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE DE LAS DOSIS DE ABONAMIENTO PARA ESTÁNDARES DE CERTIFICACIÓN SOSTENIBLE PARA PLANTAS DE CAFÉ REHABILITADAS	88
FIGURA 35.	CONTRIBUCIÓN DEL MIPE EN ACI	89
FIGURA 36.	PLAGAS PRINCIPALES PARA UN PLAN DE MIPE	89
FIGURA 37.	PUNTOS DE MUESTREO PARA EVALUACIÓN DE DAÑOS DE LA BROCA	92
FIGURA 38.	GRANO DE CAFÉ CON DAÑOS POR LARVAS DE BROCA Y HOJAS CON DAÑOS DE ROYA	93
FIGURA 39.	CONTRIBUCIÓN DEL MANEJO DE MALEZAS EN ACI	94
FIGURA 40.	MODALIDADES DE CONTROL DE MALEZAS	94
FIGURA 41.	CONTRIBUCIÓN DE LA PODA DEL CAFETO EN ACI	95
FIGURA 42.	PLANTAS DE CAFÉ QUE REQUIEREN PODA PARA SU REHABILITACIÓN	96
FIGURA 43.	PLANTA DE CAFETO QUE HA SIDO REHABILITADA BAJO EL SISTEMA DE PSA	96
FIGURA 44.	PASOS PARA LA REHABILITACIÓN DE CAFÉ APLICANDO PSA	97
FIGURA 45.	PSA EN CAFETOS POR HILERAS	99
FIGURA 46.	PSA EN CAFETOS POR LOTES O BLOQUES	100
FIGURA 47.	SELECCIÓN DE BROTES A TRAVÉS DE LA PRÁCTICA DEL DESCHUPONADO	102
FIGURA 48.	CONTRIBUCIÓN DEL MANEJO DE LA SOMBRA EN EL SISTEMA DE CAFÉ	103
FIGURA 49.	MODELOS DE ARQUITECTURA DE ÁRBOLES	105
FIGURA 50.	MANEJO DE SOMBRA DEL CAFETAL CON PODA DE RAMAS DE LAS ESPECIES ARBÓREAS	106
FIGURA 51.	CONTRIBUCIÓN DEL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS EN CCI	108
FIGURA 52.	PLANTACIONES DE CAFÉ CON ÁRBOLES MADERABLES A CURVAS DE NIVEL Y DIVERSAS PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS	110

FIGURA 53.	CONTRIBUCIÓN DEL MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA EN ACI	111
FIGURA 54.	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS MIELES	112
FIGURA 55.	CONTRIBUCIÓN DE LA COSECHA SELECTIVA EN CCI	113
FIGURA 57.	CONTRIBUCIONES DEL MANEJO POSCOSECHA EN CCI	114
FIGURA 56.	COSECHA SELECTIVA DE CAFÉ	114
FIGURA 58.	CERZOS COSECHADOS DEBEN SER BENEFICIADOS EL MISMO DÍA	115
FIGURA 59.	PROCESO DE BENEFICIO HÚMEDO DEL CAFÉ	117
FIGURA 60.	INSTALACIONES DE BENEFICIO HÚMEDO	118
FIGURA 61.	AMBIENTE PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS	119
FIGURA 62.	LAVADO DEL CAFÉ	120
FIGURA 63.	SECADO DE CAFÉ EN SECADOR SOLAR CON PISO DE MANTA	122
FIGURA 64.	CAFÉ PERGAMINO	123
FIGURA 65.	RECICLAJE DE ENVASES VACÍOS DE PESTICIDAS	125
FIGURA 66.	RECOMENDACIONES PARA EL TRATAMIENTO DE LOS ENVASES Y LA PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS	125
FIGURA 67.	CONTRIBUCIONES DEL ALMACENAMIENTO DE CAFÉ EN LA CCI	129
FIGURA 68.	CONTRIBUCIONES DEL TRANSPORTE DE LOS GRANOS DE CAFÉ EN LA CCI	131
FIGURA 69.	PARCELA DE MUESTREO PARA LA MEDICIÓN DE CO ₂ -EQ	145

TABLAS

TABLA 1.	PARÁMETROS PARA LAS ZONAS DE VIDA DE UN CAFETAL	36
TABLA 2.	PROPUESTAS DE ABONAMIENTO BAJO UNA DE CERTIFICACIÓN ORGÁNICA PARA SISTEMAS DE CAFÉ DE 2 A 5 AÑOS	83
TABLA 3.	PROPUESTAS DE ABONAMIENTO PARA LA CERTIFICACIÓN ORGÁNICA PARA PLANTAS DE CAFÉ REHABILITADAS	84
TABLA 4.	PROPUESTAS DE ABONAMIENTO PARA ESTÁNDARES DE CERTIFICACIÓN SOSTENIBLE PARA SISTEMAS DE CAFÉ DE 2 A 5 AÑOS	86
TABLA 5.	PROPUESTAS DE ABONAMIENTO PARA ESTÁNDARES DE CERTIFICACIÓN SOSTENIBLE CON PLANTAS REHABILITADAS	87
TABLA 6.	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	121
TABLA 7.	INDICADORES DE CALIDAD FÍSICA DEL CAFÉ	123
TABLA 8.	RESUMEN DE PRÁCTICAS Y ACTIVIDADES QUE CONTRIBUYEN EN UNA CAFICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE A NIVEL DE PAISAJE, FINCA Y PARCELA DE CAFÉ	133
TABLA 9.	VALORES Y FUENTES DECLARADAS EN LA LÍNEA BASE DEL PROYECTO CCC	141
TABLA 10.	KILOGRAMOS DE CO ₂ -EQ EN LA LÍNEA BASE DEL PROYECTO CCC (2014)	142
TABLA 11.	KILOGRAMOS DE CO ₂ -EQ SECUESTRADO POR EFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE CCI EN EL ÁMBITO DEL PROYECTO CCC	143



AGRADECIMIENTOS

Solidaridad, a través de su programa de café y cacao en el Perú como ejecutor del proyecto “Caficultura, carbono y conocimiento para REDD+ en el Perú” (Proyecto CCC), tiene el agrado de expresar un especial agradecimiento a la Agencia Noruega de Cooperación para el Desarrollo (NORAD) por el apoyo financiero brindado para la ejecución de este proyecto.

Agradecemos, del mismo modo, a las organizaciones de pequeños productores y organizaciones empresariales e institucionales públicas y privadas como: Cooperativa Agraria Aproeco (APROECO), Asociación de Productores de Café Frutos de la Selva (AFRUSEL), Cooperativa Agraria y de Servicios El Dorado (CAS El Dorado), Cooperativa de Servicios Múltiples Capema (CAPEMA), Cooperativa de Servicios Múltiples Frutos de la Selva (Frutos de la Selva), Cuencas del Huallaga Asociación de Productores Agropecuarios (Cuencas del Huallaga), Cooperativa Agraria de Servicios Múltiples Café Doncel (Café Doncel), Asociación Valle Grande (Valle Grande), Asociación Local de Productores Ecológicos Villa Hermosa – Banquitos (Villa Hermosa), Cooperativa Agroindustrial Cafetalera San Martín Coffe Ltda. (COPAGROIN), Cooperativa Agraria de Productores de la Margen Izquierda del Río Mayo Ltda. (CAPOMIR), Cooperativa Agraria Cafetalera Alto Mayo (ex Centro Empresarial de Desarrollo Rural Sostenible de Café SAC–Cedros Café), Asociación de Productores Agro Ecológicos Zapatero San José de Sisa (APAEZAS), Asociación de Productores de Cordillera Andina (Cordillera Andina) y Procesadora del Sur S.A. (PRODELSUR). Estas organizaciones participaron de diversa manera durante toda la ejecución del proyecto y, día a día, fueron adquiriendo conocimientos e implementando las prácticas de Caficultura Climáticamente Inteligente (CCI) en sus fincas para la mejora progresiva de su sistema productivo, su entorno, el medioambiente, la calidad de vida de sus familias y de todas las personas que viven en la región San Martín. De esta manera, se contribuyó a generar un piloto de sostenibilidad en el sector cafetalero peruano.

Igualmente, extendemos un reconocimiento muy especial al Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF) y a la Ing. Angela Diaz Montoya por su aportes y conocimientos, y al equipo de especialistas, así como al staff técnico y administrativo de Solidaridad, y a todos los socios y aliados que conforman el Proyecto CCC por el trabajo de complementación y adaptación de esta publicación, aportando con sus conocimientos y experiencias en los temas planteados.

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS

ACI	Agricultura Climáticamente Inteligente
ANACAFE	Asociación Nacional del Café (Guatemala)
ANP	Área Natural Protegida
ARA	Autoridad Regional Ambiental
BPA	Buenas Prácticas Agrícolas
CCI	Caficultura Climáticamente Inteligente
CFT	Cool Farm Tool, herramienta para la medición de emisiones de GEI y capturas de carbono
CENICAFE	Centro Nacional de Investigaciones del Café (Colombia)
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COP 21	Conferencia de las Partes N° 21 de la CMNUCC
CSA	Climate Smart Agriculture (por sus siglas en inglés) Agricultura Climáticamente Inteligente (ACI) en el presente documento
CSE	Compensación por Servicios Ecosistémicos
CUM	Capacidad de Uso Mayor de los suelos
DAP	Diámetro a la Altura del Pecho (1,30 m del suelo)
DQO	Demanda Química de Oxígeno
DRASAM	Dirección Regional de Agricultura San Martín
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FNC	Federación Nacional de Cafeteros (Colombia)
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIZ	Cooperación Alemana al Desarrollo
GORESAM	Gobierno Regional de San Martín
INIA	Instituto Nacional de Innovación Agraria
ICAFFE	Instituto del Café de Costa Rica
ICRAF	Centro Internacional de Investigación Agroforestal

IHCAFE	Instituto Hondureño del Café
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MINAGRI	Ministerio de Agricultura y Riego
MINAM	Ministerio del Ambiente
MIPE	Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades
MTRC	Mesa Técnica Regional de Café
NORAD	Agencia Noruega de Cooperación para el Desarrollo
ONG	Organización No Gubernamental
PE	Punto de Equilibrio
pH	Unidad de medida de la acidez del suelo
PIB	Producto Interno Bruto
POA	Plan Operativo Anual
PNCBMCC	Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático
Proyecto CCC	Proyecto Caficultura, Carbono y Conocimiento para REDD en Perú
PSA	Poda Sistemática Alta
PSE	Pago por Servicios Ecosistémicos
RASM	Red Agroforestal de San Martín
REDD+	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de bosques que incluye conservación, manejo forestal sostenible y mejora de los stocks de carbono forestal
RSE	Retribución por Servicios Ecosistémicos
SAF	Sistema Agroforestal
SAT	Sistema de Alerta Temprana
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad Agraria
SERFOR	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
UCBE	Unidad Compacta de Beneficio Ecológico
USCUSS	Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura
ZEE	Zonificación Ecológica y Económica
ZF	Zonificación Forestal
ZoCRE	Zonas de Conservación y Recuperación de Ecosistemas



PRÓLOGO

¿Por qué un manual de Caficultura Climáticamente Inteligente? Cuando Solidaridad nos propuso prologar este documento, no dudamos en hacerlo, toda vez que luego de revisarlo encontramos información muy útil como material de referencia y de consulta para alinear, orientar y brindar insumos para las nuevas formas, estrategias o enfoques de la caficultura de San Martín en un contexto de cambio climático.

Asimismo, también vimos en el manual un referente para desarrollar otros sistemas productivos agrícolas usando este mismo enfoque en el marco de la agricultura climáticamente inteligente, el cual es promovido por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés).

En las últimas tres décadas el tema de cambio climático es parte importante de la agenda de los gobiernos, así como del público en general. Las evidencias sobre los impactos en los diferentes sectores productivos es un hecho inobjetable, lo que está obligando a los gobiernos a implementar estrategias y acciones concretas para adaptarse y/o mitigar sus efectos, en un proceso que requiere de la participación de los diferentes sectores de la sociedad. En este contexto, es preocupante e imperativo implementar buenas prácticas agrícolas para menguar o reducir los efectos de este fenómeno en la caficultura, cultivo que ha sido seriamente afectado, cuyo daño podría incrementarse aún más si no se toman medidas inmediatas.

La caficultura es una actividad productiva de alta importancia para San Martín y otras regiones del

país. Por su relevancia económica está considerada entre los primeros productos agrícolas de la región. El año 2014 ocupó el primer puesto en volumen de café producido a nivel nacional, sitio que se ha logrado por el incremento de la superficie cultivada, así como por un relativo aumento de la productividad por unidad de superficie (12 qq/ha), la cual es todavía baja para ser visto como un cultivo competitivo. El café está considerado como una de las principales cadenas de valor promovidas por el Gobierno Regional de San Martín (GORESAM).

Este sistema productivo ocupa a muchas familias; donde la mayoría son pequeños productores (con un promedio de 2,7 hectáreas en la región San Martín) y un buen porcentaje son migrantes, principalmente de las regiones de Cajamarca y Amazonas, quienes en los últimos años se asentaron en San Martín por las buenas condiciones de acceso y por las decrecientes condiciones de vida en sus regiones de origen.

En San Martín el café se cultiva en altitudes superiores a los 700 msnm, pudiendo llegar hasta los 1.800 msnm o más. La mayor parte se siembra sobre suelos de fisiografía montañosa donde la pendiente por lo general supera el 100%, lo cual es un factor clave a tenerse en cuenta en el manejo de este cultivo.

Al situarse en tierras altas, los cafetales por lo general están en la frontera agrícola y se considera un cultivo que va desplazando bosques primarios, convirtiéndose en uno de los principales agentes que contribuyen a la deforestación a nivel nacional con 378.622 ha (25,4% del total de



los cultivos de mayor impacto) (MINAM – Comisión Multisectorial Temporal, 2015), en desmedro de tierras de alta montaña (algunas incluso dentro de áreas naturales protegidas) y cabeceras de cuencas, sitios que requieren manejo especial para la conservación de importantes servicios ecosistémicos como el agua, y por lo que contienen hábitats que albergan importantes especies de flora y fauna, varias de ellas consideradas endémicas. San Martín es vista como la región con mayor tasa de deforestación a nivel nacional (MINAM – Comisión Multisectorial Temporal, 2015) y si bien los esfuerzos del GORESAM están logrando disminuir esta tasa, todavía es necesario incrementar las acciones que contribuyan a reducir la tala y conservar los bosques remanentes.

Las características de los suelos de San Martín y sus peculiares recursos naturales renovables, en especial su biodiversidad, han motivado al GORESAM a generar una serie de instrumentos de gestión de su territorio, lo cual, a partir de su Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) y diversas estrategias de conservación en progresiva elaboración e implementación, están permitiendo organizar mejor la ocupación territorial y promover una mejor gestión de los recursos naturales renovables, como base para el desarrollo regional.

Si bien un buen porcentaje del territorio de San Martín está calificado para conservación (65%), en la práctica gran parte de las actividades productivas se realizan fuera de la vocación agronómica de las especies agrícolas, es decir, hay una fuerte distorsión de uso de los suelos, lo que progresivamente puede generar conflictos sociales en el marco de tan anhelado proceso de ordenamiento del territorio. No obstante, la realidad nos muestra una situación de uso de la tierra a la que no hay que darle la espalda: es un hecho que grandes superficies de San Martín, y de

la Amazonía alta en general, están ocupadas por cultivos que no necesariamente respetan la vocación agronómica de los suelos. Ante esta realidad, hay que buscar las mejores opciones de uso de la tierra.

En ese sentido, se desprende de este manual que las buenas prácticas agrícolas bajo el enfoque de Caficultura Climáticamente Inteligente se convierten en una opción de desarrollo pues, además de las consideraciones técnicas de campo para hacer frente a los impactos del cambio climático, el enfoque promueve que las buenas prácticas contribuyan a mejorar la productividad y calidad del café lo que, aunado a coyunturas de buenos precios, puede mejorar significativamente los ingresos de las familias que se dedican a la caficultura.

Asimismo, la Caficultura Climáticamente Inteligente promueve una activa participación de los actores públicos y privados, la cual se orienta a generar las mejores condiciones institucionales, legales, administrativas, sociales, financieras, organizacionales, etc., a efectos de que el sector agrícola, en este caso el cafetalero, se convierta en un medio productivo sostenible.

Para finalizar, el GORESAM suscribe el contenido del presente manual toda vez que aporta insumos que se alinean a la política regional de desarrollo agrario, a sus instrumentos de gestión territorial y de conservación de recursos naturales renovables, a las estrategias nacionales de cambio climático, así como a los compromisos asumidos por el Estado peruano en el marco de la Convención Marco del Cambio Climático suscrita en la COP 21.

ING. JOSÉ REÁTEGUI VEGA

DIRECCIÓN REGIONAL DE AGRICULTURA
GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTÍN







PRESENTACIÓN

PRESENTACIÓN

El programa de café y cacao de Solidaridad, a través de su proyecto “Caficultura, conocimiento y carbono para REDD+ en el Perú” (Proyecto CCC) tiene como finalidad contribuir a mejorar la competitividad y la sostenibilidad del sector cafetalero en el Perú. De manera específica busca mejorar la producción y calidad del café, contribuir al acceso de los agricultores a mercados nuevos y rentables, y fortalecer el nivel de capacidad técnica y de gestión de las instituciones peruanas que trabajan en el campo del café.

De esta manera, el proyecto CCC promueve la producción de un café sostenible, productivo y con bajas emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que favorecen el cuidado del medioambiente, benefician la salud de las familias cafetaleras y de su entorno. Esta forma de producción sostenible y en armonía con el medioambiente se convierte en una oportunidad para que los productores y organizaciones puedan ingresar al mercado en crecimiento mediante los mecanismos denominados Pago por Servicios Ambientales, Compensación por Servicios Ecosistémicos (CSE) o Retribución por Servicios Ecosistémicos (RSE).

En Perú, el Proyecto CCC está dirigido a pequeños agricultores y organizaciones de productores de café en la región San Martín que habitan en las provincias de San Martín, Rioja, Moyobamba, El Dorado y Saposoa. Se espera que los resultados de esta experiencia sirvan como ejemplo para otras zonas de producción de café. Asimismo, se pretende que esta publicación sea de utilidad para todos los lectores interesados en el

tema como una guía para alcanzar los mejores resultados en la actividad productiva cafetalera.

Son objetivos de la presente publicación presentar opciones para:

1. Beneficiar a los caficultores, al medioambiente y mejorar la rentabilidad de las fincas.
2. Producir café con bajas emisiones de GEI: desarrollando prácticas adecuadas que reduzcan las emisiones, favorezcan las capturas de carbono o reduzcan la huella ambiental desde que el café es producido.
3. Aumentar la productividad: comprendiendo que se podrá elevar la productividad del café al realizar prácticas agrícolas a tiempo y utilizando los insumos necesarios, desarrollando un manejo técnico responsable y profesional.
4. Mantener la calidad: la cual es propia de la semilla, el lugar y el manejo del sistema.
5. Aumentar los rendimientos del café de exportación: realizando un buen manejo del cultivo en las etapas de producción, cosecha y poscosecha; asegurando un correcto almacenamiento y transporte.
6. Reducir costos unitarios: realizando un buen plan anual del manejo de la finca, registrando las actividades, el control de gastos e ingresos. Al finalizar la campaña anual de café esta información permitirá obte-



ner un balance económico que facilite la toma de decisiones del manejo de las fincas de los productores cafetaleros.

7. Beneficiarse de los mercados emergentes: anticipándose a los requerimientos del mercado y a las nuevas exigencias de los compradores y consumidores; evidenciando los beneficios de ACI en términos de conservación, restauración de la capacidad de otorgar servicios ecosistémicos (biodiversidad, carbono, agua, etc.) y agregando valor en el marco de un eventual mecanismo de pago por servicios ambientales o, como también se denomina más recientemente, compensación o retribución por servicios ecosistémicos (CSE, RSE).

El presente manual se inicia con un capítulo con referencias básicas sobre el cultivo de café, así como sus requerimientos medioambientales y el potencial de los sistemas agroforestales con café.

En el segundo capítulo se presentan algunos conceptos básicos sobre el clima y el cambio climático, los enfoques de Agricultura Climáticamente Inteligente (ACI) y de paisaje (a nivel del territorio).

En el tercer capítulo se brinda información acerca del contexto de la caficultura en la región San Martín.

El cuarto capítulo trata sobre el enfoque de paisaje a nivel de normativas y leyes, que es importante considerar para la intervención —en cuanto a desarrollo e investigación— en las zonas cafetaleras.

En el quinto capítulo se describen las prácticas inteligentes (denominadas “smart” en inglés)

implementadas por el Proyecto CCC a nivel de parcela o lote de café, complementando con los resultados obtenidos, y con conceptos de otros estudios.

En el sexto capítulo se describen las actividades para el buen almacenamiento del café procesado y seco.

En el séptimo capítulo se describen los cuidados que se deben tener durante el transporte del producto procesado (ya sea café pergamino u oro).

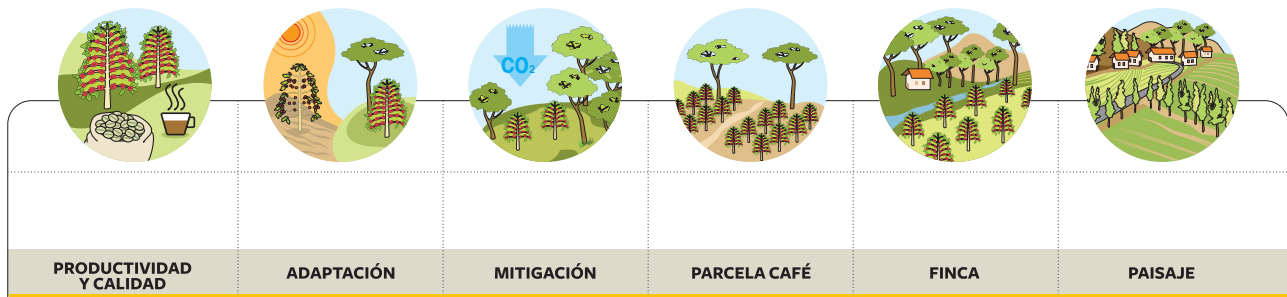
Finalmente, en el octavo capítulo se ilustra acerca de la herramienta Cool Farm Tool (CFT) utilizada por Solidaridad para medir la huella de carbono a nivel de parcela de café. Se brindan ejemplos prácticos sobre los resultados obtenidos y otras opciones metodológicas para medir el carbono en las fincas de los pequeños productores cafetaleros.

La figura 1, representa el enfoque del manual en sus dos dimensiones;

- i. Primero bajo el enfoque de ACI y sus tres pilares: sistema de productividad y calidad, adaptación y mitigación.
- ii. Después se integra el paisaje en tres niveles: sistema de café o parcela, finca o unidad productiva agropecuaria y paisaje o territorio. De esta manera se puede entender la contribución de cada práctica o actividad que se realiza en el sistema productivo en un marco de Agricultura Climáticamente Inteligente (ACI) en tres niveles.

Por medio de esta figura, en el capítulo 4 se representan las contribuciones de las prácticas

Figura 1. Enfoque de ACI, parcela de café, finca y paisaje



agrícolas y o actividades a nivel de ACI que Solidaridad viene implementando durante los tres años del Proyecto CCC en los sistemas cafetaleros de la región San Martín (primera fase), y el impacto de las mismas a nivel del sistema o parcela de café, la finca o unidad productiva y el paisaje o territorio.

Las categorías mencionadas en la figura 1 serán valoradas según su contribución a la ACI de la siguiente manera: contribución alta (+++),

media (++), baja o no significativa (+). De esta manera podremos identificar qué prácticas y tecnologías tienen una contribución más directa en cada pilar o categoría de ACI, sin desestimar la contribución de las otras prácticas que tienen niveles menores, pero que también contribuyen con el equilibrio y sostenibilidad del sistema agrícola o parcela de café, la finca y el paisaje o territorio.



INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El sector agrícola a nivel mundial tiene que ser cada vez más eficiente y competitivo para alimentar a la población humana (FAO 2013), asegurando la sostenibilidad de la producción y el equilibrio del medioambiente, con un bajo impacto a nivel del territorio y de los servicios ecosistémicos de los cuales dependen nuestras sociedades (por ejemplo, la biodiversidad y sus servicios asociados). A esto se suman los aspectos de equidad y de responsabilidad social. Adicionalmente, para lograr la sostenibilidad de la producción es imprescindible conocer los cambios que se están dando en el clima a nivel mundial, ya que este es un factor que interviene directamente en el sector agrícola (FAO 2013).

A nivel mundial el clima está cambiando, la temperatura promedio del planeta se ha incrementado en 0,85 °C durante el período 1880-2012 y los patrones de precipitación también se han modificado, generando impactos en los continentes (sequías, inundaciones) y en los océanos (acidificación del agua, elevación de la temperatura, lo que muestra la intensificación del Fenómeno El Niño) (IPCC 2014).

El Perú es considerado como el tercer país del mundo con mayor vulnerabilidad a los riesgos climáticos (MINAM *et al.*, 2009). En los últimos 30 años, el país ha perdido el 22% de la superficie de sus glaciares, considerando que el 71% de los glaciares tropicales del mundo se encuentran en este territorio. Asimismo, el 72% de las situaciones de emergencia nacional están relacionadas con la sequía, lluvias fuertes, inundaciones, heladas y granizo, que se volvieron seis veces más frecuentes entre 1997 y 2006 (MINAM *et al.*

2009; MINAM 2010). A su vez, las mayores pérdidas de cultivos fueron reportadas durante la campaña agrícola 2006–2007 (durante la última década), sumando un total de US\$ 78 millones o 1,3% del PIB agrícola del país en el 2007 (BCRP 2007; MINAGRI *et al.*, 2012).

De acuerdo con las proyecciones climatológicas para Perú, se calcula que la temperatura en general aumente de 1 a 2 °C y que los cambios en la precipitación varíen según la región; previéndose una reducción del 20% de la precipitación en la costa central, que podría afectar los cultivos de arroz y café en la región San Martín (SENAMHI 2009).

Esta situación de riesgo climático es determinante para la agricultura del país, principalmente para el café, el cual es uno de los cultivos tradicionales más importantes del Perú, con más de 340 mil hectáreas de superficie sembrada, lo cual contribuye en la economía de 300 mil familias. Entre las regiones productoras de café, la región San Martín es una de las más importantes, debido a que cuenta con más de 100 mil ha de área sembrada y 55 mil parcelas, que representan el 26% del total de las tierras cultivadas en la región (INEI 2012).

Desde hace menos de una década, en el Perú el cultivo de café ha ido subiendo en altitud, a más de 2.000 msnm¹, debido a los cambios en el clima. Además, estudios en otros países predicen que este fenómeno también afectará las especies de árboles de sombra para café como las

¹ <https://ecoselvaperu.wordpress.com/2015/11/14/cafeteando/>



guabas *Inga oerstediana*, *I. punctata* e *I. vera*, que serán las especies que perderán mayor aptitud en las zonas cafeteras (Treminio *et al.*, 2015). Este tipo de impactos en las especies van a ser críticos en la caficultura de la región San Martín y en todo el país.

Frente a esta situación, esta publicación recoge y presenta las experiencias y resultados de la intervención de Solidaridad a través del Proyecto CCC en la región San Martín. Estas experiencias han sido enfocadas en una Caficultura Climáticamente Inteligente (CCI) que contribuye a la reducción del impacto del cambio climático en los sistemas de café a través de prácticas que aseguran la sostenibilidad y resiliencia del sistema, productividad y calidad, secuestro y reducción de emisiones de GEI.

Para validar las prácticas inteligentes que se están implementando con el Proyecto CCC en San Martín, el Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF) ha integrado en el contenido de la publicación el enfoque de paisaje,

finca o unidad familiar productiva y parcela o lote de café.

Con el apoyo de Solidaridad, ICRAF realizó en Moyobamba un taller participativo con 30 personas (entre funcionarios de instituciones cafetaleras, sector público, privado, ONG, cooperativas, productores y técnicos) para conocer la percepción de estos integrantes de la cadena del café en cuanto al cambio climático y su impacto en la caficultura.

Asimismo, realizó cuatro grupos focales en Moyobamba y Tarapoto, con la participación de 48 personas (entre ingenieros, técnicos, líderes de organizaciones, facilitadores, estudiantes, productores y consultores) para conocer las prácticas que los productores y organizaciones están implementando en la región que contribuyan en el desarrollo de la Agricultura Climáticamente Inteligente (ACI) en el cultivo de café. Adicionalmente, se recibieron 14 entrevistas de diferentes expertos locales en el cultivo de café bajo la coordinación y colaboración de Solidaridad-ICRAF.









1

REFERENCIAS BÁSICAS

REFERENCIAS BÁSICAS

1.1 EL CULTIVO DE CAFÉ

1.1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL CAFÉ

El cafeto (*Coffea arabica*) es un arbusto que proviene del sotobosque (requiere sombra) y que es originario de Etiopía (Abyssinia), donde es cultivado en mesetas con altitudes entre los 1.300 a 2.000 msnm. En la actualidad *C. Arábica* se cultiva en África, Asia, Sudamérica, Centroamérica y el Caribe, donde fue adaptado entre los 600 a 1.200 msnm, situándose entre los 22° de latitud Norte y 26° de latitud Sur aproximadamente. De esta manera, se ha determinado que el lugar para cultivar café debe cumplir con seis condiciones medioambientales básicas referidas a temperatura, disponibilidad de agua, intensidad del sol, viento, tipo de suelo y topografía del terreno (Wintgens 2004).

1.1.2 REQUERIMIENTOS MEDIOAMBIENTALES DEL CAFÉ

Temperatura. La temperatura media óptima para la especie de *C. arabica* es de 18 °C durante la noche y 22 °C durante el día. El cafeto tolera extremos de temperatura hasta de 15 °C durante la noche y 25 a 30 °C durante el día (Wintgens 2004). Las bajas temperaturas pueden dañar severamente la cosecha y pueden matar las plantas (Tucker *et al.*, 2010).

Agua. La disponibilidad de agua incluye la precipitación y la humedad atmosférica, de los cuales la lluvia es el factor más limitante para el cultivo

de café. Otros dos elementos que deben ser tomados en consideración son la precipitación total anual, mensual y semanal, siendo crítico para el cultivo su forma de distribución en el año de acuerdo al estado fenológico de la planta. El régimen de lluvias debe incluir unos pocos meses con poca o ninguna lluvia ya que este periodo es necesario para inducir la floración. Un total de precipitación anual entre 1.400 y 2.000 mm es favorable para el cultivo del café arábica. Tasas por debajo de 800 a 1.200 mm para arábica, aunque sean bien distribuidas, pueden ser peligrosas para la productividad de las plantaciones de café (Wintgens 2004).

La luz del sol y la sombra. Debido a sus orígenes, todas las plantas de café pueden adaptarse a vivir en ambientes con poca luz, sin embargo, la floración es estimulada significativamente por la luz solar directa y, en la medida que tenga una fertilización adecuada pueden aumentar su productividad (en particular el nitrógeno en adición con el sol). La sombra en ciertas condiciones ayuda a atenuar los efectos de los extremos de temperatura (alta y baja). Un beneficio adicional de la sombra es que mejora la calidad de taza del café (Wintgens 2004).

Viento. Los fuertes vientos pueden causar daños significativos en los cafetos, tales como la defoliación o fracturas de ramas e incluso el volcamiento de plantas, particularmente



en suelos ligeros o poco profundos (Wintgens 2004). El viento y las tormentas pueden originar que las flores o frutos se desprendan (Tucker *et al.*, 2010).

Características del suelo. Las plantas de café prosperan en suelos aluviales y coluviales, con una textura favorable (suelos sueltos y profundos, franco arenosos o franco arcillosos) (Coste 1968; Wintgens 2004). Al mismo tiempo, es deseable que la profundidad del suelo sea de al menos 2 m para permitir un buen desarrollo de las raíces y garantizar el suministro necesario de agua a la planta durante la época seca del año. Cabe decir que en las zonas más secas, el suelo debe ser aún más profundo (más de 3 m). Asimismo, es importante la permeabilidad y el buen drenaje del suelo; no deben haber rocas o costras de sales que impidan el crecimiento de las raíces o el movimiento del agua.

Topografía. Tierras planas o ligeramente onduladas son las más adecuadas para la instalación de una plantación de café. En general, este tipo de topografía ofrece suelos profundos con una buena capacidad de retención de agua. Por otra parte, la agricultura y la mecanización para

el manejo del suelo (arado), labores culturales y cosecha son también mucho más fáciles. No obstante, el café se puede cultivar con éxito en pendientes pronunciadas teniendo en cuenta lo siguiente:

- Las pendientes que son más pronunciadas (más de 20%) son difíciles de mecanizar.
- En pendientes con una inclinación del 20 a 40% pueden cultivarse plantaciones de café con herramientas de tracción animal.
- En pendientes mayores al 40% el café necesita ser cultivado de forma manual (como es en la mayoría de terrenos donde se instala en el Perú).

Variedades. Para definir las zonas o áreas con condiciones ambientales óptimas (ideal) para cada variedad se requiere de investigación aplicada. Se pueden ver algunos ejemplos de otros países como Guatemala, Honduras, Costa Rica y Colombia en América Latina en los enlaces de la siguiente página:

Tabla 1. Parámetros para las zonas de vida de un cafetal

Parámetros	Condiciones óptimas	Condiciones manejables
Horas de sol	4,5 - 5,5	Menos de 4,5
Temperatura en °C	17-23	Menos de 14 o más de 30
Precipitación (mm/año)	1.500 - 1.800	Menos de 1.500
Profundidad efectiva del suelo (cm)	Mayor de 45	Mayor de 30 y menor de 45
Textura del suelo	Franco	Franco-arcilloso (Fco Ar) Franco-arenoso (Fco Ao)
pH del suelo	5,0 - 6,0	Entre 4,5 y 4,9, y entre 6,0 y 6,5
Materia orgánica (%)	Mayor de 4	Mayor de 2 y menor de 4
Fertilidad del suelo	Media- alta	Baja

Fuente: Valencia 1998

- Anacafé:
https://www.anacafe.org/glifos/index.php/BuenCafe_CafesdeGuatemala
- IHCAFE:
http://www.ihcafe.hn/?searchword=VARIEDADES&searchphrase=any&limit=20&ordering=newest&view=search&Itemid=99999999&option=com_search
- ICAFE:
<http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GUIA-TECNICA-V10.pdf>
- CENICAFE:
http://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/avances_tecnicos

1.2 SISTEMAS AGROFORESTALES CON CAFÉ

Debido a la variabilidad en las precipitaciones y temperaturas extremas, por el cambio climático, los cafetales están siendo más afectados por plagas y enfermedades. Por lo tanto, la productividad, calidad y rentabilidad del cultivo de café están disminuyendo, lo cual genera la urgente necesidad de establecer estrategias para adaptar los cafetales a estos cambios de clima, el cual se presenta menos estacional y predecible. En este contexto, la agroforestería es una alternativa para desarrollar estrategias de adaptación, mitigación y resiliencia, según el acceso que tengan los productores y las comunidades a recursos como semillas o plántones forestales y frutales, abonos, herramientas, mano de obra, etc.; y servicios de capacitación y asistencia técnica oportuna.

A diferencia de cultivar solo café en monocultivo a pleno sol o café asociado con sombra permanente con guaba (*Inga spp*), típico de los sistemas agroforestales nacionales, la agroforestería en su sentido más estricto, se refiere a la creación de sistemas de uso de la tierra donde especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizadas en asociación deliberada con cul-

tivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o progresiva. De esta manera se producen interacciones ecológicas y económicas entre los componentes del sistema (adaptado de Jiménez y Muschler 1999, Navia 2000) el cual es más diversificado y sostenible, al proporcionar mayores beneficios sociales, económicos y ambientales para los productores (Alao and Shuaibu, 2013).

Dentro de las ventajas de la agroforestería se pueden mencionar: un mejor uso de la tierra para la producción de café y árboles (maderables, de servicio, arbustos, otros), mejoramiento de la fertilidad del suelo gracias al incremento de materia orgánica y aporte de nitrógeno, control de condiciones medioambientales adversas (vientos, excesiva temperatura, evaporación del recurso hídrico, etc.), sombra y alimento para animales y disponibilidad de productos comercializables. Adicionalmente, por medio de la fijación de carbono, la agroforestería reduce el impacto contaminante de la mayoría de las actividades económicas del mundo (CEDAF 2000; Leakey 1996).



El potencial de secuestro de carbono de los sistemas agroforestales se estima entre 12 y 228 t CO₂/ha, con un valor medio de 120 t CO₂/ha (Dixon R. 1995). A su vez, dependiendo de las extensiones de tierra que se tenga a disposición en sistemas agroforestales, se estima que de 1,1 a 2,2 petagramos² de carbono (Pg C) podría ser almacenado en los ecosistemas terrestres en los próximos 50 años. En consecuencia, es evidente que los SAF pueden secuestrar cantidades considerables de carbono en la biomasa vegetal, representada en productos de madera duraderos. Es importante mencionar que el carbono orgánico del suelo representa la mayor reserva en interacción con la atmósfera y se estima en cerca de 1.500 Pg C a 1 m de profundidad (cerca de 2.456 a 2 m de profundidad). Por su parte, el carbono inorgánico representa cerca de 1.700 Pg, pero es capturado en formas más estables tales como el carbonato de calcio. La vegetación (650 Pg) y la atmósfera (750 Pg) almacenan considerablemente menos cantidades que los suelos.³

Considerando que el mayor porcentaje de café cultivado en el Perú se realiza principalmente

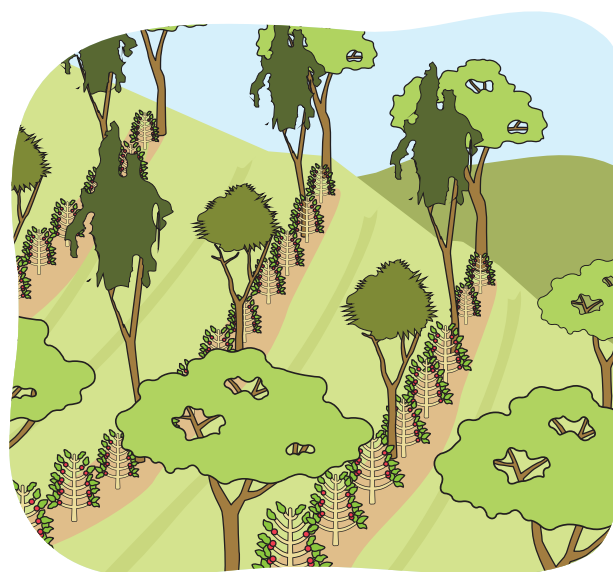
² Pg =petagramo =10¹⁵ gramos =1 gigatonelada =mil millones de toneladas.

³ Captura de Carbono en los Suelos para un Mejor Manejo de la Tierra. Roma, 2002. Noviembre 2016. <http://www.fao.org/docrep/005/y2779s/y2779s05.htm>

bajo la sombra de guabas del género *Inga sp.*, donde la especie le provee de sombra al cultivo, fija nitrógeno y es utilizado como leña para cocinar en los hogares, es importante recordar también que las guabas forman un dosel de sombra que contribuye a la captura de carbono.

Asimismo, las plantas de café tienen un potencial para almacenar 1 kg de carbono equivalente promedio por planta por año (Cabrera N. 2015); por ello, es importante optimizar la densidad de siembra garantizando un adecuado establecimiento y manejo de buenas prácticas de cultivo.

Figura 2. Sistemas agroforestales con café







2

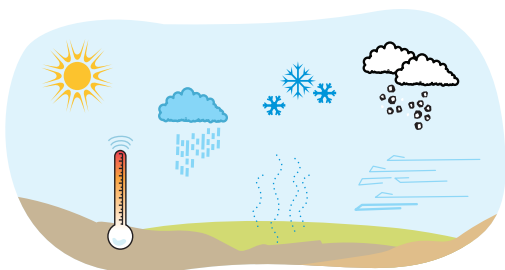
CONCEPTOS

CONCEPTOS

2.1 EL CLIMA

Es el estado promedio del tiempo, representado por un conjunto de condiciones atmosféricas como precipitación, temperatura, humedad relativa, viento, etc. (adaptado de IPCC 2007).

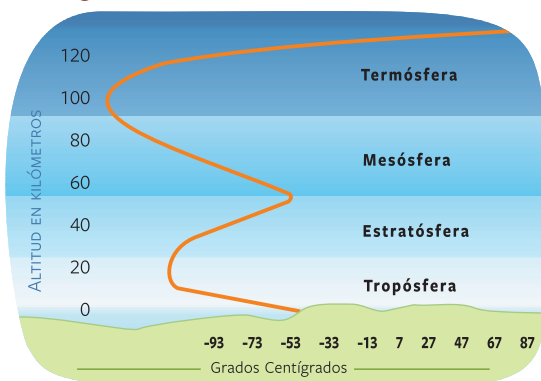
Figura 3A. Factores del clima



2.2 VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Es la fluctuación del clima en el tiempo y muestra las variaciones naturales comunes de un año al siguiente, o cambios de una década a la siguiente (ver figura 4). Es decir, se refiere a las variaciones anuales en las precipitaciones, temperatu-

Figura 4. La atmósfera terrestre

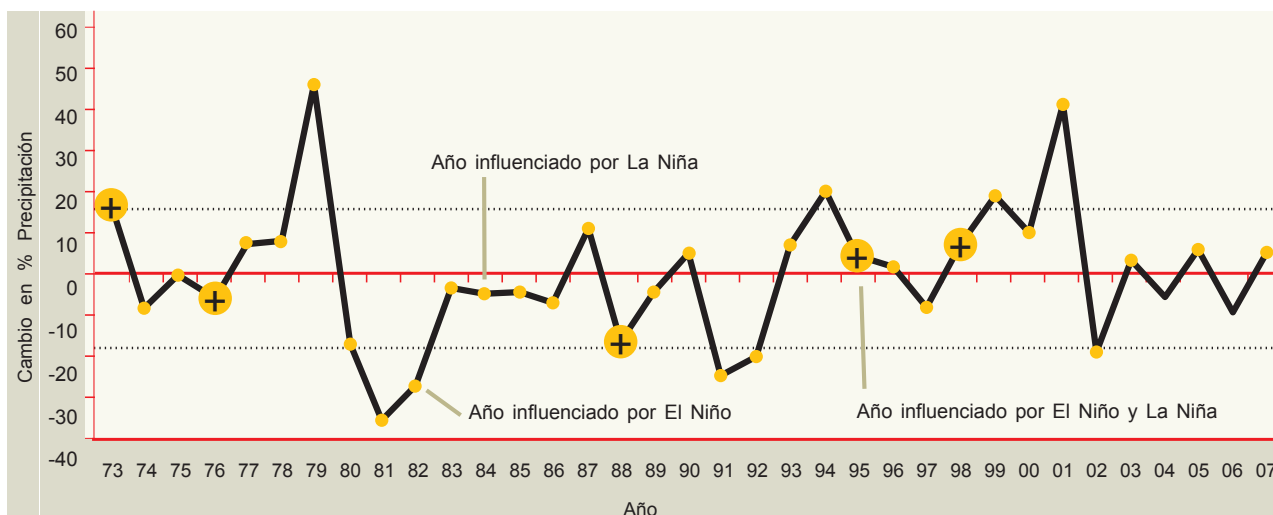


ras, vientos y otros, o variaciones en ciclos de 10 años o más (adaptado de MINAGRI *et al.*, 2012).

2.3 LA ATMÓSFERA

La atmósfera es la capa gaseosa que rodea al planeta Tierra. La experiencia nos indica que el aire se hace menos denso con la altura y esta es una señal que la atmósfera tiene un límite vertical (Universidad de Chile, 2016) (ver figura 4).

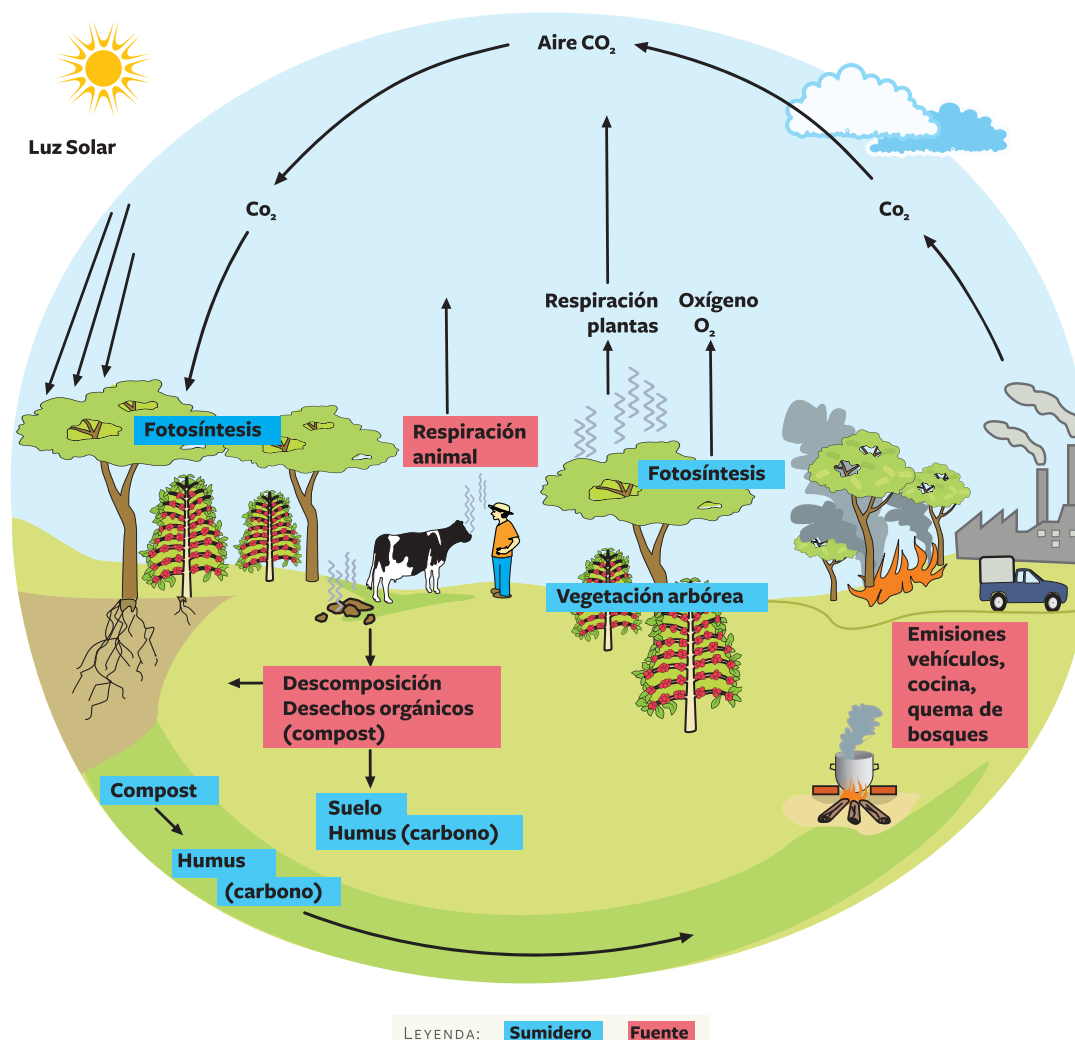
Figura 3B. Variación de la precipitación anual en Alao, San Martín (1973-2007)



Fuente: Torres, J; Gómez, A. 2008



Figura 5. La atmósfera y su interacción con otros sistemas



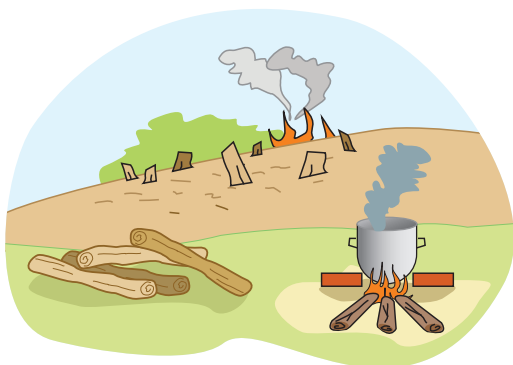
El presupuesto energético de la atmósfera (cantidad de energía almacenada en sus diferentes GEI constituyentes) determina el estado del clima global, por lo que resulta esencial comprender su composición y estructura. Los gases que la constituyen están bien mezclados pero no son físicamente uniformes pues tienen variaciones significativas en temperatura y presión, lo que se relaciona con la altura sobre el nivel del mar (GCCIP, 1997) (ver figura 5).

Al analizar los gases atmosféricos, incluidos los gases invernadero, es importante identificar las

fuentes, sumideros y el ciclo de vida de cada uno de ellos. Estos son datos cruciales para controlar la contaminación atmosférica.

- Una **fuentes** es el punto o lugar donde un gas o contaminante es emitido, es decir, de donde es liberado a la atmósfera. Por ejemplo: la tala de árboles para uso como leña en los hogares es una fuente de emisiones, la combustión de los carros y la práctica de quemar los rastrojos que quedan después talar los bosques (ver figura 6).

Figura 6: Madera cortada para leña (cocina del hogar)



- Un **sumidero** es un punto de almacenamiento y de fijación de carbono. Además, es uno de los servicios ambientales de los ecosistemas forestales y agroforestales más relevantes. Los bosques tropicales, las plantaciones forestales, los sistemas agroforestales (ver figura 7) y, en general, aquellas actividades que llevan a la ampliación de la cobertura vegetal permanente pueden cumplir la función de sumideros de carbono (Dalaney *et al.*, 1997).

Figura 7. Sistema agroforestal con café



Por ejemplo, según estudios de Arias *et al.*, (2013) un sistema productivo con café de 4 años de edad y una densidad de siembra de 5.000 plantas/ha, con barreras de plátano dominico y una densidad de siembra de 416 plantas/ha resultó con un balance de carbono del sistema de 194 toneladas $\text{CO}_2\text{-eq/ha}^4$ de carbono, positivo, lo que quiere decir que se tiene un excedente de carbono en el sistema.h

- El **ciclo de vida** es el tiempo que un gas se mantiene en la atmósfera. Esto se determina por las velocidades de emisión y de captación en los sumideros.

Cabe precisar que el aumento de GEI ha incrementado la capacidad de la atmósfera de absorber ondas infrarrojas, aumentando su reforzamiento radiactivo, lo que incrementa la temperatura superficial.

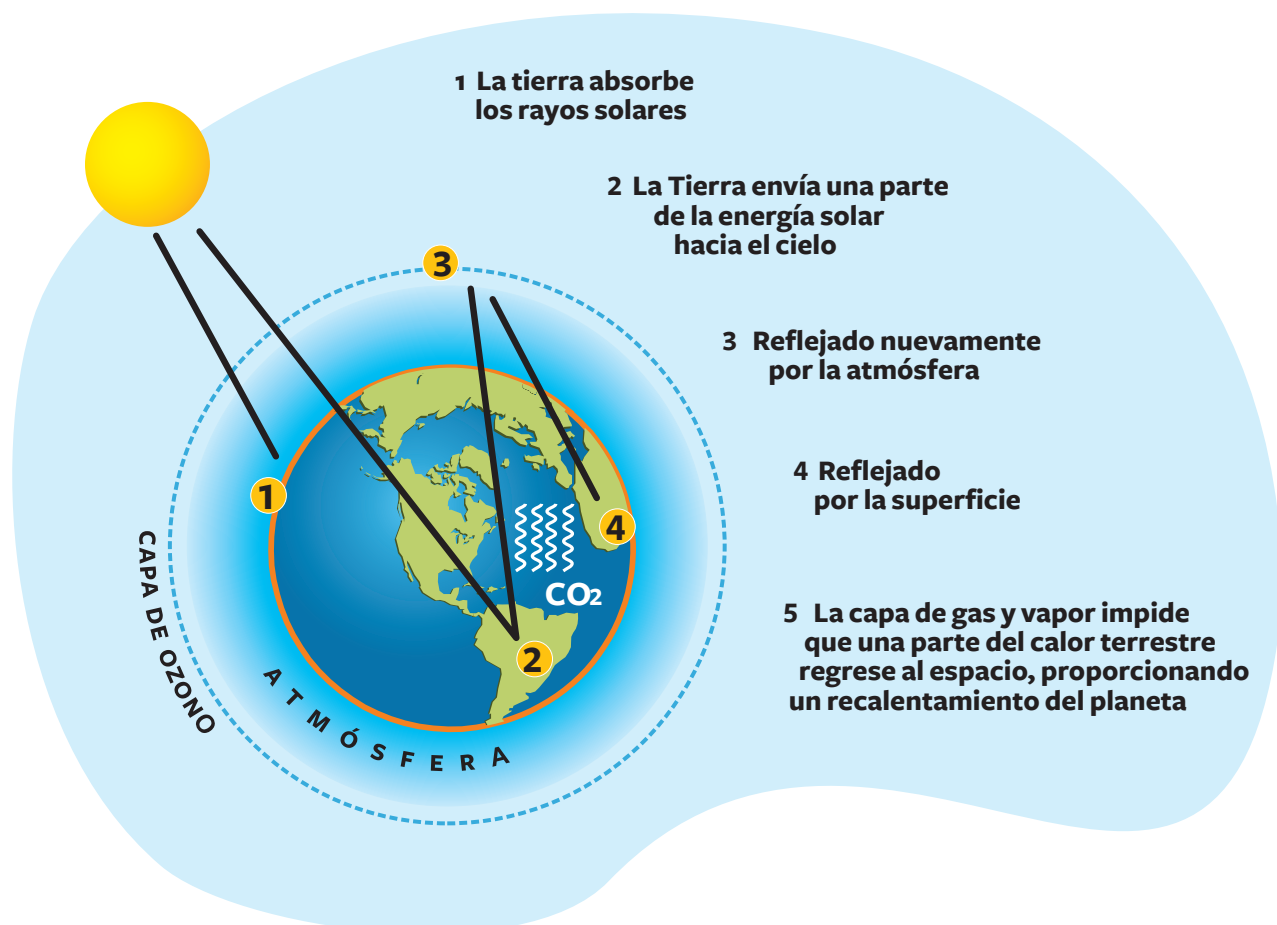
2.4 EL EFECTO INVERNADERO

La energía solar calienta la Tierra y según aumenta la temperatura, el calor se irradia de nuevo a la atmósfera como energía infrarroja. La atmósfera, que es una capa de gases que rodea nuestro planeta, absorbe una parte de este calor gracias a algunos gases de efecto invernadero. El efecto invernadero es un fenómeno natural que ha desarrollado el planeta para que exista vida y se llama así porque la Tierra funciona como un verdadero invernadero. De no ser así, nuestro planeta tendría una temperatura tan baja que todo se congelaría. Los gases de efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O) (Schepp *et al.*, 2010) (ver figura 8).

⁴ Dióxido de carbono equivalente por hectárea.



Figura 8. Efecto invernadero en la Tierra



Fuente: Adaptado de Schepp *et al.*, 2010

2.5 EL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático es la variación en los patrones que siguen las lluvias y las estaciones secas, la temperatura del planeta y los vientos que recorren la Tierra. Aunque el clima siempre ha variado, los cambios que vivimos hoy tienen dos características que los hacen distintos de todo lo que ha pasado antes.

- Primero, porque son mucho más rápidos que los que se han registrado en ningún otro momento (incremento de la variabilidad climática).
- Segundo, porque este cambio lo provocamos los seres humanos.

Este cambio que vivimos hoy ha sido llamado también “calentamiento global”, porque la variación que se ha producido está marcada por un fuerte aumento en las temperaturas prome-

dio de todo el mundo (Bezaury *et al.*, 2010). Además, se predice que este cambio es irreversible.

DATO: ¿QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO?

El cambio climático es definido por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) como: “cualquier cambio en el clima a través del tiempo, que sea producto de la variación natural o resultado de la actividad humana”. En las últimas 10 décadas las actividades humanas (factor externo) han alterado el efecto invernadero, provocando el aumento de las temperaturas e incrementando el riesgo de desastres (MINAGRI *et al.*, 2012). Según el IPCC, los datos de temperatura de la superficie terrestre y oceánica en promedio muestran un calentamiento de 0,85 [0,65 a 1,06] °C, durante el período 1880-2012 (IPCC 2014).

Una de las causas que altera el equilibrio del sistema climático debido a las actividades humanas es el incremento de los gases de efecto invernadero (IPCC 1997), siendo los principales: el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃) (IPCC 2001). Las emisiones mundiales de GEI por efecto de actividades humanas aumentaron en un 70% entre 1970 y 2004. Además de los GEI conocidos, el dióxido de carbono (CO₂) ha aumentado sus emisiones anuales en torno a un 80% entre 1970 y 2004 (IPCC 2007).

Entre 1750 y 2011 las emisiones de CO₂ emitidas a la atmósfera por causa de las actividades humanas fueron de 2.040 +/- 310 GtCO₂⁵. Alrededor del 40% de esas emisiones han permanecido en la atmósfera (880 +/- 35 GtCO₂) y el resto fueron removidas de la atmósfera y almacenadas en la tierra (en plantas y suelos) y en el océano. Los océanos han absorbido alrededor del 30% del CO₂ emitido por las actividades humanas, provocando su acidificación. Alrededor de la mitad de las emisiones de CO₂ acumuladas entre 1750 y 2011 se han producido en los últimos 40 años (IPCC 2014).

A pesar del creciente número de políticas de mitigación del cambio climático, las emisiones totales de GEI debido a las actividades humanas han seguido aumentando. Las emisiones de CO₂ procedente de la combustión de combustibles fósiles y los procesos industriales contribuyeron con el 78% del aumento total de emisiones de GEI de 1970 a 2010, con mayores incrementos durante el período de 2000 a 2010 (IPCC 2014).

⁵ 1 GtCO₂ es igual a 1 billón de toneladas de dióxido de carbono.



2.5.1 EMISIONES DE GEI DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN PERÚ

Los principales sectores que contribuyen a las emisiones de GEI son el Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (USCUSS) con un 51%; Energía con 26% y Agricultura con 15% del total. El cambio de uso de la tierra tiene un impacto muy fuerte en el sistema climático y debido a la deforestación de la Amazonía la tala de los bosques se vincula a la expansión de la frontera agrícola (el café es uno de los cultivos que se instala en las laderas de las montañas) (MINAM 2016) (ver figura 9).

Al mismo tiempo, en el sector agrícola el cultivo de arroz es el responsable del 5% de las emisiones de GEI.

2.6 VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

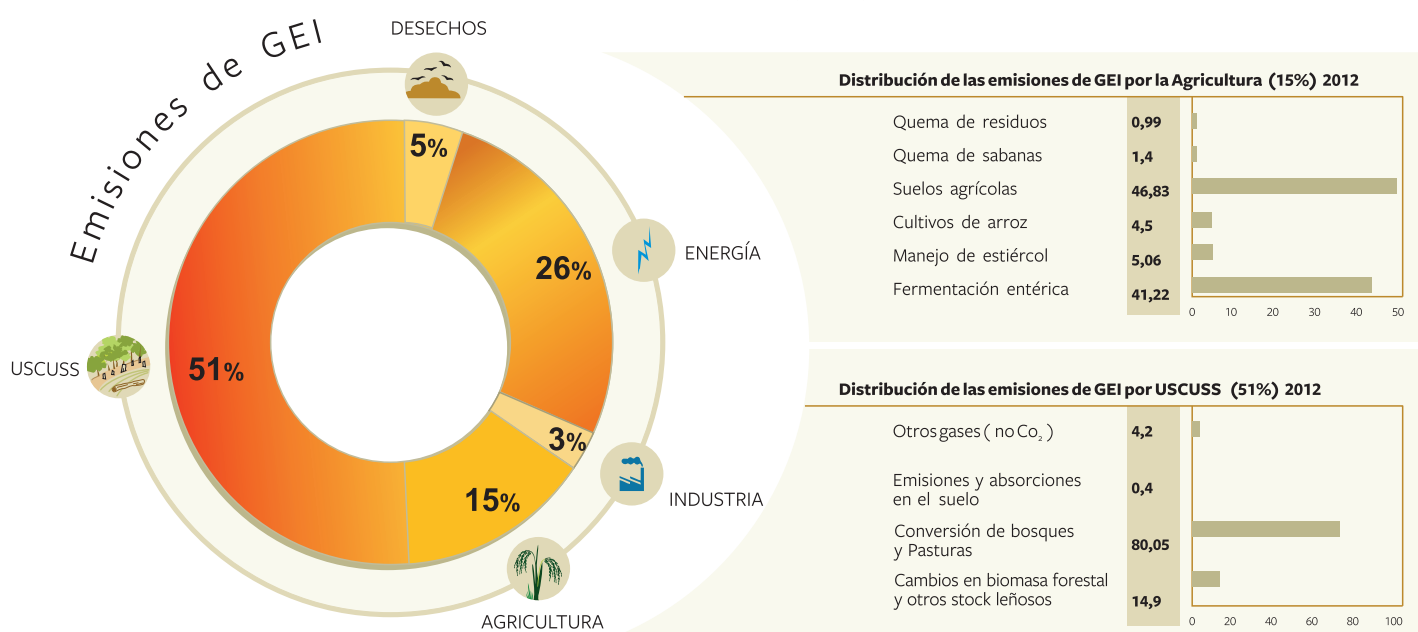
La vulnerabilidad al cambio climático es el grado por el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del cambio

climático. La vulnerabilidad al cambio climático está compuesta por tres factores: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa (adaptado de IPCC 2001).

- **Exposición:** es el grado en el que un sistema está expuesto a variaciones climáticas importantes. Por ejemplo: sistemas de café sin sombra están más expuestos que sistemas de café con sombra de guabas⁶ y/o árboles maderables.
- **Sensibilidad:** es el grado por el cual un sistema es afectado, en sentido perjudicial o beneficioso, por estímulos relacionados con el clima. Por ejemplo: los frutos del café var. Typica no se desprenden fácilmente de la rama con las lluvias intensas al llegar a la madurez, en contraste, los frutos del café var. Caturra se desprenden rápidamente de las ramas de la planta.

⁶ Bajo la denominación del nombre común de "guaba" hay más de 10 especies del género Inga.

Figura 9. Distribución de las emisiones de GEI por categorías (100%)



- **Capacidad adaptativa:** es la habilidad del sistema de ajustarse al cambio climático. Por ejemplo, ante a las heladas o frentes fríos es posible establecer barreras que protegen el cultivo de los vientos.

2.7 ENFOQUE DE AGRICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE

La Agricultura Climáticamente Inteligente (ACI) se puede definir como un enfoque para la transformación y la reorientación del desarrollo agrícola bajo realidades de cambio climático (Lipper *et al.*, 2014). Según la FAO, el objetivo de la ACI es lograr la seguridad alimentaria y las metas de desarrollo más generales ante un clima en constante cambio y la creciente demanda de alimentos.

Las iniciativas de la ACI incrementan la productividad, mejoran la resiliencia y reducen o eliminan los Gases de Efecto Invernadero (GEI) de manera sostenible, y al mismo tiempo, requieren de planificación para abordar las concesiones y sinergias entre estos tres pilares: productividad, adaptación y mitigación (FAO 2010).

Si bien este es un nuevo concepto que aún se encuentra en desarrollo, muchas de las prácticas que conforman la ACI ya existen y son utilizadas por agricultores en todo el mundo para enfrentar distintos tipos de riesgos de producción (FAO 2013). Sin embargo, para la incorporación de la ACI se requiere realizar un inventario y análisis exhaustivo de las prácticas actuales, las opciones prometedoras a futuro y los medios institucionales y financieros (proyectos) que contribuyan con la adopción de este enfoque.

En efecto, la productividad, adaptación y mitigación son tres pilares necesarios para lo-

grar este objetivo, los que deben aplicarse de forma conjunta.

En el presente documento se menciona a la Agricultura Climáticamente Inteligente (ACI o CSA, por sus siglas en inglés), no obstante por estar referido a la caficultura denominaremos “Caficultura Climáticamente Inteligente” (CCI) asumiendo que es parte del concepto de ACI.

2.7.1 PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD

Los retos más importantes que se presentan en la caficultura para mantener y elevar su productividad y calidad son:

- **Asistencia técnica:** de calidad y con continuidad del servicio.
- **Manejo de los suelos y de la fertilidad:** cambiar el sistema de cambio de uso de los bosques a parcelas productivas de café en las regiones cafetaleras de todo el Perú. ¿De qué manera? Dejando la tradicional tala y quema por un desbosque manejado y raleando las especies de menor valor o realizando un desbosque planificado sin quemas. También, realizando prácticas de conservación de suelos y teniendo un plan de fertilización del suelo para el cultivo objetivo.
- **Semilla de calidad genética y viveros** que garanticen un buen plantón, de gran vigor y bien conformado.
- **Manejo del cultivo** manteniendo una plantación activa, bien nutrida y sana que produzca buenas cosechas.
- **Una adecuada cosecha selectiva y sistema de poscosecha** que preserve la calidad organoléptica y se obtenga un buen



rendimiento físico. Además, se recicle los desechos de manera adecuada; reduciendo emisiones y reaprovechando los desechos para devolverlos al sistema productivo.

- **Contar con soporte institucional** a nivel nacional por medio de lineamientos y estrategias a largo plazo para el sector cafetalero, que contribuyan al crecimiento y desarrollo del mismo.

Las oportunidades que existen para poder alcanzar estos retos son:

El clima (temperatura, precipitación, viento, humedad, otros) es un factor importante que influye en la calidad del café, sin embargo, los sistemas de café diversificados han demostrado un menor impacto ante el estrés producido por el clima. Asimismo, las fluctuaciones de temperaturas extremas en San Martín (mayores a 32°C) pueden ser regulados con diversidad de sombras, sistemas de riego, lagunas artificiales, cosecha de agua de las lluvias, sistemas de riego u otras prácticas según el lugar y los recursos de las familias.

2.7.2 ADAPTACIÓN

Ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes. Referida al cambio climático, es una respuesta ante estímulos climáticos proyectados o reales y a sus efectos, ya sea para mitigar sus daños como para aprovechar sus aspectos beneficiosos. En nuestro contexto de trabajo, se refiere fundamentalmente a la reducción de la vulnerabilidad de las poblaciones más pobres.

La adaptación de los sistemas de café al cambio climático en la región San Martín requiere de medidas concretas como: fortalecer la institucionalidad y la buena gobernanza, planificación a largo plazo en el sector, ordenamiento territorial, investigación básica y aplicada, el rescate del saber ancestral (las experiencias probadas y validadas en el lugar), instrumentalización de las zonas cafetaleras con estaciones meteorológicas automatizadas (para el registro de datos climáticos), Sistemas de Alerta Temprana (SAT), fortalecimiento de las capacidades de profesionales locales y regionales, unificación de criterios técnicos, elevar y fortalecer el nivel organizacional, entre otros aspectos.

La agricultura comprende sistemas vivos que están en constante interacción, un cambio mínimo de temperatura influye en el sistema y en el paisaje en general. Por lo tanto, es importante tener en cuenta:

- **Clima, altitud y sombra:** los sistemas de café a 600 msnm requieren diferentes niveles de sombra que los sistemas de café a 2.000 msnm.
- **Diversificación de especies de café** según la altitud y aptitud del clima de la zona: tener distintas variedades de café (considerando sus requerimientos de clima, altitud, nutrición) porque algunas variedades son susceptibles a plagas y enfermedades, y otras son menos susceptibles.
- **Diversificación de especies de sombra** según la altitud, humedad, calidad de suelos y aptitud del clima de la zona.

Como ejemplo de investigación aplicada se tienen las parcelas modelo del Proyecto CCC en San Martín, las cuales están siendo evaluadas y manejadas según los sitios específicos donde han sido instaladas con tecnologías como la introducción de hasta ocho especies maderables dentro de los sistemas de café y guaba (ver capítulo 5).

2.7.3 MITIGACIÓN

Intervención antropogénica para la reducción de emisiones de GEI. Este concepto está relacionado con las acciones concretas para reducciones de emisiones de GEI, principalmente de CO₂, CH₄ y N₂O.

Es importante tener en cuenta:

- Los sistemas de café diversificados con especies arbustivas y arbóreas generan una mayor dinámica de reciclaje del carbono en el sistema, enriqueciendo los suelos con materia orgánica y creando reservorios de carbono (sumideros de CO₂).
- Manejar la densidad del cultivo y los sistemas de podas del café bajo la Poda Sistemática Alta (PSA) por tercios, manteniendo siempre tejidos renovados y altamente productivos, aprovechando al máximo el espacio, la luz solar, el aire y nutrientes que el sistema puede otorgar, incrementando las capturas de carbono en un mismo espacio con mayor producción.
- La fertilización nitrogenada con productos sintéticos provenientes de la industria son los causantes de muchas emisiones de gases

de N₂O a la atmósfera. Sin embargo, un correcto uso de los mismos puede minimizar estas emisiones. Por ejemplo: el análisis de suelos y una adecuada dosificación de fertilización; insumos con baja huella ambiental en su producción; fertilizantes encapsulados de larga disolución de nutrientes en el suelo; dosis formuladas por planta e hilera del sistema de producción de café; formas de incorporar el fertilizante y cubrirlo al aplicarlo al suelo; reciclaje de residuos en abonos orgánicos (residuos compostados en la finca, como el bocashi, aplicados mezclados con arcillas) son prácticas que contribuyen a reducir el uso de fertilizantes sintéticos y orgánicos, reducir las emisiones, tener un mayor aprovechamiento de los nutrientes donde se requieren en la dosis y momento adecuado, bajar costos y ser más competitivos; incrementando la vida del suelo.

- El proceso de cosecha y poscosecha y las diferentes modalidades de beneficio húmedo del café existentes en la región, pues las hay con diferentes niveles de consumo de agua. Asimismo, hay que tener en cuenta las diversas modalidades para el tratamiento de aguas mieles, pues existen procesos que evacúan aguas menos contaminadas y, por ende, con menos emisiones de CO₂.
- Los sistemas agroforestales asociados al café, los cuales contribuyen con la captura o secuestro de carbono.

2.7.4 RESILIENCIA

Está asociada al nivel de asimilación o capacidad de recuperación y adaptación que puede tener una unidad social o un sistema frente al impacto de una amenaza. Está determinada por el ni-



vel en que la sociedad es capaz de organizarse para aprender de los desastres pasados a fin de protegerse mejor en el futuro. Gunderson y Holling (2001, en Carpenter, S. *et al.*, 2001) la definen como la capacidad de un sistema a estar sometido a un disturbio y mantener sus funciones y controles.

Los sistemas de cafés diversificados, sostenibles ambientalmente, son capaces de recuperarse del estrés del clima u otras condiciones adversas. Por ejemplo: una parcela de café instalada con una sola variedad, responde de manera diferente ante un evento externo (clima, plagas, enfermedades), a diferencia de una parcela con un conjunto de variedades. En la diversidad de variedades de café, especies de árboles, arbustos, otros, se puede asegurar la resiliencia de los sistemas con café (adaptado de Altieri M.y Nicholls C., 2007).

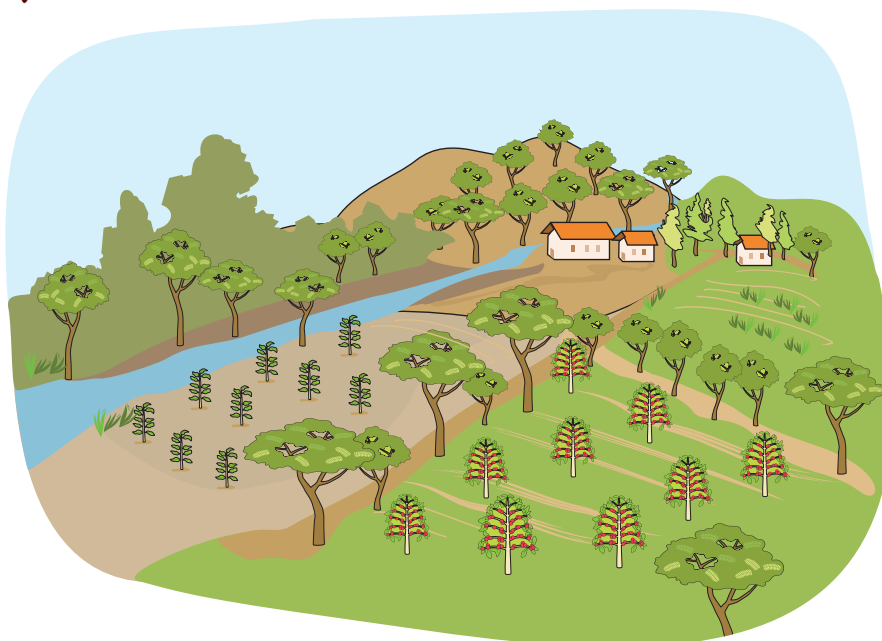
2.8 PAISAJE

Los objetivos de ACI van más allá de las prácticas y tecnologías que se pueden aplicar a nivel de parcelas para aumentar la productividad y disminuir la vulnerabilidad del cultivo. Una mayor resiliencia, seguridad alimentaria y reducción de emisiones de GEI se alcanzan con la adopción de una perspectiva de sistemas, considerando los paisajes y ecosistemas y, buscando sinergias entre los diferentes elementos.

En este contexto, el paisaje se entiende como el marco territorial en el cual los agricultores, las asociaciones y las autoridades intervienen y donde los múltiples objetivos de los diferentes actores se pueden negociar y alcanzar. La existencia de objetivos múltiples en los territorios ha producido mosaicos territoriales que se componen de diferentes cultivos, bosques, purmas⁷, humedales, ríos y centros poblados (ver figura 10). Allí se encuentran las fincas y los ca-

⁷ Término local para referirse a los bosques secundarios.

Figura 10. Paisaje o mosaico territorial



fetales de los productores sobre los cuales los productores toman decisiones e intervienen a nivel de sus parcelas, de sus fincas y, al mismo tiempo, a nivel del paisaje. Cada finca es como un pequeño mosaico de actividades diferentes y se puede entender como un micropaisaje.

A nivel del territorio se pueden desarrollar actividades productivas, acciones de mitigación y adaptación al CC que armonizan las actividades productivas con la conservación y recuperación de los bosques, de los suelos, de la calidad y cantidad del agua en los ríos y en las fuentes. Estos son paisajes climáticamente inteligentes.

¿Cómo se puede proteger a la biodiversidad y sus funciones en los ecosistemas y producir café al mismo tiempo?

- Entender los principios de conservación, preservación y responsabilidad ambiental.
- El uso racional de los recursos naturales para lograr el mayor beneficio sostenible.
- Realizar acciones que contribuyan a mantener la biodiversidad de los ecosistemas productivos y naturales.

Para ello, es importante el desarrollo de las siguientes actividades:

- Identificar las especies de flora y fauna silvestre (nativa) de la finca, mediante un inventario.
- Suprimir la caza, tala y quema del bosque.
- Establecer áreas de protección del bosque natural donde no se instalen cultivos.
- Instalar sombra natural en el café, priorizando especies forestales nativas.
- Proteger las fuentes de agua, colpas⁸ naturales y todo ecosistema frágil, por lo cual se prohíbe el cambio de curso de fuentes naturales de agua.

⁸ Vocablo local usado para referirse a un lugar específico en la selva a donde acuden diversas especies de fauna silvestre (especialmente mamíferos) para consumir ciertas sustancias compuestas de sales.



3

EL CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO

EL CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN SAN MARTÍN

Para entender la contribución de las intervenciones realizadas por el Proyecto CCC es indispensable conocer las características físicas, naturales, sociales y económicas de la región San Martín y comprender la importancia de la caficultura en la misma. Esto puede ayudar en la prevención del impacto del cambio climático proyectado a futuro en las zonas donde actualmente se cultiva café en la región.

3.1 LA REGIÓN SAN MARTÍN

La región San Martín se ubica en el norte de la Amazonía peruana y 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 habitantes (753.339) y una densidad de 14,3 habitantes/km² (INEI, 2007). La región ocupa parte de las cuencas de los ríos Huayabamba, Alto Huallaga, Medio Huallaga, Bajo Huallaga y Mayo. Se distinguen tres unidades geomorfológicas: primero, la Cordillera Oriental cubierta por bosques, que alcanza una altitud de más de 3.000 msnm, con fuertes pendientes y suelos superficiales que limitan el desarrollo de cultivos. Segundo, la Cordillera Subandina con una altitud de hasta 1.800 msnm y con suelos superficiales en las laderas y suelos más profundos y de origen aluvial en los valles aptos para la actividad agropecuaria. Finalmente, la Llanura Amazónica, hacia el noreste que presenta un relieve plano con ligeras ondulaciones que alcanzan altitudes de hasta 200 msnm (IIAP, 2005).

En términos de capacidad de uso mayor de los suelos, San Martín se caracteriza por contar con tierras con una capacidad de protección (75%) y forestal (14%). Las tierras aptas para cultivos en limpio y permanentes representan únicamente el 11% del territorio, las que se ubican en las márgenes de los cursos de agua principales (IIAP, 2005).

Sin embargo, el proceso de ocupación del territorio en la región y la progresiva conversión del bosque en tierras agrícolas —debido a la expansión de cultivos como café en las áreas de altura y recientemente palma e infraestructura vial—, ha colocado a San Martín como la región más deforestada de la Amazonía con una pérdida total de casi 360.000 hectáreas entre los años 2001 y 2014 (MINAM, 2015).

San Martín está conformada por más de 90.000 unidades agropecuarias (con una superficie total de 1'323.260 ha). Sin embargo, el 55% de la



superficie agropecuaria de la región está bajo monte y bosque, seguido por cultivos permanentes (14%), purmas (8%), cultivos anuales/bianuales (7%) y pastos (6%). Cabe resaltar que el café es el principal cultivo permanente (93.688 ha) (INEI, 2012).

El Gobierno Regional de San Martín ha implementado la Zonificación Ecológica Económica (ZEE) en el año 2005 como una herramienta de ordenamiento territorial. Mediante el ZEE se trata de identificar diversas alternativas de uso sostenible en un territorio determinado, en concordancia con sus potencialidades y limitaciones. Esto implica identificar áreas con vocación agrícola, pecuaria, forestal, pesquera, minero energético, de protección, de conservación de la biodiversidad, ecoturístico y urbano industrial, entre otros (IIAP, 2005).

De esta manera, la ZEE de San Martín ha definido 42 zonas ecológicas económicas. Esta información sirve de base para orientar la toma de decisiones en la formulación de políticas y planes de ordenamiento territorial. En ese sentido, según su ZEE, en términos generales la región se caracteriza por el gran porcentaje que corresponden a zonas de protección ecológica (65,6%). Las zonas con potencial para actividades agropecuarias solo representan el 10%, mientras que cerca del 5% están constituidas por zonas para producción forestal y otras actividades productivas (IIAP, 2005).

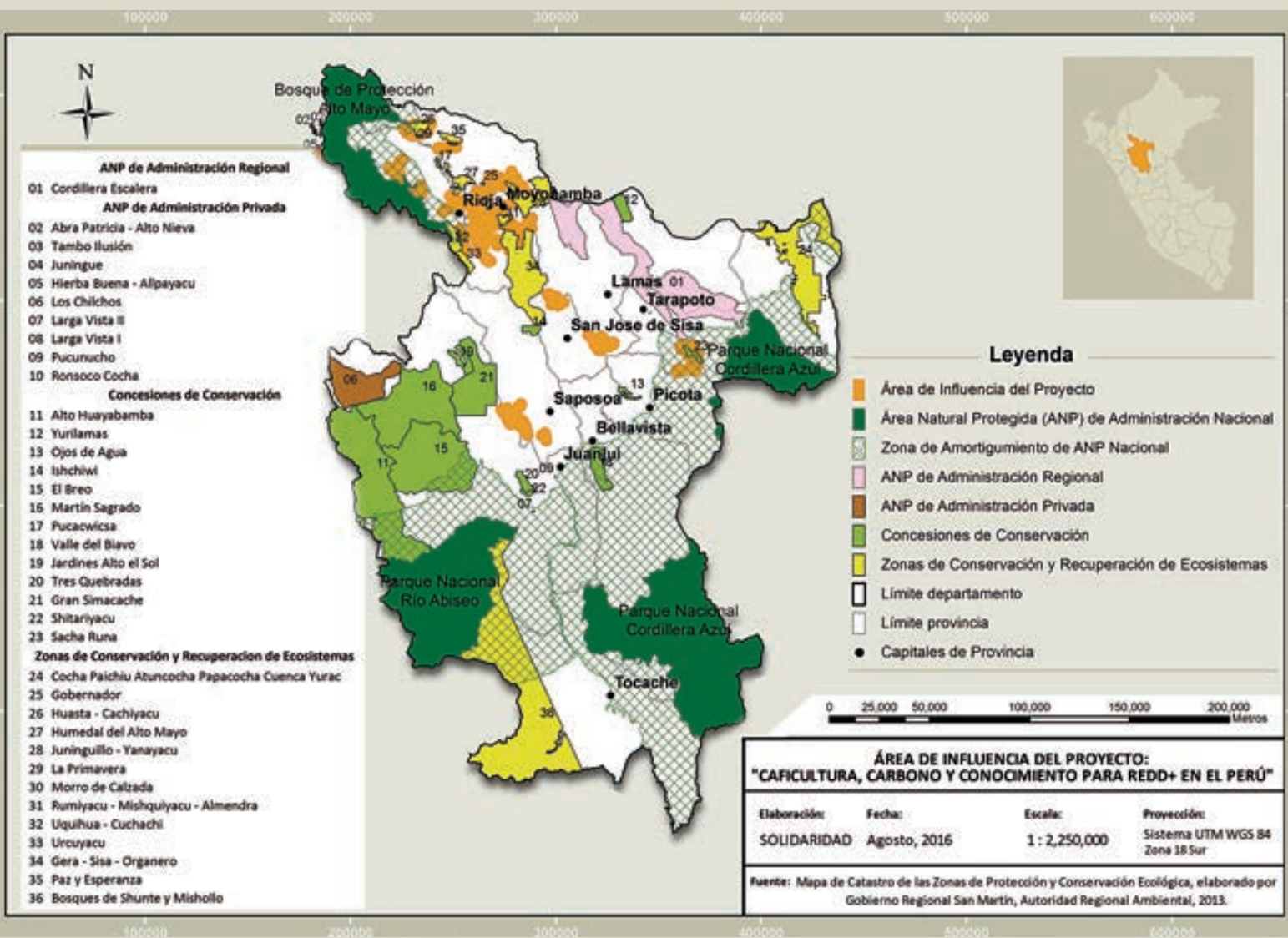
No obstante, un área significativa ha sido deforestada con fines agrícolas pero desde el punto de vista de aptitud corresponden a tierras que son para protección o para producción forestal, constituyendo zonas para recuperación (19,3%); estas tierras, a pesar de su ocupación, están fuera de la posibilidad de titulación privada, solo pueden otorgarse bajo otras modalidades de títulos habilitantes (concesión de conservación, concesión para ecoturismo, concesión para reforestación, etc.). Gran parte de estas tierras, actualmente consideradas como Zonas de Conservación y Recuperación de Ecosistemas (ZoCRE) han sido inmatriculadas a favor del Gobierno Regional de San Martín para ser gestionadas con las poblaciones asentadas, organizaciones o instituciones a través de planes de gestión⁹. Algunas ZoCRE contienen en su interior posesiones con cultivos de café, por lo que la implementación de sistemas agroforestales con esta especie es clave como mecanismo de recuperación de la cobertura boscosa y de algunos servicios ecosistémicos asociados, como la conservación del agua y el suelo.

Se espera que la ZEE se constituya en el instrumento base para la implementación adecuada (de acuerdo al potencial del territorio) de los nuevos sistemas productivos en la región. Asimismo, la Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ) está desarrollando una propuesta

⁹ Gobierno Regional de San Martín, Autoridad Regional Ambiental. Resolución Gerencial N° 001-2012-GRSM/ARA, 14 de noviembre del 2012.



Figura 11. Ubicación de la región San Martín, categorías de áreas naturales protegidas y ámbito del Proyecto CCC



piloto de zonificación forestal de San Martín como punto de partida para un desarrollo sostenible en el marco de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N°29763). Esta propuesta técnica tendrá que ser aprobada luego por el Servicio Nacional Forestal (SERFOR) una vez que sea sometida a un proceso participativo para su discusión y validación por los actores locales y de la sociedad civil.

Como se menciona en el capítulo 4, las intervenciones de los productores, asociaciones de productores, cooperativas u organizaciones que realizan proyectos productivos deben tener en cuenta este marco de organización legal del territorio y considerar cuáles son las acciones

adecuadas que deben implementarse en cada categoría de uso de suelo. De esto depende la posibilidad de acceder a títulos legales de propiedad o mecanismos alternativos (ver las cesiones en uso agroforestal) y obtener beneficios de las ventajas que el productor puede tener al contar con diversas formas de derecho sobre la tierra.

En la figura 11 se muestra el mapa de San Martín conteniendo las diversas categorías de Áreas Naturales Protegidas (ANP) y el ámbito del Proyecto CCC de Solidaridad.



3.2 CAMBIO CLIMÁTICO Y PROYECCIONES DE IMPACTO EN EL CULTIVO DE CAFÉ EN LA REGIÓN SAN MARTÍN

De acuerdo con las proyecciones climatológicas para Perú, se espera que la temperatura en general aumente de 1 a 2 °C y que los cambios en la precipitación varíen según la región (SENAMHI 2009). En San Martín, el promedio de los modelos climáticos muestran cambios ligeros en la precipitación (+/- 5%), así como aumentos de la temperatura del aire de más 1°C de temperatura mínima, a 1,5°C de temperatura máxima. Sin embargo, el grado de calentamiento medio sería mayor durante el invierno (más de 1,8°C) y las temperaturas máximas tenderían a incrementarse algo más que las mínimas (0,3°C) (MINAM 2016).

Según Guzmán (2013), la distribución actual del cultivo de café en la cuenca alta del río Sisa se encuentra en el rango de 1.000 a 2.000 msnm, siendo la zona que abarca la mayor parte del cultivo (3.199,5 ha). Estas zonas de bosques de montañas (Torres J y Gómez, A. 2008) se caracterizan por tener condiciones óptimas para el desarrollo de este cultivo en temperatura mínima (en el rango de 9,4°C a 22,3°C), temperatura máxima (en el rango de 21,3°C a 34°C) y precipitación (con rangos de 962 a 1.890 mm anuales).

Estudios locales realizados a nivel de la cuenca del río Sisa en la región San Martín, y basados en los registros históricos de temperatura y precipitación en el período 2001-2007, muestran que durante este periodo las temperaturas máximas extremas durante los meses de diciembre y enero oscilaron entre los 32 °C y 34 °C (temperaturas extremas para el cultivo de café), respectivamente. Además, desde el 2001 se ha observado una tendencia ascendente en el valor de la temperatura mínima; lo que indica que las noches son más cálidas. Los estudios también muestran que la distribución espacial de la lluvia fue variable, registrándose precipitaciones desde 1.000 mm/año hasta 2.000 mm/año, y que existe una marcada tendencia de intensificación en los extremos de precipitación; es decir los días secos se incrementan y la precipitación es más intensa (llueve más en menos tiempo) y es menos frecuente en el año (los periodos secos se alargan). Los meses que más cambios han experimentado en el comportamiento de las lluvias fueron diciembre (ascenso) y agosto (descenso) (Torres, J; Gómez, A 2008).



Los modelos climáticos predicen que la distribución potencial del cultivo de café al 2050 disminuirá en las áreas de la cuenca alta del río Sisa en 243 ha en los rangos de 1.000 a 1.500 msnm. A su vez, se aprecia un incremento de 194,2 ha (2,96%) de áreas no aptas para el café en todos los rangos de altitud (500 a 2.500 msnm) y se observa un incremento de 97,76 ha (1,49%) de las áreas aptas al 2050 (Guzmán, 2013).

Los riesgos previstos en el cultivo del café con relación al cambio climático son:

- **Temperaturas más elevadas:** pueden hacer que el cultivo de café migre hacia zonas más altas (Schepp *et al.*, 2010), lo que puede tener implicancias en las zonas de protección forestal y generar o exacerbar los problemas sociales y ambientales existentes.
- **Posibles impactos debido a una agudización de la variabilidad climática:** mayor presencia de eventos extremos (lluvias, sequías, friajes) pueden poner en riesgo los sistemas de producción (Torres, J; Gómez, A 2008).
- **Erosión de suelos:** sobre todo en zonas de ladera debido a la agudización (intensidad y frecuencia) de las lluvias y los vientos huracanados (Schepp *et al.*, 2010; Torres, J; Gómez, A 2008).
- **Pérdida de diversidad biológica:** puede ocurrir por los cambios en los factores (clima, hábitat, controlador, huésped) determinantes en las plagas, enfermedades o desaparición de polinizadores; por ejemplo para la presencia de algunas especies biológicas sobre todo en la flora. (Torres, J; Gómez, A 2008).



- **Aparición de nuevas plagas** (arañita roja, queresas, minador de hojas) e incremento del nivel de daño de enfermedades y plagas (como roya amarilla, arañero, ojo de pollo, antracnosis, pie negro, broca).
- **Disminución de producción, productividad y calidad de los campos de cultivo de café** (adaptado de Schepp *et al.*, 2010; Torres, J; Gómez, A 2008). De manera indirecta esto lleva a que los productores talen bosques para compensar la seguridad alimentaria de sus familias e instalar nuevas plantaciones de café.
- **Pérdida de la calidad de taza y de los granos de café** por crecimiento acelerado, sin la debida maduración.
- **Pérdida de la calidad de taza** debido a la introducción masiva de variedades resistentes a la roya, como los Catimores de inferior calidad.
- **Temperaturas mayores a 30 °C** pueden provocar clorosis, aborto de flores o flores estrella que no producen frutos. Las pérdidas de producción pueden llegar hasta en 95% (Wintgens 2004).
- **Precipitaciones intermitentes con periodos secos** pueden incrementar el número de floraciones y el tiempo de cosecha, reduciendo el tiempo de descanso y la recuperación de la planta (Baca *et al.*, 2010). Este alargamiento del periodo de floración trae consigo algo positivo; reduce la urgencia de falta de mano de obra durante la cosecha.
- **Lluvias prolongadas** afectan el manejo poscosecha (secado, transporte).
- **Vientos huracanados** producen caída de árboles, ramas y erosión de suelos.
- **Reducción de las exportaciones** de café de alta calidad y pérdidas económicas para el sector y el Perú.





4

ENFOQUE DE PAISAJE EN EL MARCO NORMATIVO DE PERÚ

ENFOQUE DE PAISAJE EN EL MARCO NORMATIVO DE PERÚ

Los actores de la administración pública como gobiernos regionales, provinciales y distritales utilizan diferentes herramientas para manejar los territorios, planificar y coordinar las actividades humanas en ellos, tratando de que su impacto sea mínimo y, que a la vez, se logre alcanzar los objetivos de actores que habitan en el mismo.

4.1 PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

Existen diversas leyes y normas que contribuyen a construir el marco legal de la planificación territorial, que es muy importante que los extensionistas, promotores y facilitadores de las asociaciones de productores y otros actores conozcan y tengan en cuenta (ver anexo 1).

- **Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor (D.S. N° 017-2009-AG)**

La ZEE se construye a partir de diferentes informaciones sobre un territorio. La más importante es la Capacidad de Uso Mayor de Tierras (CUM) que es la aptitud “natural” de una superficie. La definición de esta aptitud toma en cuenta las características edáficas, climáticas (zonas de vida) y de relieve en cada unidad de análisis. Todo Sistema de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso Mayor representa el basamento inicial donde se apoyan las políticas

y acciones para el auténtico manejo y conservación del recurso suelo y de los demás recursos naturales conexos (Artículos 3°, 4°, 7°, 8°, D.S. N° 0062-75-AG, D.S. N° 017-2009-AG). En consecuencia, se establecen cinco grupos de CUM (ver anexo 2).

Sobre la base de esta clasificación la actividad agrícola se puede desarrollar solamente en las tierras aptas para cultivos en limpio y permanentes. Sobre estas categorías el Estado puede otorgar títulos de propiedad. Las tierras de aptitud forestal y de protección son tierras públicas que pertenecen al Estado. En estas categorías no se puede otorgar un título privado.

Las tierras aptas para producción y de protección son tierras forestales y se amparan en el régimen forestal que es regulado por la Ley Forestal y de Fauna. Por lo tanto, los produc-



tores que están asentados en tierras forestales tendrían que considerar los mecanismos que el régimen forestal les ofrece para poder manejar y aprovechar los recursos.

- **Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N°29763)**

Establece el marco legal para regular, promover y supervisar la actividad forestal y de fauna silvestre. La ley busca promover la conservación, la protección, el incremento y el uso sostenible del patrimonio forestal y de fauna silvestre dentro del territorio nacional, integrando su manejo con el mantenimiento y mejora de los servicios de los ecosistemas forestales y de otros ecosistemas de vegetación silvestre; e impulsar el desarrollo forestal al mejorar su competitividad, generar y acrecentar los recursos forestales y de fauna silvestre; y su valor para la sociedad (artículo 1°).

En el marco de la ley, la zonificación forestal (ZF) delimita las tierras forestales de acuerdo al enfoque ecosistémico, siguiendo la normativa sobre la zonificación ecológica económica. Busca integrar aspectos ecológicos incorporados en la capacidad de uso mayor de la tierra, la clasificación de tipos de bosque (mapa forestal), la cobertura vegetal actual, las condiciones de fragilidad relativa de los ecosistemas, la distribución de la biodiversidad forestal y de fauna silvestre, y su estado de conservación con los aspectos económicos, sociales y culturales vinculados a la ocupación del territorio y los dispositivos legales.

La **ZF** establece cuatro categorías descritas en el anexo 3. Para todas las categorías de tierras forestales (capacidad de uso mayor forestal F o de protección X) el Estado prohíbe el cambio de



uso por ejemplo: *conversión de las tierras clasificadas como bosque, las tierras comunales y de protección para fines agropecuarios*) (Art. 37). Asimismo, prohíbe en ellas el otorgamiento de títulos de propiedad, certificados de posesión, así como cualquier tipo de reconocimiento o instalación de infraestructura pública de servicios. Es muy importante para los productores cafetaleros tener la posibilidad de acceder a títulos habilitantes en las zonas de recuperación y zonas de tratamiento especial que corresponden a áreas transformadas, degradadas y de producción agropecuaria, donde hoy en día se pueden encontrar fincas instaladas. Esto no aplica al cambio de usos futuros que no son legales (ver anexo 3).

La cesión en uso para sistemas agroforestales es un título habilitante en zonas de producción agroforestal, silvopecuaria o de recuperación. Estos contratos de cesión en uso en tierras de dominio público son suscritos por la

Autoridad Regional Forestal y de Fauna Silvestre en superficies no mayores a 100 hectáreas, con las condiciones y salvaguardas establecidas por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), respetando los derechos adquiridos (Artículo 63°). Dependiendo de la categoría de zonificación forestal en la que se suscriban, los sistemas agroforestales cumplirán objetivos de producción forestal o de restauración y conservación.

Estas categorías incluyen zonas de tratamiento especial (ZTE) y de recuperación (ZR), (Art 27).

- i. ZTE: zona que requiere una estrategia especial de uso. Incluye las zonas de producción agroforestal y silvopastoril en tierras forestales (F) o de protección (X) que fueron objeto de retiro de cobertura boscosa y se han instalado sistemas sostenibles de producción permanente.
- ii. ZR: existen dos tipos, zonas de recuperación con fines de producción forestal maderera y zonas de recuperación con fines de restauración y conservación con especies nativas (ambas tienen una cobertura arbórea de bosques primarios o secundarios menor o igual a 30%).

La suscripción de un contrato¹⁰ de cesión en uso obliga al titular a cumplir las condiciones establecidas, respetar los bosques remanentes, instalar especies forestales maderables o no maderables en el sistema productivo y llevar a cabo

¹⁰ Actualmente el SERFOR, en cooperación con GIZ e ICRAF, viene desarrollando estudios para generar modelos de contrato de Cesión en Uso para Sistemas Agroforestales que se adecuen a la realidad o condiciones de ocupación de los conductores o posesionarios de las tierras F y X, con el objetivo de que las prácticas actuales armonicen y se alineen a las normativas estipuladas en la Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763.

prácticas de conservación de suelos, de fuentes y cursos de agua (Artículo 119°).

La ley define como sistema agroforestal una clase de sistema de uso de la tierra que consiste en el manejo asociado de especies forestales y agropecuarias en una misma parcela, en el espacio y en el tiempo. Incluye prácticas de integración, preservación y manejo de especies leñosas perennes en sistemas productivos agrícolas anuales o perennes (Artículo 7° del D.S. N°020-2015-MINAGRI).

- **Ley de Mecanismos de Retribución de Servicios Ecosistémicos (Ley N° 30215)**

Establece el marco general para la compensación y/o retribución de los servicios ambientales con la finalidad de contribuir a la conservación, recuperación y uso sostenible de la diversidad biológica y recursos naturales del país.

Se considera servicios ecosistémicos a aquellos beneficios económicos, sociales y ambientales (directos o indirectos) que las personas obtienen como beneficio del buen funcionamiento de los ecosistemas; tales como la regulación hídrica en cuencas, el mantenimiento de la biodiversidad, el secuestro de carbono, la belleza paisajística, la formación de suelos y la provisión de recursos genéticos, entre otros, señalados en el reglamento de la presente ley.



4.2 IMPLICACIONES POR LAS INTERVENCIONES ACI A NIVEL DE PRODUCTOR

4.2.1 TENENCIA DE LA TIERRA

Los productores que no poseen títulos de propiedad no tienen las mismas oportunidades que los productores que sí los tienen. La opción de formalización a través de la cesión en uso agroforestal (Ley N°29763, Artículo 63) se tiene que tomar en cuenta como una oportunidad para facilitar el acceso al crédito, al mercado legal de madera y al mecanismo de pagos por servicios ecosistémicos (para los productores que no tienen títulos de propiedad). Los lineamientos de implementación se deben definir a nivel regional, por lo tanto, es esencial que los productores sean informados sobre las oportunidades, las condiciones del mecanismo y sobre cómo poder acceder a él, poniéndose en contacto con la Autoridad Regional Ambiental (ARA) San Martín y la Dirección Regional de Agricultura San Martín (DRASAM).



4.2.2 CONDICIÓN DEL USO DE LA TIERRA

Bosques primarios, bosques degradados, bosques secundarios (purmas), chacras, pastizales nos muestran la potencialidad productiva de cada área. Por ello, es prioritario evaluar su nivel de degradación y las intervenciones necesarias para establecer un sistema productivo. El conocimiento sobre el estado actual de los usos de la tierra a nivel de finca nos permiten evaluar en qué medida podemos aprovechar las interacciones entre los diferentes componentes y los recursos actuales de flora y fauna que benefician al productor, a través de diferentes servicios ambientales (polinización, dispersión de las semillas, conservación y protección del suelo, viento y agua, erosión, fuego, sanidad, etc.)

Es importante valorar el conocimiento local para poder evaluar el estado de degradación o de fertilidad (especies indicadoras en relación a las características del suelo).



4.2.3 CAMBIO DE USO DE SUELO

Es importante conocer si existe alguna restricción legal (en base al CUM y la ZF acerca de la posibilidad de realizar actividades productivas). Por ejemplo: áreas colindantes con áreas protegidas o reservas territoriales, bosques de producción o de protección.

El cambio de uso (legal o ilegal) puede modificar el balance de los componentes a nivel de la finca e influenciar de manera negativa en el balance hídrico y la erosión a nivel de la parcela, de la finca y de la cuenca.

4.2.4 CONDICIÓN DEL USO DE LA TIERRA DE LOS VECINOS Y DE LA COMUNIDAD

Al tomar decisiones en materia de diseño y manejo del cafetal, es importante que se considere el impacto de las acciones individuales sobre los servicios ecosistémicos que benefician a todos. Muchos problemas pueden generarse debido a deslizamientos o fuego generado por la imprudencia y los descuidos de los vecinos, y por la contaminación del agua y del suelo por la utilización de agroquímicos. Asimismo, muchos beneficios se pueden incrementar favoreciendo la movilidad de las especies, conservando o restaurando la conectividad del paisaje a través de acciones colectivas de planificación a nivel de centros poblados o asociaciones de microcuencas. Es importante reconocer que las acciones del vecino repercuten sobre la finca y la parcela del productor.



5

**ACTIVIDADES
Y PRÁCTICAS
CLIMÁTICAMENTE
INTELIGENTES**

ACTIVIDADES Y PRÁCTICAS CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTES

EN CAFETALES A NIVEL DE PARCELA Y FINCA

Un sistema natural (por ejemplo, un bosque primario) se convierte en un agroecosistema (sistema agrícola) cuando es intervenido por el hombre. A partir del momento en que el agricultor retira la cobertura vegetal natural del suelo y pasa a explotarlo económicamente se rompe el equilibrio establecido por la naturaleza; por tal razón, es necesario buscar desde el inicio del establecimiento del cafetal las medidas que ayuden a una explotación racional, económica y sostenible del cultivo, por el mayor tiempo que sea posible. Esto se puede lograr si al establecer un cafetal o cualquier otro cultivo se implementan prácticas o medidas que ayudan a conservar el suelo, el agua, la planta de café y el bosque para no afectar “el ambiente en el cual se desarrollará el cultivo” (adaptado de Pineda *et al.*, 2012).

El primer aspecto a considerar en un agroecosistema son los límites, que son designados arbitrariamente, los cuales pueden ser equivalentes a una finca, lote, parcela, milpa, solar, etc., o bien a un conjunto de estas unidades. Otro aspecto a considerar es la relación que existe entre el agroecosistema y su entorno social y ambiental. Existe toda una red de conexiones a partir de cada agroecosistema hacia la sociedad humana y los

ecosistemas naturales. Es importante distinguir las entradas (entradas realizadas por el agricultor como los insumos para la producción y entradas naturales como la lluvia, radiación solar, viento, etc.) y las salidas (productos para la venta o el consumo familiar) y conocer también cuáles son los elementos internos del agroecosistema. A medida que los insumos externos antropogénicos (agricultores) se reducen, se puede esperar un retorno a los procesos ecológicos más naturales (Gliessman, S. 2002).

Además, se debe tener presente que todas las actividades que se hacen dentro de la parcela o de la finca para crear sistemas biodiversos, equilibrados, ambientalmente sostenibles y rentables también impactan a nivel de paisaje, porque son pequeños núcleos de vida (como zonas de amortiguamiento) (adaptado de Gliessman, 2002), (ver figura 12).

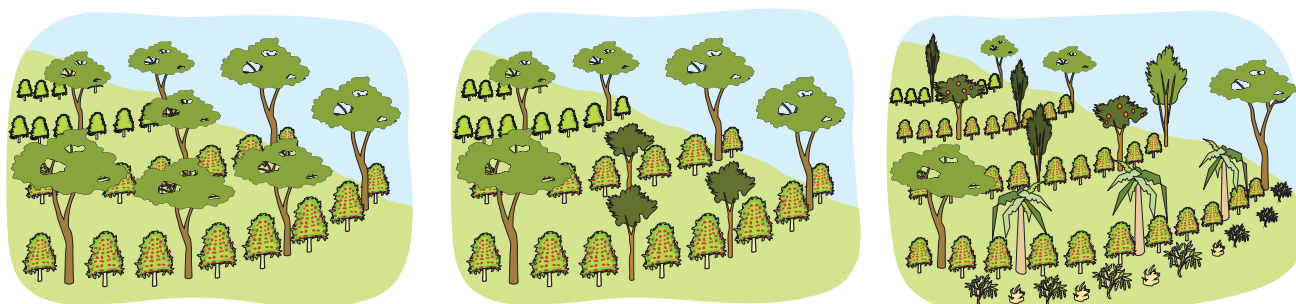
En el presente capítulo destacaremos el enfoque de Agricultura Climáticamente Inteligente que propone Solidaridad para el sector cafetalero luego de haber realizado un trabajo de investigación en la región San Martín, así como haber implementado actividades a través de un proyecto.



La instalación de sistemas de café asociado con otras especies vegetales (árboles, frutales, arbustos, leguminosas u otros) requiere de ciertas

consideraciones básicas antes de iniciar el proceso y de un mayor conocimiento por especie para poderlo manejar adecuadamente.

Figura 12. Sistemas agroforestales con café



5.1 ACTIVIDADES DE DIAGNÓSTICO Y PLANIFICACIÓN PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS CON CAFÉ

Son actividades que, antes de iniciar la instalación de un cafetal o cualquier otro cultivo, son importantes de realizar para lograr un buen diseño del sistema agrícola e identificar los factores que influyen positivamente en el cultivo. Estos son: el diagnóstico y la planificación.

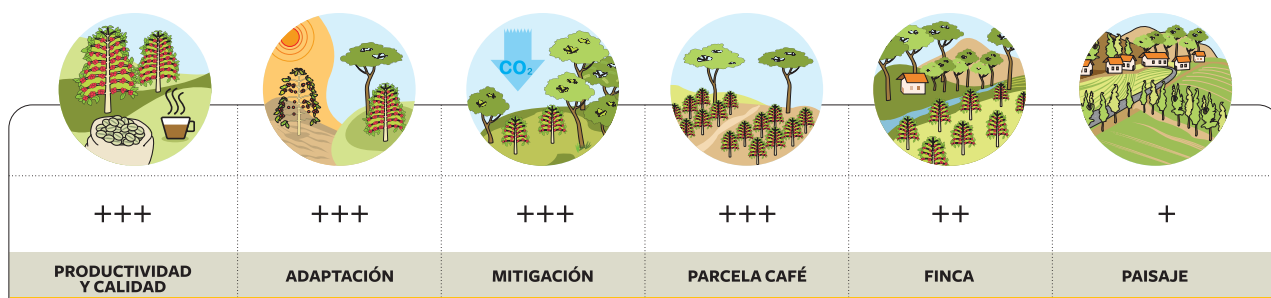
5.1.1 ETAPA DE DIAGNÓSTICO 1: PARA CAFETALES NUEVOS

El diagnóstico del terreno donde se pretende instalar un cafetal nuevo debe ser realizado antes de proceder al diseño y planificación de actividades. Esta actividad contribuye al éxito de un buen diseño y el funcionamiento equilibrado del sistema agrícola de acuerdo con los tres pilares de ACI y contribuye a nivel de paisaje, finca y parcela (ver figura 13).

Asimismo en esta etapa sugerimos considerar los siguientes puntos:

- **Selección del terreno:** se recomienda que se haga un análisis serio y consciente de los factores que influyen positivamente en el cultivo de café, que son los mismos que se identifican en la zona donde se ubica el terreno (Pineda *et al.*, 2012). Al seleccionar la parcela se debe considerar la clasificación de uso de la tierra por la capacidad de uso mayor (CUM) a la que pertenece (ver anexo 2) porque esto determinará las actividades adicionales que se tendrán que implementar, en el caso de que el terreno no tenga vocación de uso de suelo para cultivos perennes.
- **Reconocimiento del terreno:** para instalar el cultivo de café hay que conocer el terreno y todo lo que habita en él. Por ello, es necesario hacer un recorrido del mismo para evaluar el estado de la capa arable (materia orgánica, hojarasca, señales de

Figura 13. Contribución del diagnóstico en ACI



erosión, encharcamiento, otros), el tipo de malezas (que nos pueden indicar la fertilidad y los rangos de acidez del suelo, como por ejemplo: mediante plantas indicadoras como los helechos), determinar la pendiente o inclinación del mismo (de forma manual o con un clinómetro que es un instrumento para medir pendiente), hacer un muestreo de suelo antes del inicio de las lluvias y solicitar un análisis de suelo para determinar la disponibilidad de nutrientes, el pH, la cantidad de materia orgánica y la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) que nos ayudarán a realizar un buen plan de abonamiento según las necesidades de la variedad de café, la edad del cultivo (extracción de nutrientes por planta/año) y el tipo de sistema que se decida implementar. Además, si el terreno ha sido utilizado para otros cultivos o ganadería es necesario evaluar las plagas, enfermedades, malezas y los cultivos vecinos para conocer la sanidad del suelo y del medioambiente alrededor del terreno.

- **Altitud sobre el nivel del mar:** para establecer un cafetal hay que conocer la altitud a la que se encuentra el terreno. Generalmente las parcelas deberán establecerse en altitudes que tengan climas adecuados para el café.

- **Definir el tipo de sistema a instalar y el cultivo principal:** café y árboles, u otras especies o cultivos transitorios asociados.
- **Inventario de datos:** conocer la historia de la parcela o del terreno que se pretende utilizar para la nueva plantación, de la finca y de sus alrededores (vecinos). Este conocimiento nos ayudará a decidir sobre el diseño del sistema y prevenir problemas de malezas, plagas, enfermedades y deficiencias nutricionales, entre otros.
- **Tener objetivos claros y bien definidos:** como obtener alta productividad y calidad de café, lograr la sostenibilidad del sistema ante eventos o choques externos (clima, precios, otros), mantener la conservación y protección del medioambiente (mitigación de GEI), conseguir alta rentabilidad (costo/beneficio), adoptar tecnologías y hacer investigación aplicada (adaptación y resiliencia ante el cambio climático).
- **Tecnologías:** las tecnologías que se implementen en el sistema de café estarán en función al acceso y disponibilidad de recursos de las familias (ver figura 14).



Figura 14. Recursos que requieren las familias para cultivar café



Fuente: adaptado de DDID (1999)

- **Recursos de las comunidades y/o familias**

Naturales: agua disponible, suelo y biodiversidad de especies de flora y fauna del lugar.

Humanos: los conocimientos del productor y de la familia sobre el cultivo del café, la mano de obra y la salud.

Físicos: herramientas, equipos, materiales, la infraestructura para el beneficio poscosecha, la zona de secado y almacenamiento del café, el acceso a carreteras por donde trasladar el producto.

Sociales: la participación activa del productor en asociaciones u otro tipo de organización que les permita comercializar su producto a un precio que sea rentable para el productor y su familia.

Económicos: el capital para invertir en el nuevo cafetal hasta el inicio de su producción comercial (mínimo 3 años), el acceso a créditos, insumos para la producción, entre otros.

- **Factores agronómicos:** son factores que el productor puede acondicionar según sus recursos y conocimientos. Dentro de estos factores se pueden mencionar la variedad a sembrar, las distancias de siembra, futuro manejo, entre otros (Pineda *et al.*, 2012).
- Existen muchas situaciones limitantes según la ubicación de los terrenos, como terrenos planos donde las arcillas no permiten una buena infiltración del agua (para ello tenemos que pensar en hacer drenajes o zanjas, cubetas o alguna obra de conservación de suelo que evite el anegamiento del terreno y la falta de oxígeno para las raíces. También, terrenos en ladera que pueden ser erosionados por el agua de las lluvias o el viento, entre otros.

- **El entorno alrededor del terreno:** se debe considerar los demás sistemas o subsistemas a nivel de finca como ganadería, cafetales, arroz, purmas, cacaoales, bosques primarios o los cultivos de los colindantes de la finca o parcela (vecinos).

El conocimiento de los cultivos vecinos (otros sistemas) ayudará en el diseño del cafetal, previniendo plagas o enfermedades comunes como por ejemplo: pie negro *Rosellinia sp.* en varias especies de frutales y en café, nemátodes como *Meloidogyne sp.* presente en casi todos los cultivos y algunas especies de árboles. ¿Qué consecuencias podría tener instalar el cafetal? ¿Qué acciones debemos tomar para prevenir un impacto negativo con el sistema próximo al que deseamos instalar?

5.1.2 ETAPA DE DIAGNÓSTICO 2: PARA RENOVACIÓN DE CAFETALES O REDISEÑO DE SISTEMAS DE UNA PARCELA O FINCA EN PRODUCCIÓN

Si tuviéramos que realizar cambios en una finca establecida con sistemas o subsistemas en crecimiento o producción se puede considerar adaptar y adoptar la metodología Diagnóstico y Diseño (D&D) de Sistemas Agroforestales Establecidos para iniciar con un buen diagnóstico y rediseño de los sistemas (Raintree 1978).

D&D es una metodología que nos permite acercarnos a la solución de los problemas más comunes que no solo son aplicables en la agroforestería, sino también ante cualquier problema con el diseño de la tecnología (Raintree 1986). Mayor información y ejemplos de aplicación de la metodología se puede encontrar en la bibliografía citada.

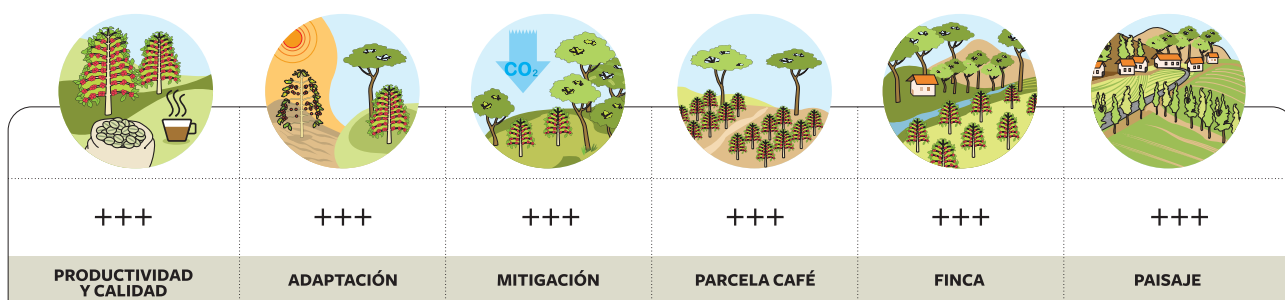
RECOMENDACIÓN

Realiza un diagnóstico de la finca, de las parcelas de café y su entorno, para tener información clave para desarrollar un buen Plan Operativo Anual (POA).

5.1.3 ETAPA DE PLANIFICACIÓN

Con los resultados del diagnóstico (cafetal nuevo o renovación de cafetales) tenemos las herramientas e información para proceder a la planificación. Para planificar la instalación de un sistema de café es necesario que el productor tenga objetivos claros, el conocimiento y la experiencia disponible sobre el tema a desarrollar. El plan debe indicar: ¿Qué hacer? ¿Cómo hacerlo? ¿Quiénes lo harán? ¿Cuándo lo harán? El nivel de detalle del plan es decisión del planificador (Somarriba 2009) (Ver figura 15).

Figura 15. Contribución de la planificación en ACI





Todas estas preguntas deberán traducirse en un Plan Operativo Anual (POA) de la parcela de café, lo cual se puede extender a otras parcelas y a toda la finca. Este plan le permitirá al productor y al asistente técnico contar con un cronograma de actividades que se realizarán en la plantación cada día, semana o mes, indicando la época de instalación de la plantación y la época oportuna para el desarrollo de las principales actividades productivas, de tal forma que asegure un óptimo establecimiento y desarrollo de las plantas de café. Es muy importante que el POA considere las capacidades operativas del productor (mano de obra, financiamiento, etc.) que le sirva como guía para la gestión de su parcela de café.

El POA es una planificación anual y muy específica de las actividades a realizar en el sistema de café durante un año. Sin embargo, es recomendable proyectar planes operativos a mediano o largo plazo siendo este largo plazo proyectado en función del sistema de manejo del cafetal y de los árboles de sombra, por ejemplo el mode-

lo de sistema agroforestal de café CCC de Solidaridad recomienda un sistema de renovación que al cuarto año inicia la poda sistemática alta por tres repeticiones y al año 15, se cosecha los árboles maderables y se renueva totalmente el cafetal.

El POA debe ser flexible para modificarse según las condiciones del clima, plagas, enfermedades, la productividad y calidad del café, entre otros aspectos. Lo importante es que las actividades que se realicen sean oportunas para la edad y la etapa fenológica del cultivo (crecimiento, prefloración, floración, cuajado, crecimiento de frutos, maduración de frutos, descanso).

RECOMENDACIÓN

Desarrolla un POA de la finca a trabajar en función de las capacidades operativas del productor.

5.2 PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA LA INSTALACIÓN Y MANEJO DEL SISTEMA DE CAFÉ

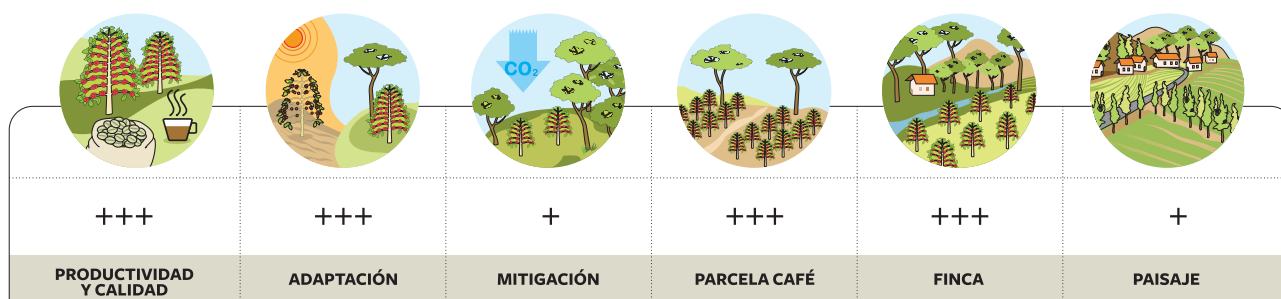
En esta fase de la actividad productiva agrícola se tienen que realizar ciertas actividades que son importantes para el éxito de la producción. Por esto mencionaremos cada una de ellas en forma ordenada; desde la selección de la semilla hasta el transporte para la venta del producto.

Cabe destacar que cada práctica que se realiza en el agroecosistema tiene un impacto en la naturaleza (positivo o negativo), además de en la producción y calidad del producto. Por lo tanto, en cada práctica señalaremos primero su impac-

to considerado de manera cualitativa en la productividad y calidad, adaptación y mitigación, en los tres niveles mencionados anteriormente (paisaje, finca y parcela).

Luego indicaremos la percepción de los actores del sector cafetalero de la región que participaron en los grupos focales, la experiencia y recomendaciones de Solidaridad, complementado con algunas experiencias básicas o específicas que han sido documentadas en otros estudios.

Figura 16. Contribución de la selección de semillas en ACI



5.2.1 SELECCIÓN DE LAS SEMILLAS

La semilla de café constituye la base de la producción a largo plazo (mínimo 15 a 20 años). Es clave seleccionar la variedad más adecuada al terreno y altitud, así como las proyecciones de mercado que prevé el productor. Para ello es básico conocer su procedencia, potencial productivo, manejo, calidad de taza, resistencia a plagas y enfermedades, requerimientos nutricionales y de clima (ver figura 16).

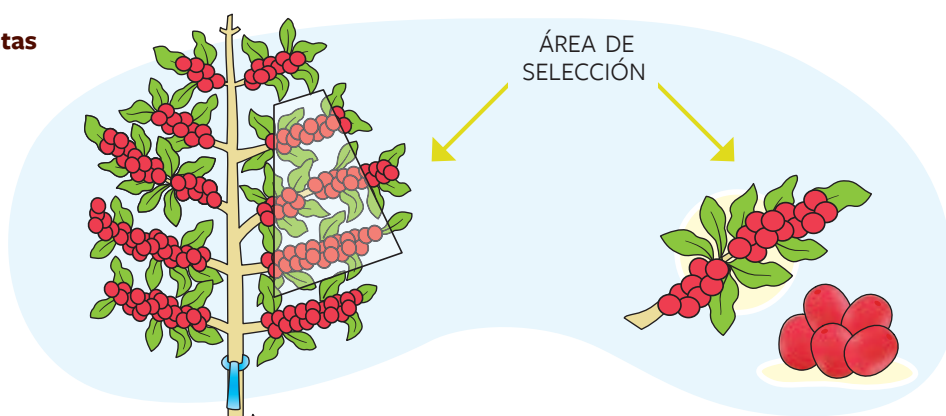
La instalación de una nueva plantación de café requiere de plantas sanas y bien formadas y esto se logra cuando se cuenta con un vivero de plantas de alta calidad. Para lograr este objetivo es necesario contar con semillas de buena calidad, alto poder germinativo y pureza varietal, provenientes de un semillero certificado o de un proceso de selección de semillas efectuado por los mismos productores.

El proceso de obtención y preparación de semillas se basa en el sistema de selección positiva de plantas madres, el cual consiste en elegir plantas con características favorables como alta productividad, tolerancia o resistencia a plagas y enfermedades, rusticidad para adaptarse a condiciones cambiantes por efecto del cambio climático, buena calidad en taza y pureza varietal.

Al seleccionar estas plantas también se tendrá en cuenta la edad de la planta. La cosecha de granos para semilla debe realizarse en forma cuidadosa para asegurar la calidad y poder germinativo de las semillas. Finalmente, se escogen solamente las semillas bien formadas.

Con estas actividades estaremos realizando una primera selección fenotípica (ver figura 17).

Figura 17. Selección de plantas y granos para semilla





Material genético garantizado para la propagación de café

Actualmente, en el Perú no se dispone de semillas de café certificadas que puedan garantizar la calidad del material genético a partir del cual se pueda realizar una siembra de cafetales de alta productividad y calidad. El sector cafetalero nacional confía en que los organismos del Estado como el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) y el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) puedan dar respuesta a la necesidad de miles de agricultores que cultivan el producto agrícola de mayor volumen de exportación del país.

Sin embargo, la situación antes descrita no es impedimento para que los productores continúen seleccionando semillas en sus fincas o en fincas vecinas con pleno conocimiento del proceso.

RECOMENDACIÓN

Selecciona y/o adquiere semilla de calidad genética y/o certificada, o de la mejor opción disponible, para asegurar plantaciones de alto rendimiento.

5.2.2 GERMINADORES Y VIVEROS

El éxito de un buen vivero comienza con la selección de buenas semillas; genéticamente bien formadas para la obtención de plántulas de óptima calidad, lo que contribuye directamente en dos de los pilares de ACI (ver figura 18).

Instalación del germinador: una de las etapas más importantes del cultivo de café es la referente a la semilla, el germinador y el almacigo, pues aunque esta fase tiene una duración de ocho meses, es la base del éxito de una inversión a largo plazo: de 15 hasta 20 años. Todo comienza con definir qué variedad de café va a sembrarse y cómo obtener la semilla.

Obtención de la semilla: en el caso de las variedades tradicionales como Caturra, Típica y Borbón, la semilla debe obtenerse de árboles sanos, productivos, de frutos maduros y bien formados (FNCC 1979 citado de Gaitán *et al.*, 2011).

Sustrato: para la instalación de germinadores (ver figura 19) que garanticen la obtención de plántulas de alta calidad se debe utilizar y preparar el sustrato más favorable. Se recomienda utilizar arena fina o tierra cernida (de preferencia tierra de bosque virgen o donde no haya habido cultivos introducidos por el hombre). Para minimizar los problemas con insectos,

Figura 18. Contribución de los germinadores y viveros en ACI

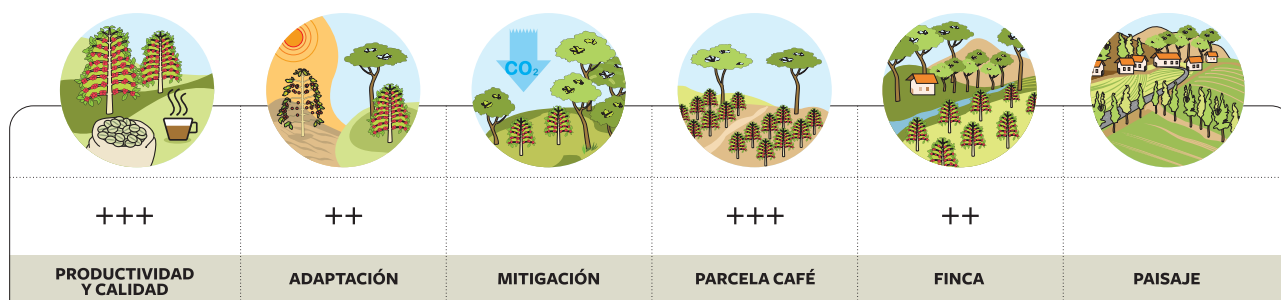


Figura 19. Germinadero de café

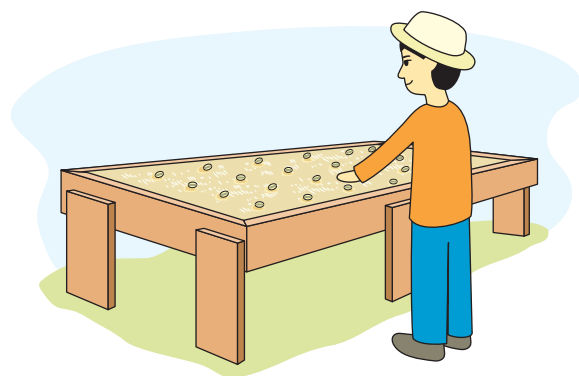
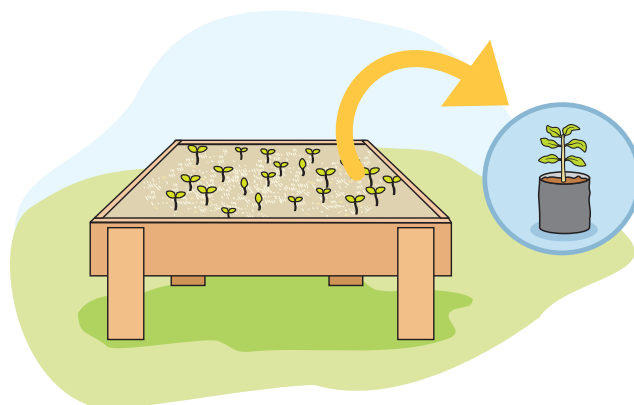


Figura 20. Almacigo de café en estado de fosforito y mariposa



hongos, nemátodos o bacterias se sugiere desinfectar el sustrato mediante la solarización¹¹ o utilizando agua caliente (después del punto de ebullición), se recomienda colocar un costal de yute limpio y esparcir el agua por todo el espacio del germinador para que la distribución del agua sea uniforme y no cause orificios en la arena (Gaitán *et al.*, 2011). La cal o ceniza (2 a 3 kg/m³) podrá ser utilizada con fines de regulación del pH

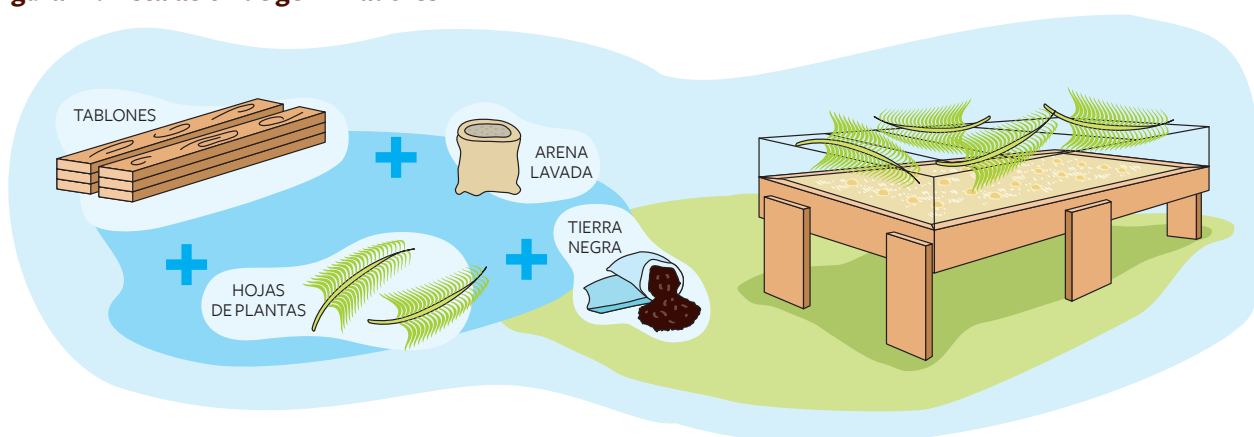
si fuese necesario o como prevención al ataque de enfermedades.

La germinación se manifiesta 21 a 28 días después de la siembra con la aparición de la radícula (raíz) y 20 a 25 días después el tallo emerge fuera de la tierra, siempre envuelta en una parte de la semilla. Poco después esta ligera cáscara se desprende y aparece la mariposa (hojas cotiledonales) (ver figura 20) (adaptado de Coste 1969). Una semilla con el endocarpio (cáscara de la semilla) germina entre los 50 y 70 días y la remoción del mismo acelera la germinación en 20 días, aproximadamente (Gaitán *et al.*, 2011).

¹¹ Consiste en la utilización de una manta plástica transparente que se dispone sobre el sustrato de suelo seleccionado y húmedo. La manta se deja por 30 a 45 días para absorber la radiación solar y crear un ambiente de altas temperaturas sobre el suelo y, de esta manera, eliminar plagas. Una vez pasado este tiempo se descubre y utiliza el sustrato para los almacigos.

http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Methyl_Bromide/sol_al.pdf

Figura 21. Instalación de germinadores

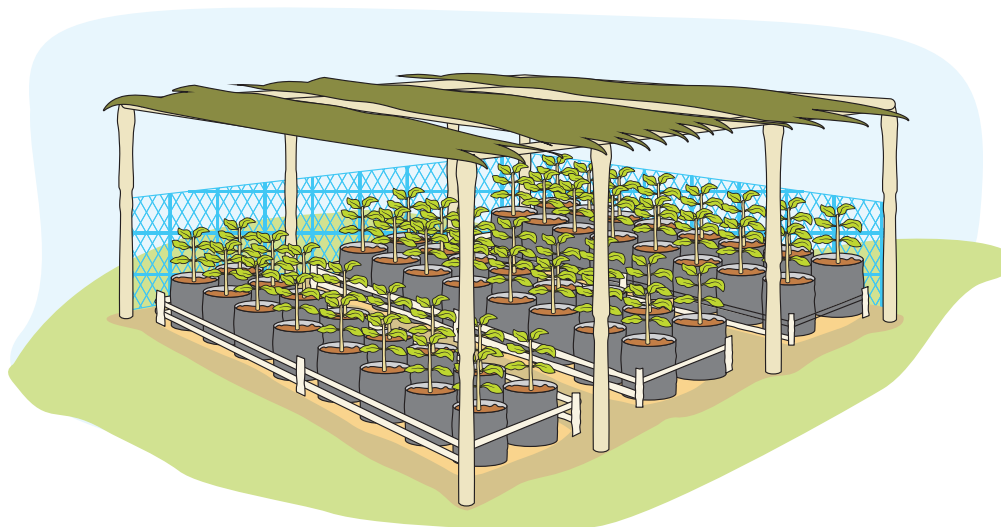




Para la construcción de los germinadores y viveros es posible utilizar materiales reciclados. No es necesario cortar árboles para obtener madera de primer uso (ver figura 21).

Instalación del vivero: para la obtención de plántones de alta calidad, lo fundamental en el vivero es utilizar un sustrato rico en nutrientes y materia orgánica. Para evitar quemaduras de sol y lograr un buen crecimiento de las plántulas provenientes del germinador, el vivero debe tener sombra regulada y riegos oportunos (ver figura 22).

Figura 22. Vivero de café



El sustrato se puede enriquecer incorporando materia orgánica descompuesta como compost. Hay que tener cuidado de no utilizar materia orgánica fresca (estiércol o guano fresco) ya que podría ser fuente de enfermedades. Además, es importante cuidar el origen del sustrato (que no esté infestado con nematodos).

Para realizar un mejor manejo de enfermedades en el vivero se recomienda utilizar sustratos que

proviengan de sitios donde no se haya sembrado café en el pasado; con ello se minimiza el riesgo de diseminación de nematodos.

Entre los problemas fitosanitarios más comunes en los germinadores y viveros de café se encuentran los nematodos, la chupadera y la cercospora. Para el manejo y control de estas enfermedades es importante tener en cuenta:

- Desarrollar a tiempo las actividades culturales y acciones preventivas.
- Generar condiciones adversas que impidan el desarrollo y proliferación de plagas y enfermedades.

- Es mejor prevenir, antes que controlar.
- Utilizar y aplicar controladores biológicos, soluciones orgánicas caseras (bioles), tramperos, entre otros. La utilización de cal o ceniza durante el preparado del sustrato reduce la incidencia de la chupadera y la utilización del hongo *Paecilomyces lilacinus*¹² con bocashi o estiércol descompuesto reduce el

¹² Es un hongo considerado enemigo natural de varios géneros de nematodos y algunos insectos.

ataque de los nematodos. Una forma de repeler los nematodos es sembrando mari-gold (familia de las *Asteraceas* del género *Tagetes*) en las calles como coberturas vivas.

- También los plantones deben tener una nutrición balanceada y rica en nitrógeno para evitar el ingreso de patógenos como la cercospora.

A los 50 a 70 días después de la siembra de la semilla en el germinador se deben repicar en el vivero las mejores plántulas del germinador, aquellas que se encuentren en estado de fosforito o mariposa y que tengan un solo tallo, raíz recta y estén bien formadas.

El crecimiento de la raíz está limitado por el tamaño de la bolsa. Una bolsa de 1 kilogramo permite un adecuado crecimiento de la raíz durante los cuatro primeros meses. Si se planea tener el almácigo por seis meses es necesario utilizar una bolsa de mayor capacidad (Gaitán *et al.*, 2011).

RECUERDA

Produce o adquiere plantones de calidad: bien conformados, vigorosos y sanos.

5.2.3 INSTALACIÓN DE PLANTAS DE CAFÉ EN CAMPO DEFINITIVO

(Ver figura 23).

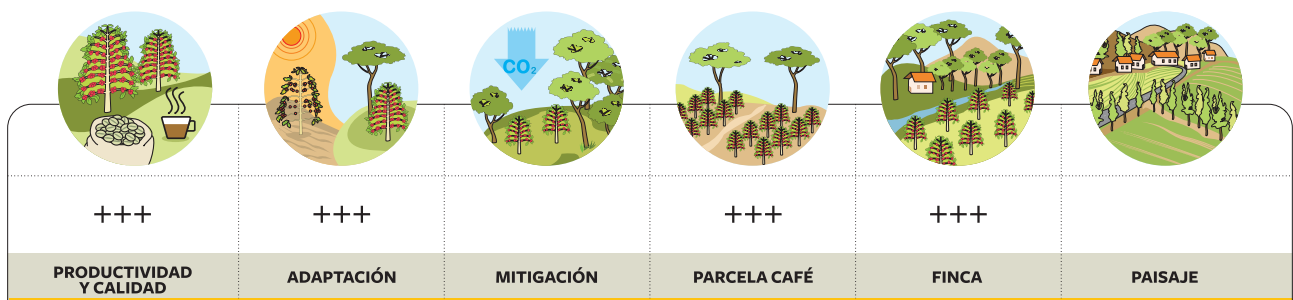
Selección de las plantas de vivero

A campo definitivo solo deben ir las mejores plantas de café. Una planta buena es aquella que tiene un buen tamaño (altura en cm), es vigorosa, robusta, completamente sana (en hojas, ramas, tallo, raíces) y que tengan en promedio de 3 a 5 pares de hojas de color verde (entre 4 a 6 meses de edad en vivero. Esto depende del tamaño de la bolsa y el tamaño del pozo en el que se va a sembrar el cafeto).

Se deben eliminar todas las plantas con defectos en su desarrollo, como plantas raquílicas (con menos altura y número de hojas), con raíces torcidas como cola o rabo de chanco, malformadas (tallo torcido, varios tallos, tallos demasiado elongados), débiles o con problemas fitosanitarios. Si se siembran plantas con defectos, a futuro la plantación presentará una disminución en la productividad y calidad. Este es el momento clave para realizar la selección definitiva, de la cual dependerá la calidad y la productividad de la futura plantación.

Antes de retirar las plantas del vivero se realiza un tratamiento de endurecimiento de los plantones por cuatro a cinco días. El endurecimiento consiste en el retiro gradual de la sombra y la

Figura 23. Contribución de la instalación de plantas en campo definitivo para ACI





aplicación diaria de abonos foliares o agua con azúcar que les permita a las plantitas de café almacenar reservas para resistir mejor el trasplante y, de esta manera, se asegure un alto porcentaje de prendimiento.

RECOMENDACIÓN

El agua con azúcar es absorbida muy rápidamente por la planta y esta solución se convierte en energía que es almacenada y reduce el estrés del trasplante, y si bien esta práctica no es tan científica, es una alternativa para quien pueda realizarla y no tenga algún fertilizante foliar.

de las raíces, se envuelven en costales húmedos o plásticos, conservando siempre las raíces húmedas y bajo sombra con el fin de evitar la deshidratación de la planta durante el transporte al sitio de plantación.

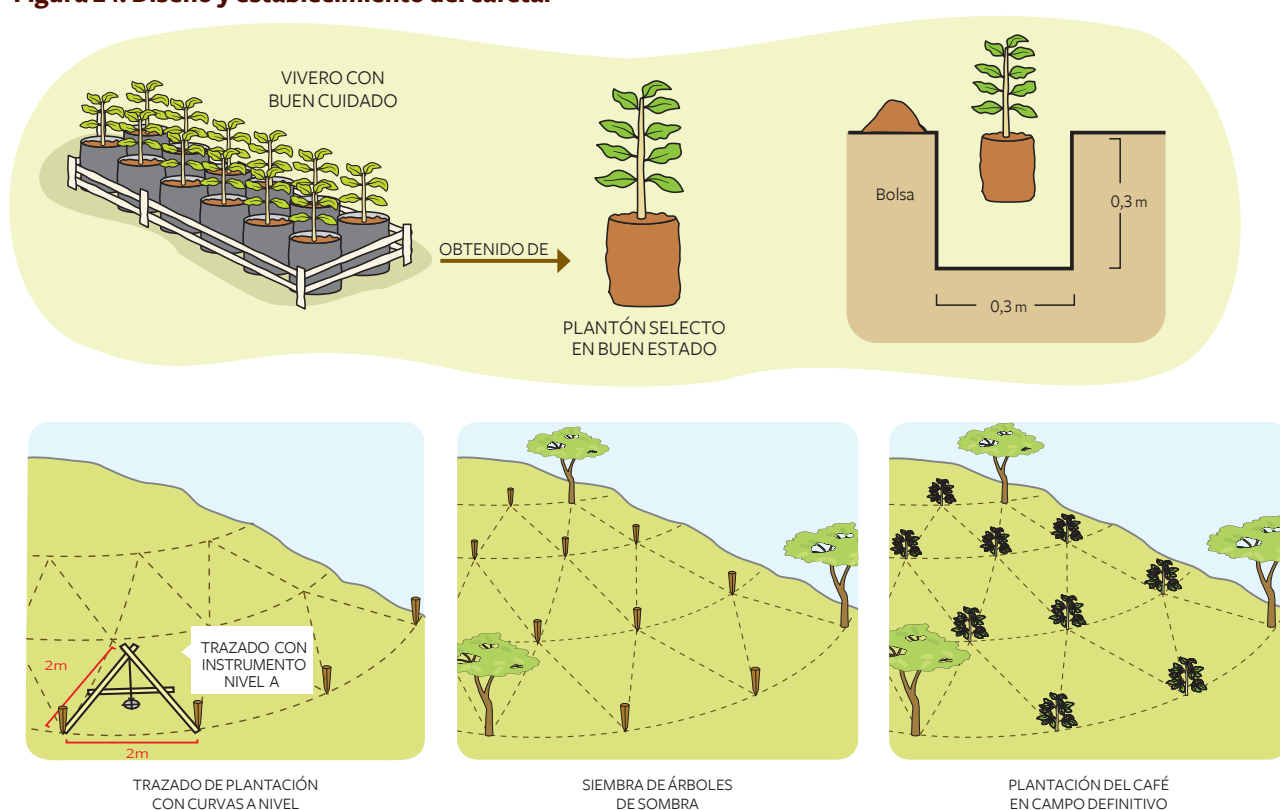
Si se dispone de recursos otra alternativa, que en el mediano plazo dará mejores resultados, es producir plántulas de cafetos en viveros de alta tecnología como en tubetes, con sustrato y material genético garantizado. Esta metodología garantiza plantas de calidad y alta productividad año tras año.

Abonamiento y sustrato fértil para la instalación de las plantas de café

En caso de tener viveros a raíz desnuda las plantas se extraen cuando el suelo esté húmedo. Teniendo cuidado de no dañar las raíces y procurando que no se desprenda totalmente la tierra

Antes del trasplante es importante preparar el terreno realizando el trazado de la plantación a curvas de nivel, realización de los hoyos (el tamaño del hoyo se realizará de acuerdo al tamaño de

Figura 24. Diseño y establecimiento del cafetal



la planta que provenga del vivero, si es plantón de bolsa o de tubetes, por lo general este último es inferior en tamaño) y el sustrato donde se realizará la siembra de los plantones en campo definitivo. Se debe incorporar al hoyo un sustrato fértil para asegurar un buen enraizamiento de las plantas, para ello se sugiere utilizar los primeros 5 a 10 cm del suelo superficial (flor de tierra rica en materia orgánica), luego, sobre esta capa, incorporar abonos orgánicos balanceados a modo de abonamiento de fondo enriquecido con un conjunto de minerales, principalmente fósforo y nitrógeno, que casi siempre son deficientes en el primer año, lo que limita el desarrollo de raíces, ramas y follaje; por ello, al instalar el cafetal es oportuno aplicar estos elementos como abono de fondo.¹³ El abono de fondo depende del tipo de suelo, variedad y otros. Mediante este proceso se asegura un buen sustrato que garantiza una buena nutrición durante el desarrollo inicial de la planta y el establecimiento de una plantación con desarrollo vigoroso, sano y uniforme (ver figura 24).

Entre los abonos orgánicos a utilizar se recomienda el compost (250 gramos) y roca fosfórica¹⁴ (50 gramos) ya que minimizan el riesgo de transmisión de enfermedades y la pérdida de elementos como el nitrógeno y el azufre. Cuando se utilice abonos sin descomponer, lo mejor será mezclarlos bien con el suelo y el mantillo

¹³ El concepto de abonamiento de fondo se refiere en general a la incorporación de abonos directamente al suelo, bajo cualquier modalidad. No obstante, para el caso que nos atañe en la instalación de cafetales nuevos, nos referimos a abonamiento de fondo a la incorporación de los elementos (fósforo y nitrógeno en este caso) en el sustrato que se pone en la base del hueco o poza donde se instala la planta de café. La fuente de fertilizante que contenga estos elementos (nitrógeno y fósforo) debe escogerse de acuerdo al tipo de manejo (orgánico o sostenible).

¹⁴ La roca fosfórica ayudará a que la plántula crezca más vigorosamente y tenga mejor estructura aportando el elemento fósforo, tan necesario en la fase inicial de crecimiento.

(el mantillo se consideran los primeros centímetros de suelo).

Además, es importante verificar la acidez del suelo (pH). En suelos fuertemente ácidos se requiere hacer una corrección de la acidez, para lo cual lo mejor será utilizar roca fosfórica. Si bien se ha utilizado por muchos años caliza (carbonato de calcio) para esta práctica, conocida como “encalado”, este insumo no es el más recomendable ya que es una fuente directa de emisiones de dióxido de carbono. El carbono retenido en los depósitos de piedra caliza y de dolomita, al ser aplicados al suelo, libera el ion carbonato el cual evoluciona a dióxido de carbono.

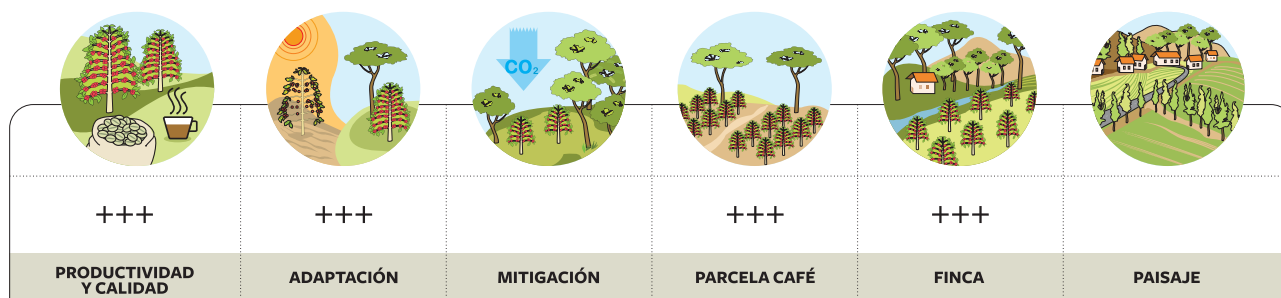
RECOMENDACIÓN

Instala las plantaciones de café con sombra a curvas a nivel, con densidades de 4.000 a 5.000 cafetos/ha. Instala los árboles maderables para sombra preferiblemente antes que los cafetos o al mismo tiempo con el trasplante.



5.2.4 RENOVACIÓN DE CAFETALES

Figura 25. Contribución de la renovación en ACI



La renovación¹⁵ de cafetales consiste en instalar una nueva plantación de café en una finca improductiva o con muy baja producción. La edad recomendada para hacer la renovación es cuando el cafetal tenga más de 20 años o cuando ya se le haya efectuado más de tres podas de rehabilitación¹⁶ o rejuvenecimiento.

Los criterios y orientación específica para la renovación de un cafetal se pueden encontrar en el siguiente enlace:

<http://scanprogram.org/wp-content/uploads/2012/08/Guia-rehabilitacion-cafetales-tecnica.pdf>

¹⁵ Es una práctica agronómica que consiste en producir e instalar nuevas plantas de café en una parcela. En la región San Martín y otras zonas cafetaleras del Perú, se llama renovación cuando se retira todos los cafetos viejos y se instala plantas nuevas, es decir, se hace una parcela nueva de café.

¹⁶ Es una práctica agronómica que consiste en rehabilitar tejidos en una planta, a través de la poda, para que produzca nuevas ramas productivas.

RECOMENDACIÓN

Renueva las plantaciones que tengan más de 20 años.

5.2.5 ABONAMIENTO

La buena nutrición de las plantas de café durante toda la vida del cultivo nos asegura una plantación sana y de alta productividad. Por ello, es necesario realizar la práctica de abonamiento desde el trasplante a campo definitivo hasta el momento de la producción, realizando abonamientos de acuerdo a las necesidades nutricionales de la planta (edad, variedad y ciclo del cultivo: crecimiento, floración, fructificación y maduración de los frutos) y la fertilidad de los suelos (basado en un análisis de suelos) (ver figura 27).

Figura 26. Contribución del abonamiento en ACI

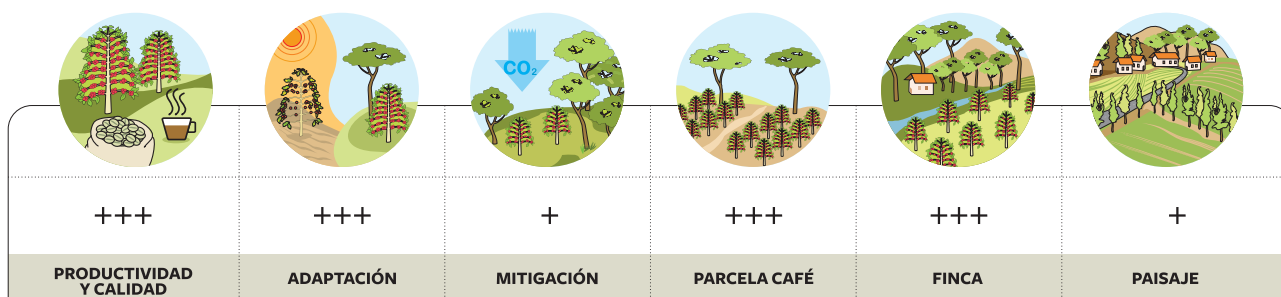


Figura 27. Cambios en el crecimiento y producción luego del abonamiento



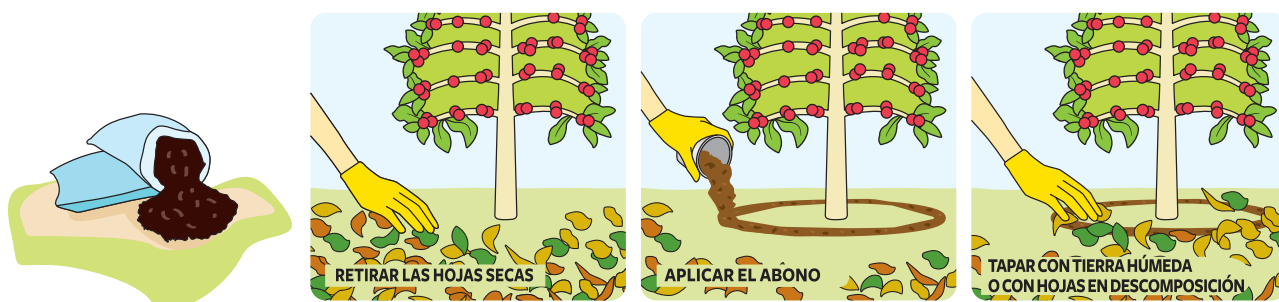
Como la mayoría de los suelos en los que se cultiva café son fuertemente ácidos (pH menores a 4), como parte del plan de abonamiento se incluye la corrección del pH para mejorar la disponibilidad de los nutrientes.

A modo de ejemplo, en el anexo 7 se muestra los resultados de un análisis de caracterización de un suelo promedio en la región San Martín donde, además de comprobar la acidez del suelo (pH), se determina la materia orgánica así como los elementos esenciales para la planta. A partir de los resultados del análisis de laboratorio, el técnico o especialista realiza los cálculos para estimar la cantidad de cada nutriente y, según esto, estimar las formulaciones o dosificaciones por cada tipo de abono o fertilizante dispo-

nible en el mercado o en la finca. La cantidad de cada nutriente (abono) a ser aplicado durante el abonamiento o fertilización está en función a los requerimientos de la planta, lo cual depende del estadio o etapa de crecimiento o manejo de la plantación.

Dado que el abonamiento del cafetal se realiza en forma superficial, colocando el abono sobre el suelo en la proyección de la copa de la planta, se recomienda cubrir dicho abono con hojarasca y mantillo, sobre todo si se trata de un abono rico en nitrógeno, con lo cual se reducirá las pérdidas de nitrógeno y reducirá las emisiones de N_2O resultantes del proceso de nitrificación y desnitrificación (ver figura 28).

Figura 28. Forma de abonamiento en suelo plano





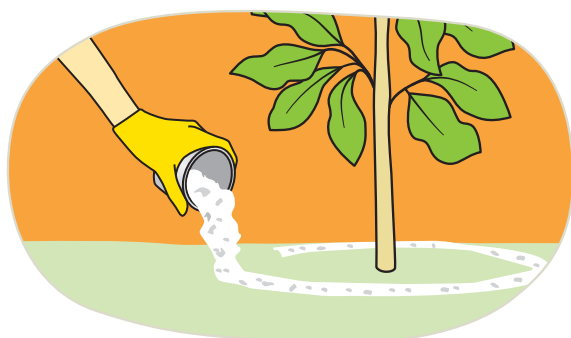
Las propuestas para el abonamiento de cafetales orgánicos y cafetales sostenibles se han calculado considerando:

- Los resultados de un análisis de suelo típico de ceja de selva (con pH ácido, contenido medio de materia orgánica y con presencia de aluminio).
- Los requerimientos nutricionales del cultivo que permitan garantizar un rendimiento de 25 a 30 quintales por hectárea, para una población de 5.000 plantas por hectárea.
- La edad de la planta de café: en función a un sistema de mejoramiento con Poda Sistemática Alta (PSA).

En el caso del abonamiento para una plantación donde se ha realizado poda sistemática alta se ha calculado una cantidad de abono específico según la edad de la planta o año de corte **(las plantas productivas requieren de mayor cantidad de abono que una planta recién podada)**.

Las propuestas de abonamiento orgánico y sostenible que se presenta a continuación recomiendan realizar una corrección de la acidez¹⁷

¹⁷ La corrección de la acidez (pH), en este caso, se refiere al proceso de subir el pH a un rango óptimo para el cultivo de café, lo que permitirá la liberación de los elementos necesarios (nutrientes) y su posterior asimilación por parte de la planta.



(pH) utilizando roca fosfórica, la cual se da de manera paulatina. Este procedimiento debe realizarse en el primer abonamiento, utilizando el total de la roca fosfórica recomendada.

RECOMENDACIÓN

Analiza los suelos al menos cada 3 años, formula dosis adecuadas bajo apoyo profesional y con abonos de baja a mediana liberación de los nutrientes.

Propuestas de abonamiento para la producción de café con certificación orgánica

Plantaciones de 2 a 5 años de edad

Para una plantación de café que tiene todo el lote con plantas de edades de entre 2 y 5 años se presentan dos propuestas de abonamiento con los siguientes insumos permitidos y dosis de abonamiento (ver tabla 2):

Plantaciones nuevas y viejas provenientes de la rehabilitación con poda sistemática alta (ver figura 30).

Para una parcela con PSA el plan de abonamiento propone utilizar distinta cantidad de abono en función del programa de poda, buscando optimizar el uso del abono. En la siguiente página se presenta una propuesta de qué cantidad de abono se debe utilizar:

Figura 29. Forma de corregir el pH del suelo¹⁸ con aplicación de roca fosfórica

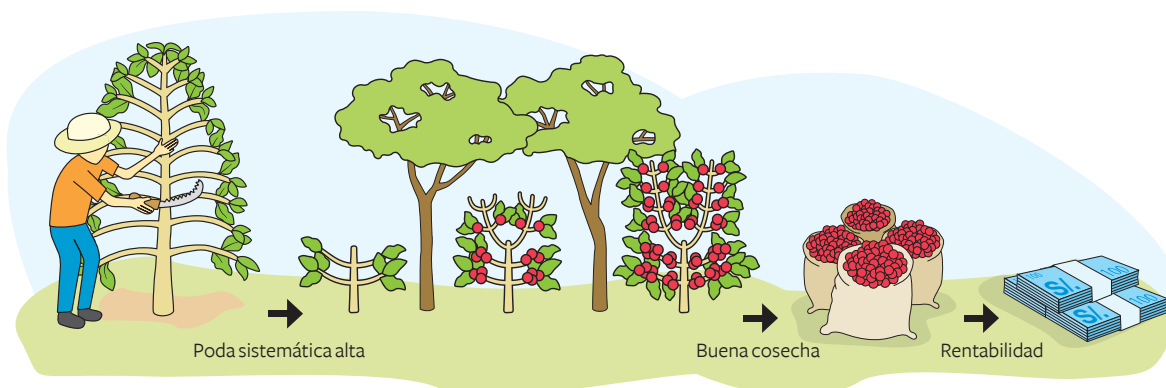
¹⁸ Díaz, A., 2014. Comunicación personal.

Tabla 2. Propuestas de abonamiento bajo una de certificación orgánica para sistemas de café de 2 a 5 años

Propuesta 1			Propuesta 2		
Fuente	Cantidad por ha (kg)	Cantidad por planta (gr)	Fuente	Cantidad por ha (kg)	Cantidad por planta (gr)
Guano de islas	1.624	325	Linfasoil	1.015	203
Roca fosfórica	63	13	Sulfato de potasio	131	26
Sulpomag	195	39	Dolomita	250	50
Mezcla de micronutrientes	15	3	Mezcla de micronutrientes	15	3

La mezcla de micronutrientes incluye los siguientes insumos: ulexita (10 kg) + sulfato de zinc (1,5 kg) + sulfato de cobre (1,5 kg) + sulfato de manganeso (1,5 kg).

Figura 30. Proyección de la rehabilitación de un cafetal y su efecto por el uso correcto y oportuno del abonamiento



Hija: hilera de plantas que será podada en el primer año y que al ser podada reduce su capacidad de absorción de nutrientes y requiere una menor dosis (50% prevista).

Madre: hilera de plantas en el segundo año a la que se le exigirá la máxima producción (en ese año) por lo que requiere de una dosis completa (100%).

Abuela: hilera de plantas que se podará al tercer año. Se requiere que regenere sus tejidos y se fortalezca, mas no tenga una excesiva producción ese año, por lo que se requiere una dosis media (50%) (ver figura 31).

A continuación presentamos dos propuestas de abonamiento para certificación orgánica para una hectárea de café con fuentes permitidas por la norma orgánica.¹⁹ Existen muchas normas de certificación orgánica en el mundo pero las más usada e importantes siguen siendo la de la UE, NOP y JAS. Hay que tener en cuenta que estas propuestas han sido estimadas para una parcela con PSA (ver tabla 3).

19 Existen dos certificaciones para la norma orgánica: la USDA NOP (Programa Nacional Orgánico del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América) disponible en: <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/NOP-ReglamentosOrganicosEstadounidenses.pdf>, y el Reglamento Europeo (Consejo Europeo CE 889/08) disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:250:0001:0084:ES:PDF>. Se diferencian fundamentalmente en el proceso de conversión/transición, la aplicabilidad de la zona de amortiguamiento, el uso de estiércoles y su compostaje.



Figura 31. Distribución en porcentaje de las dosis de abonamiento para certificación orgánica para plantas de café rehabilitadas con Poda Sistemática Alta (PSA)


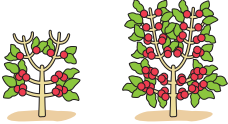







Edad de la planta		Porcentaje de la dosis de abonamiento
Planta recién podada o de primer año de PSA (planta hija)		50% (mitad de la dosis)
Planta que va a ser podada en el 2do año del programa de PSA (planta madre)		100% (dosis completa)
Planta que va a ser podada al 3er año del programa de PSA (planta abuela)		50% (mitad de la dosis)

Tabla 3. Propuestas de abonamiento para la certificación orgánica para plantas de café rehabilitadas

Propuesta 1		Propuesta 2	
Fuente	Cantidad por ha (kg)	Fuente	Cantidad por ha (kg)
Guano de islas	1.083	Linfasoil	677
Roca fosfórica	42	Sulfato de potasio	87
Sulpomag	130	Dolomita	167
Mezcla de micronutrientes	29	Mezcla de micronutrientes	29

Distribuyendo la cantidad de abono a utilizar según la edad de las plantas, las cantidades a aplicar serían (ver figura 32).

Figura 32. Distribución de los porcentajes de abono orgánico para plantas de café rehabilitadas

Propuesta 1			Propuesta 2		
Tipo de planta	Fuente	Cantidad por ha (kg)	Tipo de planta	Fuente	Cantidad por ha (kg)
50% dosis 	Guano de islas	271	50% dosis 	Linfasoil	169
	Roca fosfórica	10		Sulfato de potasio	22
	Sulpomag	33		Dolomita	42
	Mezcla de micronutrientes	7		Mezcla de micronutrientes	7
100% dosis 	Guano de islas	541	100% dosis 	Linfasoil	338
	Roca fosfórica	21		Sulfato de potasio	44
	Sulpomag	65		Dolomita	83
	Mezcla de micronutrientes	15		Mezcla de micronutrientes	15
50% dosis  Planta vieja	Guano de Islas	271	50% dosis  Planta vieja	Linfasoil	169
	Roca Fosfórica	10		Sulfato de Potasio	22
	Sulpomag	33		Dolomita	42
	Mezcla de micronutrientes	7		Mezcla de micronutrientes	7

Propuesta de abonamiento para una producción de café con un estándar de certificación sostenible (UTZ Certified²⁰, Rainforest Alliance²¹, C.A.F.E. Practices²², entre otras)

²⁰ Es un programa global de certificación que establece el estándar para la producción responsable de café y su suministro. UTZ, que significa “bueno” en dialecto Maya, brinda la seguridad de una producción de café con la calidad social y ambiental que las marcas y los consumidores esperan. El café UTZ Certified ha sido producido de acuerdo a los criterios del Código de Conducta UTZ Certified.

Está basado en los Convenios de la OIT e incluye los principios de las buenas prácticas agrícolas. Además, se cuenta con un documento guía que explica la manera de implementar los criterios del Código de Conducta y un comentario guía específico para los grupos, para el caso de grupos de productores (UTZ Certified. 2010. Código de Conducta UTZ Certified Good Inside. Versión 1.2 – Noviembre 2010. (www.utzcertified.org).

²¹ Es una organización no gubernamental internacional que trabaja para conservar la biodiversidad y asegurar medios de vida sostenibles. Esta organización brinda certificaciones para diferentes productos (bosques manejados, café, cacao, té, frutas, flores, papel y muebles, etc.) y otorga el sello denominado Rainforest Alliance Certified (RAC). La certificación RAC incluye rigurosos criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica aplicada a las fincas y a los bosques, y está diseñada para conservar la vida silvestre, proteger los suelos y las vías acuáticas, asegurar el bienestar de los trabajadores, sus familias y las comunidades locales, así como mejorar los medios de vida para lograr una verdadera sostenibilidad a largo plazo (<http://www.rainforest-alliance.org/es>).

²² El programa C.A.F.E. (Coffee and Farmer Equity) Practices responde a la normativa desarrollada por las ONG Conservation International y Scientific Certification Systems, con la ayuda de la empresa estadou-

● Plantaciones de 2 a 5 años de edad

Para una plantación de café que tiene todo el lote con plantas de edades entre 2 y 5 años presentamos dos propuestas de abonamiento permitido por estos estándares de certificación sostenible con los siguientes insumos y dosis permitidas (ver tabla 4):

nidense Starbucks. La normativa se creó para garantizar que el café se cultive y procese de manera sostenible y que los agricultores reciban una retribución equitativa por su cosecha en los mercados internacionales. El objetivo es que el café que Starbucks compra sea un café que ha sido cultivado y beneficiado de forma sostenible, para lo cual se examinan diversos aspectos económicos, sociales y ambientales relacionados con la producción de café (<https://www.scsglobal.com/es/starbucks-cafe-practices>).



Tabla 4. Propuestas de abonamiento para estándares de certificación sostenible para sistemas de café de 2 a 5 años

Propuesta 1			Propuesta 2		
Fuente	Cantidad por ha (kg)	Cantidad por planta (gr)	Fuente	Cantidad por ha (kg)	Cantidad por planta (gr)
Bayfolan suelo azul	902	180	Yara Mila Hydran	385	77
Mezcla de micronutrientes	15	3	Compomaster Café	406	81
			Yara Liva Nitabor	90	18
			Mezcla de micronutrientes	15	3

La mezcla de micronutrientes incluye los siguientes insumos:
ulexita (10 kg) + sulfato de zinc (1,5 kg) + sulfato de cobre (1,5kg) + sulfato de manganeso (1,5 kg)

• **Plantaciones nuevas y viejas provenientes de la rehabilitación con poda alta**

de café propone utilizar diferentes cantidades de abono en función del rol que va a cumplir el programa de PSA (ver figura 33).

En forma similar al caso anterior, el plan de abonamiento para estándares de certificación sostenible para una plantación-

A continuación presentamos dos propuestas para el abonamiento con estándares de certificación sostenible (UTZ, RA, C.A.F.É. Practices,

Figura 33: Distribución en porcentaje de las dosis de abonamiento para estándares de certificación sostenible para plantas de café rehabilitadas

Edad de la planta		Porcentaje de la dosis de abonamiento
Planta recién podada		50% (mitad de la dosis)
Planta podada hace 1, 2 o 3 años		100% (dosis completa)
Plantas viejas esperando ser podadas		50% (mitad de la dosis)

Tabla 5: Propuestas de abonamiento para estándares de certificación sostenible con plantas rehabilitadas

Propuesta 1		Propuesta 2	
Fuente	Cantidad por ha (kg)	Fuente	Cantidad por ha (kg)
Bayfolan suelo azul	601	Yara Mila Hydran	256
Mezcla de micronutrientes	29	Compomaster Café	271
		Yara Liva Nitrabor	60
		Mezcla de micronutrientes	29

La mezcla de micronutrientes incluye los siguientes insumos:
 ulexita (20 kg) + sulfato de zinc (3 kg) + sulfato de cobre (3kg) + sulfato de manganeso (3 kg).

etc.) de 1 hectárea con diferentes fuentes conocidas y de fácil acceso en todos los valles cafetaleros. Estas propuestas consideran cantidades para una parcela con PSA (ver tabla 5).

Distribuyendo la cantidad de abono a utilizar según la edad de las plantas, las cantidades a aplicar serían las que aparecen en la figura 34.

Cuando se va utilizar fertilizantes para un estándar de certificación sostenible como UTZ, RA, C.A.F.E. Practices, etc. primero hay que verificar en los listados de cada estándar si es permitido uno u otro fertilizante sintético. Luego de dicha verificación se recomienda el uso de fertilizantes de lenta liberación o encapsulados.

Actualmente, la industria de fertilizantes sintéticos ofrece los fertilizantes de lenta liberación que proporcionan una nutrición equilibrada y gradual, a diferencia de lo que ocurre con los fertilizantes convencionales (úrea y nitrato de amonio) que aportan grandes cantidades en cortos períodos de tiempo, con una baja posibilidad de aprovechamiento de las plantas y emitiéndose mayor cantidad de emisiones de gases

de efecto invernadero al medioambiente, por ejemplo N₂O.

Los fertilizantes de lenta liberación varían de acuerdo al producto y dependen de las condiciones de humedad, temperatura y actividad microbiológica del suelo.







Ventajas de los fertilizantes de lenta liberación:

- Reducen el número de fertilizaciones al año y, por lo tanto, se necesita menor cantidad de mano de obra.
- Mejoran la eficiencia en la absorción de nutrientes.
- Se reducen las pérdidas por lixiviación, volatilización y/o fijación de amonio en el suelo.
- Se dispone de nitrógeno un mayor periodo durante el crecimiento y en cantidades más uniformes.

Si bien las propuestas de abonamiento antes presentadas han tomado como referencia los



Figura 34: Distribución en porcentaje de las dosis de abonamiento para estándares de certificación sostenible para plantas de café rehabilitadas

Propuesta 1			Propuesta 2			
Tipo de planta	Fuente	Cantidad por ha (kg)	Tipo de planta	Fuente	Cantidad por ha (kg)	
50 % dosis 	Bayfolan suelo azul	150	50 % dosis 	Yara Mila Hydran	64	
	Mezcla de micronutrientes	7		Compomaster Café	68	
100 % dosis 	Bayfolan suelo azul	301		100 % dosis 	Yara Liva Nitrabor	15
	Mezcla de micronutrientes	15			Mezcla de micronutrientes	7
50 % dosis  Planta vieja	Bayfolan suelo azul	150	50 % dosis  Planta vieja		Yara Mila Hydran	64
	Mezcla de micronutrientes	7		Compomaster Café	68	
				Yara Liva Nitrabor	15	
				Mezcla de micronutrientes	7	

resultados del análisis de suelos típicos de la región San Martín, estos no distan mucho de otras regiones cafetaleras de la vertiente oriental de la selva peruana (recuerde que es una propuesta). Lo ideal sería que cada productor elabore un propio plan de abonamiento para su chacra, a partir de un análisis de suelos de la parcela a trabajar, una recomendación profesional de las dosis y tipo más adecuado de abonos y/o fertilizante a utilizar, tomando en consideración las características del suelo, las condiciones de las plantas, el tipo de abono disponible en sus distritos o provincias y de los recursos económicos con los que cuenta.

Finalmente, es importante precisar que todo abonamiento debe realizarse en el momento

oportuno, buscando mantener la fertilidad del suelo.

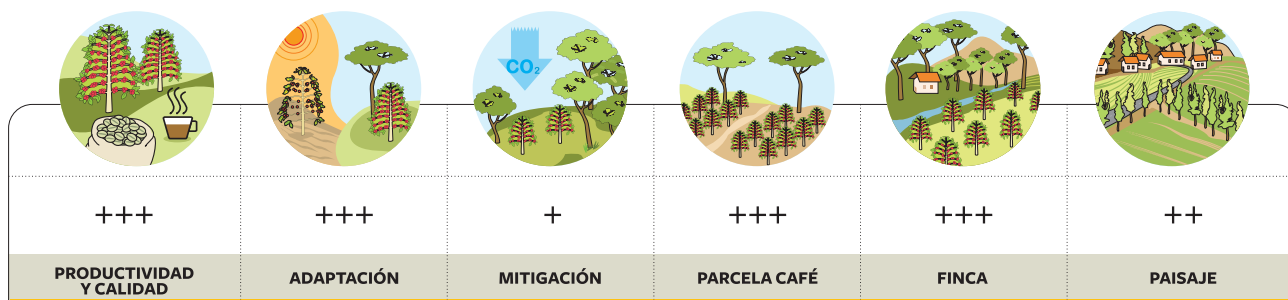
5.2.6 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES (MIPE)

(Ver figura 35).

Se entiende como método de control de plagas a todo sistema natural o artificial que da como resultado la prevención, la represión, contención, exclusión o destrucción de una plaga y/o enfermedad. Para ello, se pueden utilizar diversas estrategias para resolver un problema de plagas, pudiendo incluir varios métodos (Cisneros, 1995) (ver figura 36).

Se consideran cuatro estrategias fundamentales:

Figura 35. Contribución del MIPE en ACI

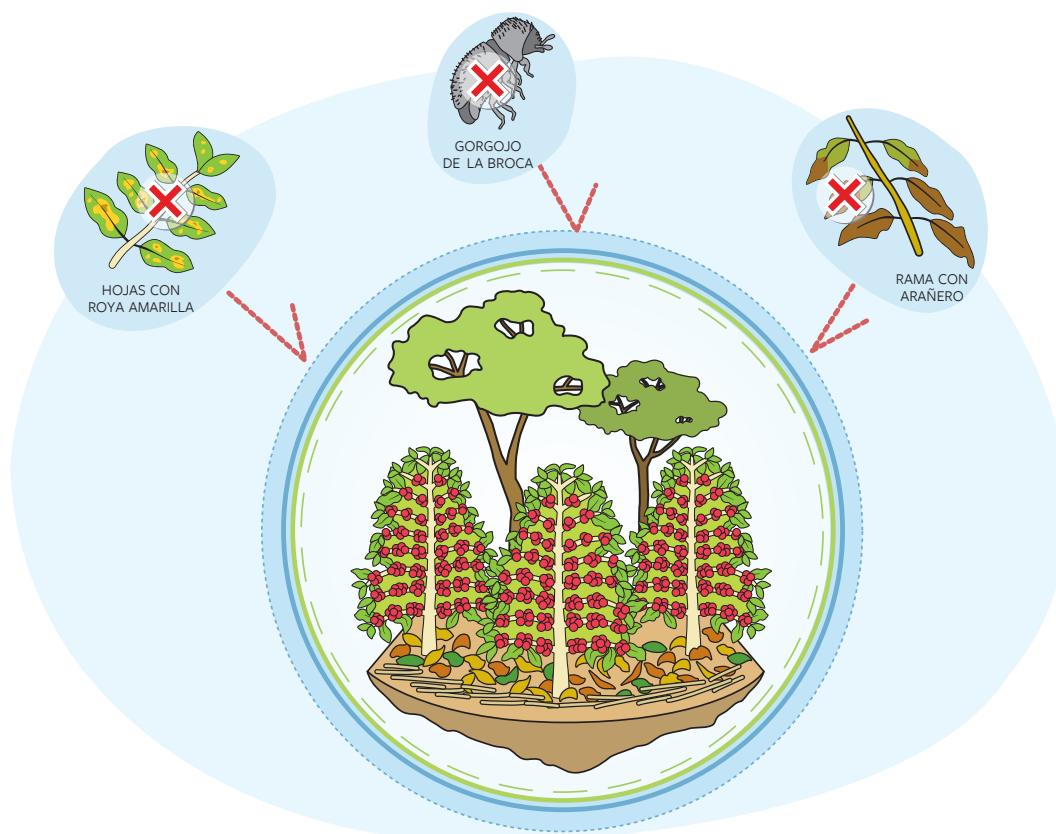


i. Evasión de las plagas o de sus efectos: por ejemplo con relación a la influencia del lugar sobre la incidencia de las plagas se puede mencionar el caso de la broca del café (*Hypothenemus hampei*), insecto que disminuye sustancialmente su incidencia a altitudes mayores a 1.200 msnm en el valle de

Chanchamayo. Sin embargo, constituye una plaga y/o enfermedad seria en las áreas de selva baja y media.

ii. Eliminación de las características del cultivo que lo hacen susceptible: por ejemplo Cati-mores tolerantes a roya (*Hemileia vastatrix*).

Figura 36. Plagas principales para un plan de MIPE





- iii. Supresión de las características que hacen dañinas a las plagas y/o enfermedad: por ejemplo, insectos estériles.
- iv. Reducción de las densidades de las poblaciones de insectos (Cisneros 1995).

El MIPE es un sistema orientado a mantener las plagas de un cultivo en niveles que no causen daño económico, utilizando preferentemente los factores naturales adversos al desarrollo de las plagas y solo recurriendo al uso de pesticidas como medida final. Además, la plaga es tratada como un constituyente del ecosistema agrícola (o agroecosistema) que mantiene interacciones positivas y negativas con otros componentes del agroecosistema; de modo que mediante el manejo de estos otros componentes se puede entorpecer el desarrollo de la plaga o contribuir con su mortalidad natural. Ciertos componentes, como la resistencia de las plantas, la acción de los controladores biológicos y algunas prác-

ticas agrícolas, tienden a producir efectos duraderos y constituyen la base de sistema del MIPE (adaptado de Cisneros 1995).

Para que el MIPE se ponga en práctica es necesario: a) establecer un sistema de evaluación periódico (monitoreo) de los niveles de las plagas y sus enemigos naturales en campo y b) tener una idea de los límites de infestación que pueden ser tolerados por el cultivo sin que se afecte su rendimiento (adaptado de Cisneros 1995). Cabe señalar que para la aplicación del MIPE es necesario conocer las plagas y enfermedades (insecto o enfermedad), su ciclo de vida en el cultivo, las condiciones medioambientales que le favorecen, así como saber reconocer y evaluar en campo la plaga o enfermedad.

Puesto que el MIPE toma en consideración el agroecosistema como base de trabajo (es decir las condiciones climáticas del lugar, temperatu-



ra y precipitación; el tipo de cultivo y variedad; las prácticas agrícolas que se acostumbra; los tipos de plagas y/o enfermedades y sus enemigos naturales presentes; y las condiciones económicas del agricultor), la aplicación de estos programas en diferentes lugares requiere de ajustes especiales, según las diferencias entre localidades (adaptado de Cisneros 1995).

Dentro de las estrategias del MIPE se usan métodos de control de plagas y enfermedades complementarios entre sí que permiten realizar un control efectivo. Se priorizan el control: físico, mecánico, biológico, genético, legal, cultural y químico; considerando productos de bajo nivel de toxicidad (preferentemente de etiqueta verde o azul) y su rotación para no generar resistencia.

Los agricultores con certificación orgánica y/o certificaciones sostenibles deben aplicar el MIPE y usar solo productos permitidos por las normas de certificación a la cual aplican, los que por su baja residualidad y toxicidad reducen al mínimo el riesgo de daño a la salud humana y el ambiente.

Es importante evitar que se incrementen las poblaciones de plagas y enfermedades. Sin embargo, se debe considerar que el manejo de altas poblaciones de insectos e incidencia de enfermedades, requiere de la participación organizada de los productores. Si se logra que los

productores se asocien entre vecinos para dar tratamientos preventivos y curativos, podrán obtenerse beneficios en la producción, en la calidad del producto y en la economía del conjunto. Un ejemplo clave es el control de la broca del café, que podría ser mejor controlada si todos los productores de un sector se organizan.

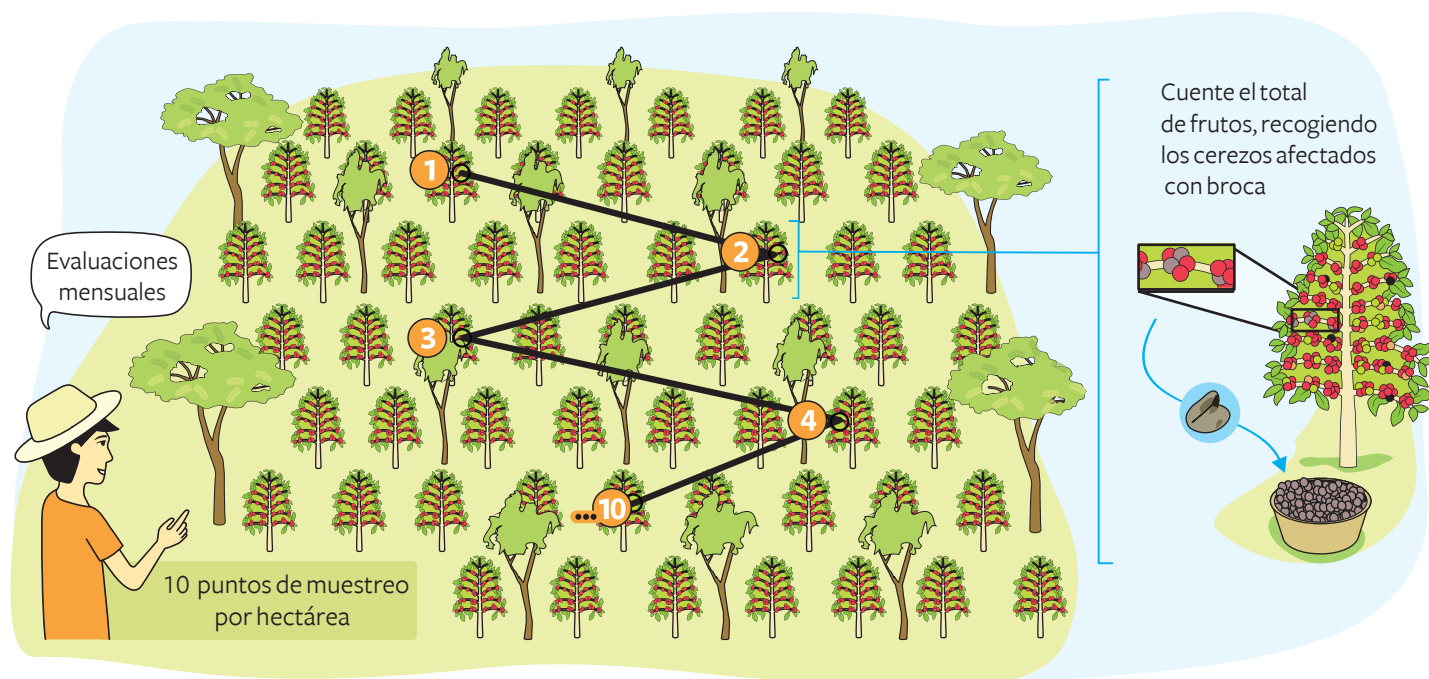
Principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo en la región

La broca del café (*Hypothenemus hampei*) es un insecto del fruto de café que penetra las cerezas y se reproduce en el interior del grano causando la pérdida del grano y, en muchos casos, la caída prematura de los frutos. Además, afecta la calidad física del grano y la calidad de la bebida del café (calidad de taza).

La broca penetra con mayor rapidez en los frutos maduros y los ataca cuando estos tienen más de 150 días de formados. Por ello, combinar las prácticas de control con el manejo adecuado del cultivo ayuda a reducir las poblaciones de broca. Los insecticidas orgánicos y biológicos son efectivos entre los 120 y 150 días después de la floración. El hongo *Beauveria bassiana* tiene la capacidad de alimentarse de la broca del café en su estado adulto, por ello se recomienda su aplicación en aspersiones foliares durante el llenado del fruto, lo cual da muy buenos resultados.



Figura 37: Puntos de muestreo para evaluación de daños de la broca



(Tomado de: http://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/jer/SUB_DIR_CONTEP/1222.pdf)

El control cultural debe iniciarse al comienzo de la cosecha, para hacerlo se deben buscar focos de granos infestados con broca, cosecharlos y procesarlos (práctica denominada como busca o rebusca), así reducimos la incidencia de la plaga. Luego, en la cosecha permanente se deben recoger los frutos maduros, sobremaduros y secos (raspa) para que no queden frutos con el insecto, que podría volver a elevar el nivel de incidencia de la plaga. Otro método para prevenir y reducir la infestación de la broca es aplicar microelementos dentro de la dosis de fertilización como molibdeno y manganeso (Díaz²³, 2015)

Para evaluar el nivel de infestación de la broca se debe mantener el monitoreo, esto se hace con-

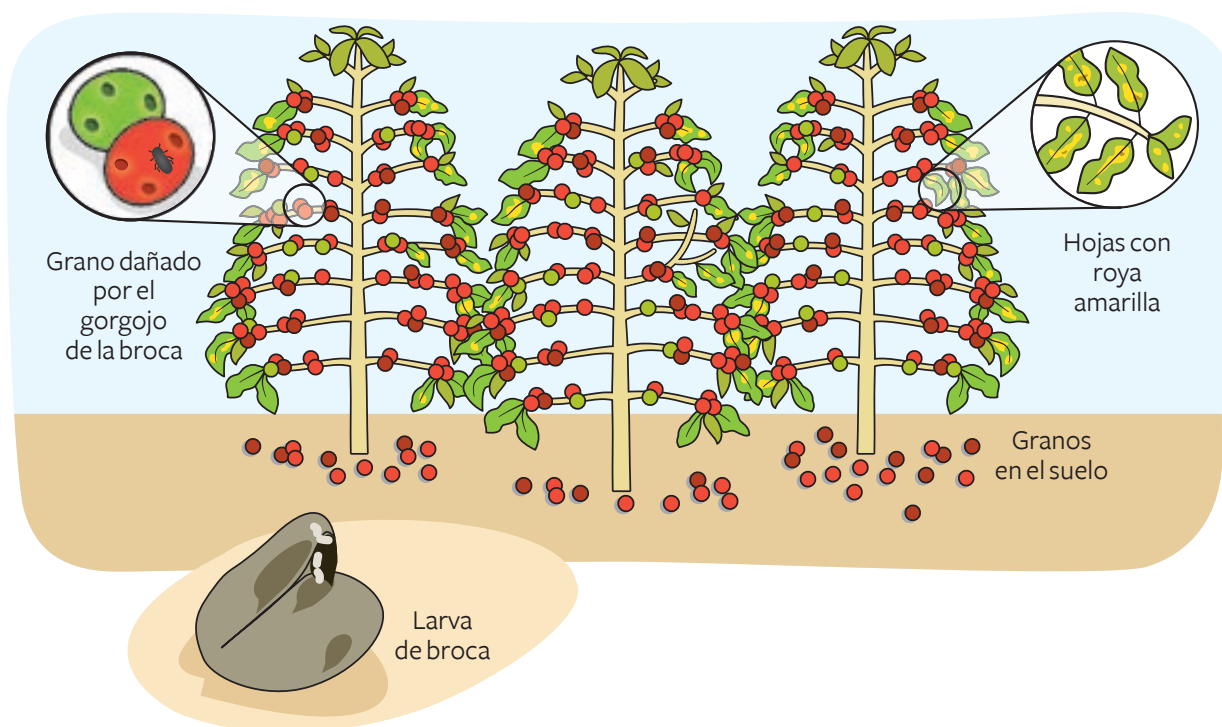
tando el total de frutos de una rama y el total de frutos brocados (abrir los frutos brocados para conocer el grado de penetración de la broca). Se recomienda realizar evaluaciones mensuales. Se pueden escoger de 6 a 10 puntos de muestreo por hectárea, dependiendo de los niveles de infestación de la plaga (ver figura 37).

Otros insectos plagas: los grillos y los gusanos cortadores pueden dañar el almácigo o el cafetal recién instalado. Para ellos se puede cercar el vivero con plástico o utilizar cebos. La araña roja es un problema que solo se presenta en períodos secos prolongados.

La **roya amarilla del cafeto** (*Hemileia vastatrix*) ocasiona la caída de las hojas y causa manchas de color amarillentas en el envés de las

23 Díaz Montoya, A.J., 2015. Mg.Sc., Ing Agrónoma. Comunicación Personal.

Figura 38. Grano de café con daños por larvas de broca y hojas con daños de roya



hojas. Un buen manejo de las prácticas agrícolas en el cafetal reduce sustancialmente las posibilidades de que la roya cause mayores daños a la planta de café. Entre las prácticas se consideran: adecuado manejo de sombra, podas del cafetal, abonamiento y fertilización equilibrada y oportuna, utilización de productos preventivos como el caldo sulfocálcico, caldo bordelés o una mezcla de los dos intercalados cada 20 días. Realizar estas prácticas hacen la diferencia entre un campo bien manejado de otros cafetales que no tienen manejo.

El **ojo de pollo** (*Mycena citricolor*) es una enfermedad que ocasiona daños en la hoja y en el fruto. Se presenta, sobre todo, en zonas húmedas y en plantaciones con exceso de sombra.

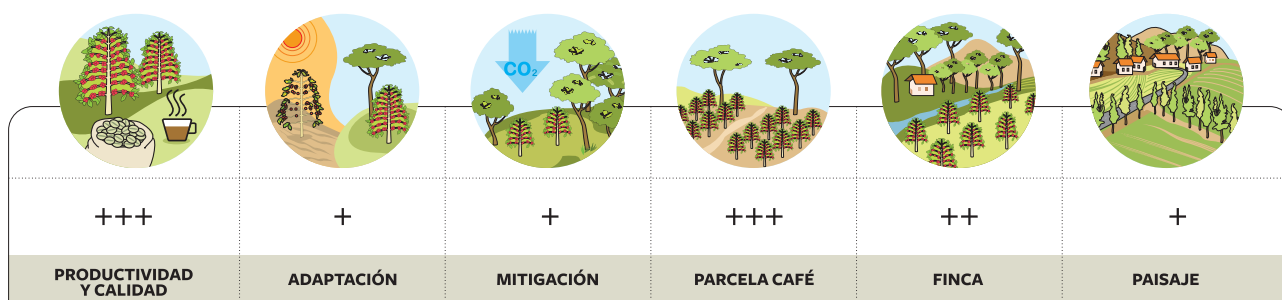
El **arañero** (*Pellicularia koleroga*) se manifiesta también bajo estas condiciones. El manejo preventivo es importante para el control de estas enfermedades, donde lo importante es el raleo oportuno de la sombra y la poda del cafeto, de acuerdo al clima y la altitud, las densidades de plantas por hectárea y los árboles de sombra. La aplicación de caldo sulfocálcico de 2 a 3 veces luego de las podas o previo a la época de lluvias contribuye a prevenir estas enfermedades.

RECOMENDACIÓN

Realiza un plan MIPE con énfasis en acciones preventivas según problemas históricos del cultivo en la zona, para realizar controles oportunos.



Figura 39. Contribución del manejo de malezas en ACI



5.2.7 MANEJO DE MALEZAS

(Ver figura 39).

Las malezas son todas aquellas pequeñas plantas llamadas hierbas que conviven con los cultivos. Existen hierbas muy agresivas (malezas), y otras que tienen poco desarrollo aéreo, poco follaje y de raíz superficial, estas características convierten a ciertas especies de “malas hierbas” como malezas nobles, es decir, su manejo adecuado hace de ellas una buena práctica para conservar suelos.

Las malezas limitan el crecimiento y la producción de los cultivos principales ya que compiten por luz, nutrientes, agua y espacio. Son plantas que crecen donde el agricultor no quiere y casi siempre son perjudiciales.

El manejo de las malezas (ver figura 40) incluye la realización de prácticas como el desmalezado, la colocación de coberturas muertas y la siembra de coberturas vivas. A continuación se presentan algunos aspectos a tener en cuenta en el manejo de malezas:

- Se debe romper el ciclo vegetativo de las malezas, es decir que deben ser cortadas antes que florezcan o produzcan semilla.
- Hay que evitar la proliferación de malezas pues afectan al cultivo, reducen la cosecha, causan pérdidas económicas y revelan una mala administración del cultivo.
- Se recomienda nunca dejar el suelo desnudo porque queda desprotegido y susceptible a la erosión, la cual paulatinamente elimina el suelo fértil y al no haber suelo se pierde el sustento de la producción del cafetal.

Figura 40. Modalidades de control de malezas



- Cuando se realice el desmalezado del campo se recomienda hacerlo a una altura de 3 a 5 cm del suelo, nunca al ras, utilizando preferentemente un machete o “chafle”. Se debe evitar realizar el desmalezado raspando el suelo y evitando el uso de azadón o lampa.
- Cuando se utilice chaleadora (motoguadaña o macheteadora mecánica) hay que verificar que la máquina tenga una buena combustión y que reciba mantenimiento periódico. Recuerda que el corte de las malas hierbas sea horizontal y no vertical, puesto que las cuchillas o alambres de estas máquinas pelan el suelo y dañan las raicillas del cafetal. Al pelarlo se está removiendo el suelo que luego con la lluvia o el viento de traslada a otro sitio, generando erosión.
- Se recomienda incorporar coberturas de suelos, como hojarasca o mulch.
- El plato del cafeto (espacio debajo de la copa del arbusto, también llamado corona) debe estar siempre limpio. Esta limpieza se hace con la mano y nunca con herramientas, para evitar dañar las raíces y el tallo.

Las malezas, sin embargo, fuera del campo de cultivo pueden ser útiles si se instalan o se dejan crecer en zonas de protección como cañadas, taludes y riberas de los ríos.

Las malezas nobles o de poca competencia son de porte bajo o crecimiento rastrero, raíz pobre y superficial. Si se mantiene el plato libre de ellas no compiten con el café y se podrá conservarlas en las calles cubriendo el suelo, evitando la erosión, reteniendo la humedad, aportando nutrientes y materia orgánica al suelo; considerándolas como una cobertura viva del suelo.

RECOMENDACIÓN

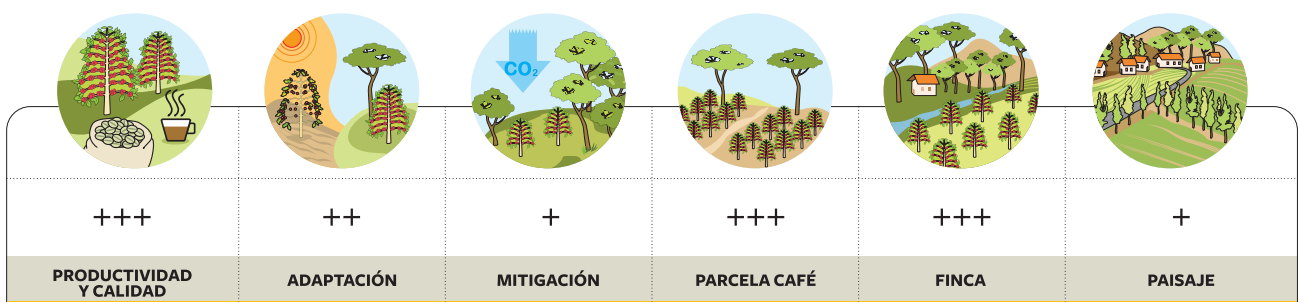
Deshierba oportuna y superficialmente (no al ras del suelo) sin dañar raicillas del cafeto, aplicar mulch (residuos de hojarasca, material de deshierbo, paja de arroz, etc.) sobre el suelo o instala coberturas nobles, para aprovechar mejor los nutrientes, evitar erosión y proteger el recurso suelo.

5.2.8 PODA DEL CAFETO

(Ver figura 41)

La planta de café es perenne y se considera que alcanza sus valores máximos de crecimiento y productividad entre los cuatro y siete años de

Figura 41. Contribución de la poda del cafeto en ACI





edad. Después la planta se deteriora paulatinamente y su productividad disminuye a niveles que no se consideran rentables. El envejecimiento de las plantas depende de la calidad del suelo, el medioambiente donde está la plantación, la variedad de café, el sistema de producción (a pleno sol o bajo sombra), la densidad de siembra, la intensidad de la producción, la disponibilidad de nutrientes, la presencia de plagas y enfermedades, el cambio climático o estrés ambiental y de las prácticas de cultivo.

Figura 42. Plantas de café que requieren poda para su rehabilitación



La decisión de rehabilitar o renovar un cafetal se basa en la velocidad de crecimiento del café, la cual disminuye a través del tiempo. Según algunos investigadores, cada nuevo crecimiento de una rama primaria es menor que la del año anterior, en consecuencia, las ramas son cada vez menos productivas. Sin embargo, debido a la formación de nuevas ramas, a medida que la

planta crece vertical y horizontalmente el volumen de la producción total aumenta. No obstante, este crecimiento está sometido a la ley de la disminución de la velocidad del crecimiento y así, tanto el crecimiento total como la producción de la planta, tienden a estabilizarse.

En la práctica, para obtener el máximo valor promedio de producción a través del tiempo (años) el café no debe sobrepasar la edad en la cual ese valor sea máximo. Por tanto, es necesario rehabilitar la planta mediante la poda, así se logrará promover el crecimiento de nuevos tejidos y fomentar la formación de nudos productivos que permitan una alta producción.

Si no se rehabilita el cafetal la producción declina año tras año, debido a la competencia por espacio, luminosidad, recursos y, además, por efecto del deterioro físico de las plantas. Por estas razones es necesario recurrir a prácticas de rehabilitación que modifiquen los hábitos naturales de crecimiento de la planta cada cierto número de años, estimulando la formación de tejido nuevo (tallos o ramificaciones) para mantener un promedio de producción alto, regular, rentable y sostenible y, cuando sea necesario, se podrá recurrir a la renovación (ver figura 43).

Figura 43. Planta de café que ha sido rehabilitada bajo el sistema de PSA

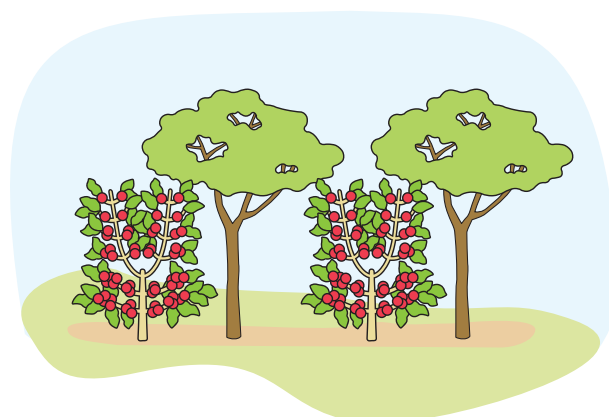
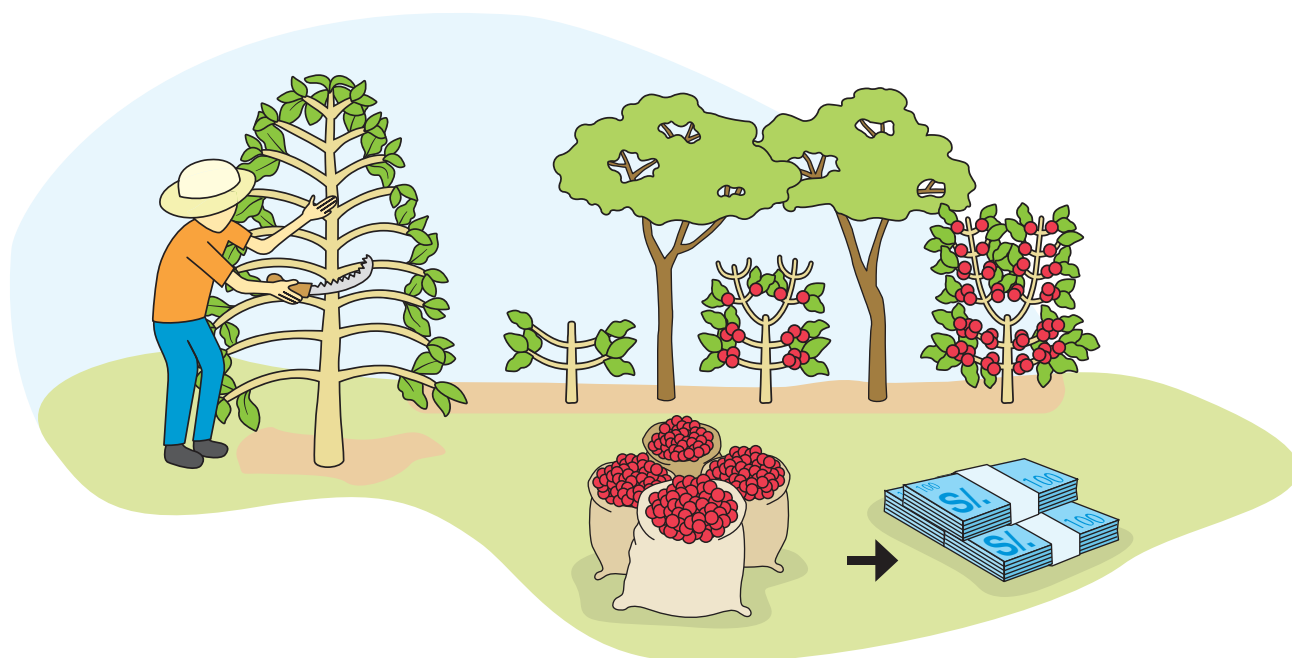


Figura 44. Pasos para la rehabilitación de café aplicando PSA



Poda Sistemática Alta

La Poda Sistemática Alta (PSA) es un tipo de poda que logra una rápida generación de tejidos o brotes nuevos, con alta capacidad productiva. Consiste en rehabilitar las plantaciones de café cortando los tallos sobremaduros (mayores de 4 años de producción) a un rango de altura que oscila de 0,70 a 0,90 m del nivel del suelo. La variación de la altura de poda está en función de la altitud sobre el nivel del mar y variedad. Esta poda se realiza de manera sistemática, es decir, de forma planificada, ordenada y en tiempos predeterminados.

Si bien técnicamente todas las formas de poda del café funcionan, la ventaja de la PSA es su rápida respuesta y menor costo. La poda es la columna vertebral del programa agrícola cafetalero porque renueva el tejido vegetal, genera nuevos puntos florales y, por lo tanto, nuevos

frutos; es decir logra una mayor cosecha. Sin la poda, las demás actividades (como la fertilización, por ejemplo) se pierden o aportan muy poco. Sin embargo, realizar solamente la poda no garantiza una alta productividad. Todas las prácticas son importantes y requieren ser atendidas oportunamente (ver figura 44).

Si se realiza la poda sistemática alta se debe emplear un estricto plan de abonamiento y desarrollar eficientemente las demás actividades complementarias, de esta manera, se obtendrá una producción no menor de 25 a 30 qq/ha cada año. Recordemos que esta producción responde al nivel que se desea llegar como proyecto a un costo o nivel básico de inversión por parte del agricultor, pero la PSA con otros niveles de abonamiento puede superar los 60 qq/ha (esto depende del nivel de inversión que el cafetalero pueda realizar).



Una finca de café puede ser podada en tres modalidades: totalidad de la parcela, por lotes o bloques (parte de la parcela) y por hileras o filas; todas estas opciones funcionan muy bien. La decisión de realizar la poda en un cafetal está en función de los resultados del diagnóstico que se debe realizar al cafetal.

La elección de la modalidad de poda (total, por lotes o bloque y por hileras o filas) deberá considerar algunas características que presenta el cafetal: distanciamiento y densidad de plantas, alineamiento, humedad ambiental del entorno de la finca (más o menos húmedo), variedad de café, entre otras. Asimismo, debemos considerar lo que deseamos conseguir o el objetivo que perseguimos: recuperación de la capacidad productiva, prevención de plagas, mejorar calidad de grano, etc.

La poda total, entendida sobre el 100% del área con café de una finca, no es recomendable porque no hay cosecha después del primer año de la poda, el segundo año es poca y recién en el tercer año alcanza su nivel de potencial de cosecha.

La poda por lotes o bloques es recomendable cuando una finca presenta más de tres lotes y

algunos de ellos ya empezaron a declinar en su producción o están próximos a ser renovados. Asimismo, el lote a podar debe tener buena ventilación para evitar que a partir del segundo año las plantas pierdan el espacio necesario para su buen desempeño de crecimiento y productivo.

La poda por hileras es recomendable y muy eficiente cuando la densidad es muy alta, el ancho de calle es menor de 2 m y hay poca ventilación.

El ciclo de poda o periodo entre cada corte depende del tipo de manejo que se está implementando (sostenible, tradicional bajo sombra, convencional, etc.). Es común escuchar que la altitud es un factor importante a considerar, pero no es determinante como lo es el tipo de manejo que puede llevar a que un tejido (rama) agote su capacidad de producir frutos en 3 o más años, lo cual es independiente de la altitud en que se encuentra el cafetal. Todo indica que un ciclo de corta de 3 años ayuda a mejorar la eficiencia en el cafetal porque contribuye a eludir la alternancia en el volumen de cosechas haciéndola más uniforme entre cosechas durante toda la vida útil de la plantación.

La altura de corte sí varía en más o menos 10 cm arriba o debajo de acuerdo a la altitud: 70 cm para la zona baja (cuya banda térmica oscila entre 26 a 32 °C, aproximadamente), 80 cm para la zona media (cuya banda térmica oscila entre 22 y 26 °C) y 90 cm para la zona alta (cuya banda térmica oscila entre 18 a 22 °C). La consideración para determinar las zonas (baja, media y alta) están relacionada con la latitud; por ejemplo, en la región San Martín, Amazonas y Cajamarca, podemos considerar zona baja por debajo de los 1.000 msnm, media de 1.000 a 1.600 msnm y alta de 1.600 hacia arriba; a futuro los rangos altitudinales cambiarán por efecto del cambio climático.

La poda por debajo de los 50 cm hace perder las ventajas que ofrece la “pollera”²⁴ que se genera por el macollamiento de las ramas bajas; una buena “pollera” genera condiciones de sombra que no permite el crecimiento de hierbas así como condiciones de refrescamiento del suelo.

24 La “pollera” se refiere al conjunto de ramas de café que permanecen por debajo del corte de poda y que se asemejan al vestido que usan las mujeres andinas.

La poda por hileras

Este tipo de poda consiste en realizar la poda de una finca en forma ordenada y secuencial, siguiendo un patrón de hileras o filas. Para esto se divide el campo por hileras, donde el primer año se poda una hilera del cafetal, dejando las siguientes dos hileras sin podar; el segundo año se poda la segunda hilera y el tercer año la tercera hilera. Con ello, en un lapso de 3 años, se logra podar toda la parcela (ver figura 45).

La poda por lotes o bloques

Este tipo de poda se realiza por lotes enteros. Por ejemplo, una hectárea de plantación “vieja” se divide en tres lotes. El primer año se corta un primer lote y se dejan los otros dos lotes que serán cortados el segundo y tercer año, respectivamente. De esta manera, cada tres años se vuelve a podar el lote que inicialmente se cortó el primer año.

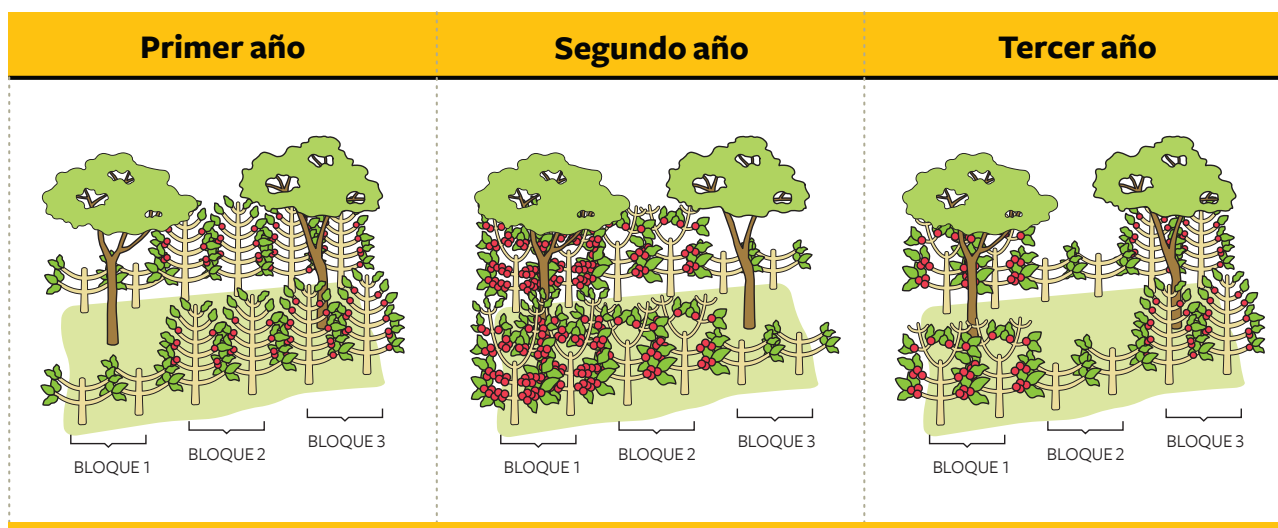
Si la finca se encuentra en una zona alta y tiene buen manejo se puede prolongar el ciclo de podas, de tres a cuatro años iniciando el nuevo ciclo al cuarto o quinto año, dependiendo del

Figura 45. PSA en cafetos por hileras





Figura 46. PSA en cafetos por lotes o bloques



desarrollo del área productiva de las ramas que se alistan para la siguiente cosecha. Es decir que la condición de la planta nos indica el mejor momento de podar. Eso es válido tanto para la poda por hileras, lotes o total que ya han cumplido con su primer ciclo de podas de 3 años (ver figura 46).

Ventajas de la poda sistemática

- Menor inversión de jornales en podas.
- Mayor facilidad de acceso y desempeño en las labores culturales.
- Utilización y aplicación óptima de insumos, lo que genera un menor impacto ambiental.
- Ciclo de nutrientes más eficiente que reduce en un tercio el costo de fertilización.
- Cantidad de producción buena y permanente año tras año.
- Mantiene alta producción de un 67% de la plantación, cada año.
- Permanente renovación de tejidos de un 33% de la plantación, cada año.
- Generación de mayor luz, espacio y ventilación entre las plantas de café, convirtiéndose así en una actividad cultural para el control de plagas y enfermedades.
- Incremento de la captura de carbono y reducción de las emisiones, debido a un aprovechamiento máximo de la fertilización.

Es importante notar que no todas las plantaciones envejecidas de café califican para ser reconvertidas o rehabilitadas con poda sistemática.

Mínimamente, las plantaciones deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Tener un orden mínimo: secuencia visible de hileras o calles.
- La población o densidad debe estar entre 4.000 y 5.000 plantas/ha.
- Edades no mayores a 20 años.
- Si la plantación envejecida está totalmente desordenada, con baja densidad y sobremadura, se debe renovar la plantación.
- Cuando se instale una plantación nueva se deben utilizar plántones de alta calidad e implementar prácticas inteligentes con criterios técnicos de sostenibilidad y conservación. No solo en la instalación, sino también en el manejo.

Ahora que se tiene conocimiento de la PSA, es momento de actuar, recordando que:

- Todos los residuos (ramas, hojas) generados durante la poda deben quedarse en el campo para su descomposición natural pues aportan a la cobertura del suelo, al mayor contenido de materia orgánica y a la captura de carbono en el suelo. No es recomendable quemar estos residuos ya que se perderán las posibilidades de mejorar las propiedades del suelo y se incrementarán las emisiones de dióxido de carbono.
- Otro aspecto a tener en cuenta es la elección de la maquinaria a utilizar para las podas. Las motosierras deben tener una combustión eficiente y haber recibido un buen mantenimiento. Si no se dispone de moto-

sierra se puede usar sierras curvas. No es recomendable utilizar machete ya que esta herramienta desgarrará los tejidos de la corteza.

Deschuponado o deshije del café

Luego de realizar la poda la planta produce muchos brotes o chupones. Es importante seleccionar los mejores brotes (de 2 a 3 brotes por planta) y eliminar el resto. La selección de los brotes dependerá de la fertilidad del suelo y la densidad de siembra. Lo ideal es llegar a tener 10.000 brotes (ejes) que se convertirán en tallos productivos por hectárea (ver figura 47).

Se debe considerar:

Reducir el exceso de chupones.

- Seleccionar y dejar los chupones más fuertes y con mejor ubicación en la planta (entre los 5 a 20 cm bajo el corte de poda).
- Utilizar una tijera de podar, haciendo un corte limpio. No se deben retirar los brotes arrancándolos o cortándolos con la mano.
- Dejar las ramas de la parte inferior o “pollera” (zona que comprende los 70 a 90 cm que quedaron debajo del corte de la poda en una planta de café) como fuente de reserva para la planta, lo que permitirá la producción de algunos granos de café en ese año de poda.
- La pollera servirá de sombra y cobertura para el control de malezas.



Figura 47. Selección de brotes a través de la práctica del deschuponado



El nivel de iluminación, espacio entre las plantas y ventilación de la parcela dependerá del número de chupones que se dejen.

Los tejidos vegetales cortados durante la poda sistemática (ramas) y la poda de los brotes (chupones) se deberán dejar entre las calles, ya que servirán como cobertura y materia orgánica del suelo.

RECOMENDACIÓN

Realiza Poda Sistemática Alta (PSA) por tercios para rehabilitar el cafetal, en plantaciones de producción menores a 15 años, o de acuerdo a lo que determine el diagnóstico, para recuperar y elevar la capacidad productiva. Realiza el deschuponado de los dos mejores rebrotes y aquellos que no están muy cercanos al corte de poda.

5.2.9 MANEJO DE LA SOMBRA

El uso de sombra para los cafetales en algunas regiones es considerado como necesario y en otras se conserva por tradición. Muchas regiones cafetaleras requieren de sombra para dar cosechas permanentes, abundantes y de buena calidad.

El cafetal requiere de sombra cuando está plantado en zonas con una o varias de las siguientes condiciones:

- Con pocas lluvias o mal distribuidas.
- A baja altura sobre el nivel del mar y muy cálidas.
- Cimas altas con plena exposición solar.
- En suelos con riesgo de erosión.
- En suelos con pendientes o laderas pronunciadas.
- En suelos arenosos o franco-arenosos.

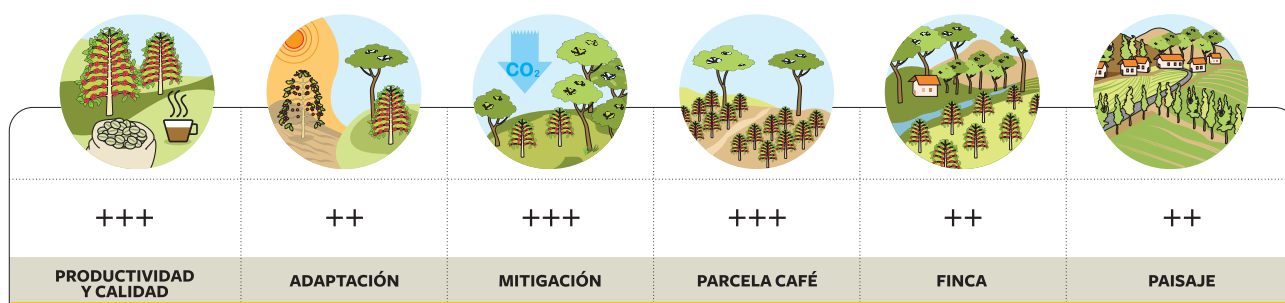
Los árboles de sombra actúan como barreras rompevientos, regulando la radiación solar y

la temperatura, y disminuyendo la demanda de agua, por tanto, favorecen las plantaciones. Además, los árboles de sombra no compiten por el agua con el café pues lo extraen a una mayor profundidad del suelo.

Estos árboles también producen hojarasca que ayuda a conservar la humedad del suelo y lo protege del golpe directo de las gotas de lluvia que son erosivas. Además, al descomponerse la hojarasca, añade materia orgánica y nutrientes al suelo, y en suelos con fuertes pendientes o laderas permiten “amarrar” el suelo con sus raíces minimizando el riesgo de erosión, así como incrementar el carbono en el suelo.

Los árboles de sombra también contribuyen con la captura de dióxido de carbono del aire. El carbono es almacenado en los tejidos leñosos de los árboles (en la madera), de este modo, mientras más árboles de mayor edad se tenga en la chacra habrá más carbono almacenado, y con ello, se contribuye a mitigar el efecto del cambio climático, y a su vez, la finca obtiene beneficios económicos para la familia por la venta de madera.

Figura 48. Contribución del manejo de la sombra en el sistema de café





Lo mejor es que estos árboles, además de beneficiar el desarrollo del café, también lo protege de condiciones ambientales extremas (resultado del cambio climático) que pudieran perjudicarlo haciendo un sistema productivo y resiliente. Es decir, que la presencia de árboles permite que el cambio climático afecte menos la parcela de café.

A continuación se presentan las características que debe tener un árbol para sombra (ideotipo²⁵ para sombra):

- Que se adapte bien a los climas cafetaleros.
- Que tenga rápido crecimiento y larga vida.
- Que tenga ramificación amplia y buena altura.
- Que se adapte bien al suelo donde crece el café.
- Que su follaje permita la entrada del sol, es decir, que no tenga una copa muy cerrada.
- Que pierda sus hojas (caducifolio), las que al caer cubren la tierra, protegen el suelo del golpe directo de las gotas de lluvia y controla las malas hierbas.

²⁵ Es un modelo de la especie agroforestal (en términos morfológicos y fisiológicos) ideal para un propósito particular (Wood, P.J. y Burley, J., 1995).

- Que la caída de hojas, preferiblemente, coincida con la época de floración, para que entre más luz para activar los botones florales.
- Que tenga raíces profundas para que no compitan con el café y para que amarren el suelo y eviten la erosión.
- Que su tallo sea fuerte para que el viento no lo quiebre.
- Que su madera sea valiosa para aserrío, muebles, pisos, artesanías y otros usos.
- Que no emita sustancias que impidan el crecimiento junto al café (alelopatía).
- Que su poda natural de ramas no afecte mucho al cultivo del café.
- Que no compita con el café por agua y nutrientes.
- Que tenga un adecuado temperamento ecológico²⁶ para asociarse con el café.

²⁶ Es la característica intrínseca de una especie arbórea mediante la cual se establece su requerimiento de luz para su establecimiento y crecimiento. Según el temperamento ecológico las especies se clasifican en esciófitas (tolerantes a la sombra) y heliofitas (requieren mucha luz para crecer y son intolerantes a la sombra).

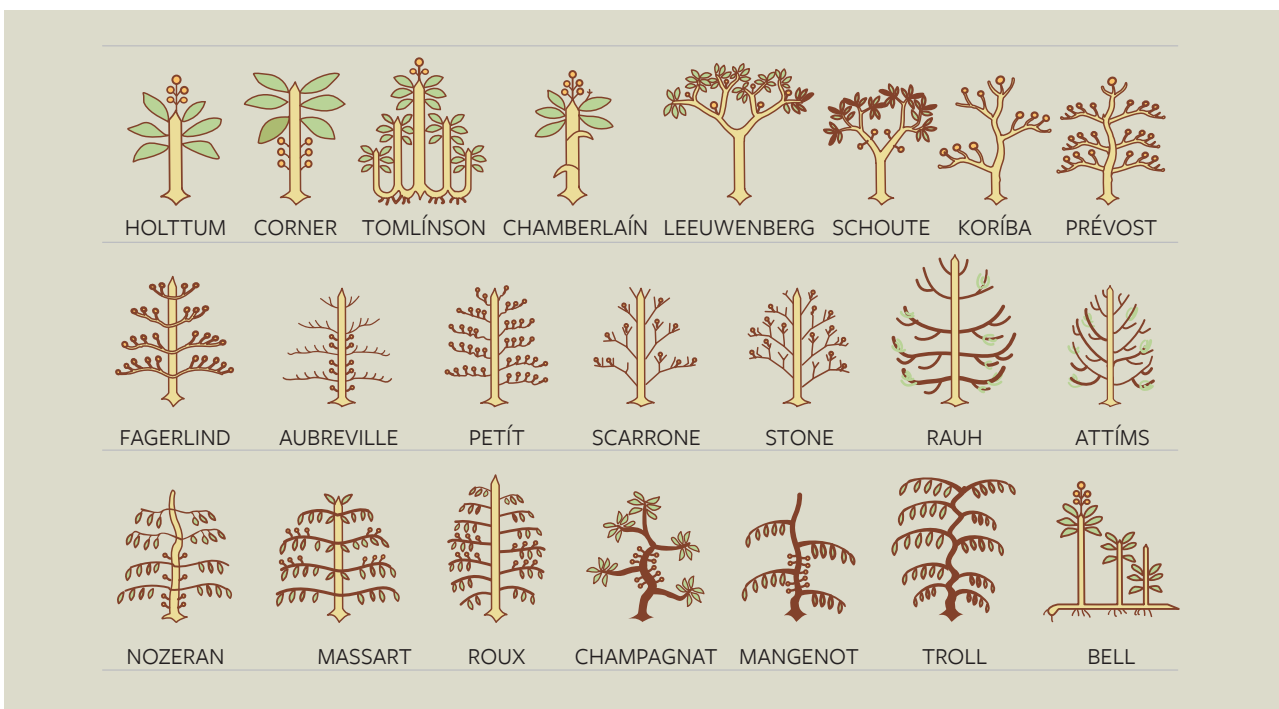


Consideraciones para la instalación de sombra en el cafetal

La planificación de una nueva plantación de café debe considerar también la instalación de plantas que actuarán como sombra temporal y permanente para el cultivo. Para elegir la especie de sombra el productor debe considerar cuáles son los productos que espera obtener en el mediano o largo plazo y realizar una evaluación minuciosa de las especies forestales a plantar, considerando la localidad ya que en cada zona hay especies adecuadas para escoger, de acuerdo a los objetivos e intereses que el agricultor se plantea. Las especies maderables usadas como sombra deben ser seleccionadas por su compatibilidad con el cultivo de café, su distribución

Por ejemplo, si elige plantar especies maderables se debe pensar, entre otras características ya señaladas: en el distanciamiento, el raleo según la especie, el manejo de ramas laterales para mejorar la calidad de la madera del fuste o tronco principal, y proyectar el tiempo de cosecha o aprovechamiento de estos árboles el cual, de preferencia, debe coincidir con la época de renovación total de toda la plantación de café. Asimismo, en lo posible es recomendable buscar especies donde se pueda sincronizar algunas características del comportamiento fenológico del árbol con el comportamiento fenológico del café, por ejemplo, especies de árboles que pierden sus hojas (caducifolia) coincidentemente con la etapa de floración del café (periodo que más se requiere de luz para activar los brotes flo-

Figura 49. Modelos de arquitectura de árboles



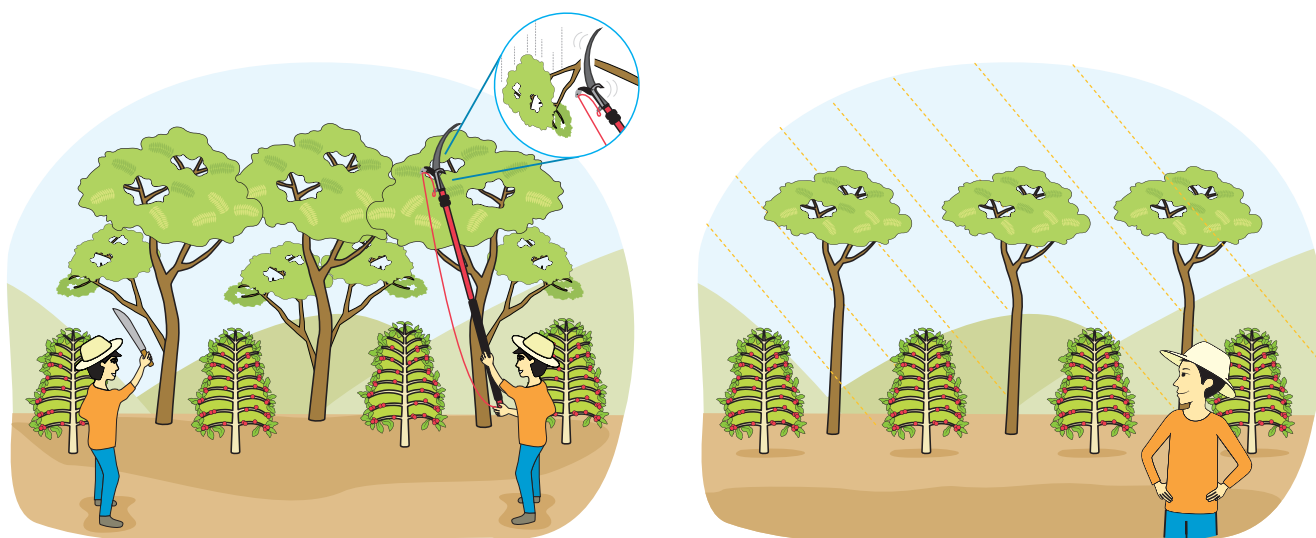
Tomado de Hallé, F., 2010

natural o adaptación al sitio, su potencial maderero comercial (mercado), su conocimiento de manejo silvicultural, disponibilidad de semillas, entre otros criterios.

rales). Además, la cantidad de árboles a plantar dependerá de su forma como árbol, es decir, de su arquitectura (ver figura 49). La forma tridimensional de un árbol puede ser compleja pero



Figura 50. Manejo de sombra del cafetal con poda de ramas de las especies arbóreas



nunca es aleatoria. Cada árbol tiene su programa específico de crecimiento, controlado por los genes, la forma final puede ser modificada por factores ecológicos pero siempre quedan las reglas genéticas del desarrollo (Hallé, F. 2010).

Los árboles de sombra también requieren ser manejados mediante actividades silviculturales durante su establecimiento y crecimiento. Las principales actividades son los recalces, raleos, podas y entresacas. Una de las prácticas más importantes es la poda pues regula la sombra del café y permite una buena formación de fuste o tronco (ver figura 50).

Los tipos de sombra que acompañan el desarrollo del café pueden ser temporales y permanentes.

La sombra **temporal** es la que acompaña el crecimiento inicial de los cafetales, para ello se cultivan especies como el plátano y el frijol de palo.

La sombra **permanente** es la que provee de sombra durante toda la vida del cafetal. Son

plantas de larga vida y de altura considerable. Las más usadas o tradicionales son la guaba, la albizzia, pashaco, laurel y otras especies nativas. Es importante que como árboles de sombra se use de preferencia especies leguminosas.

Recuerda:

- Los árboles de sombra también requieren ser manejados, por ello es importante hacer podas de formación, sobre todo en las especies de sombra tradicional (o sombra de servicio²⁷) como la guaba, albizzia, entre otras. Las plantas serán podadas para lograr tener un solo tronco hasta 2 m de altura, eliminando las ramas laterales desde el trasplante a campo definitivo y reduciendo las

²⁷ Se denomina así a la sombra con especies leguminosas que principalmente brindan servicio de sombra adecuada, capturar nitrógeno para fijarlo al suelo, producir hojarasca para cubrir el suelo contra los impactos de la lluvia y mejorar la estructura del mismo, etc. Son especies de sombra destinadas exclusivamente a generar buenas condiciones para el café. A diferencia de la sombra con otras especies maderables donde, además de la sombra y los servicios señalados, se persiguen objetivos de producción de madera para ser aprovechada por el pequeño productor cafetalero.

ramas gruesas que crecen en las calles donde transita el productor, lo que disminuye su eficiencia en el trabajo e incrementa horas hombre.

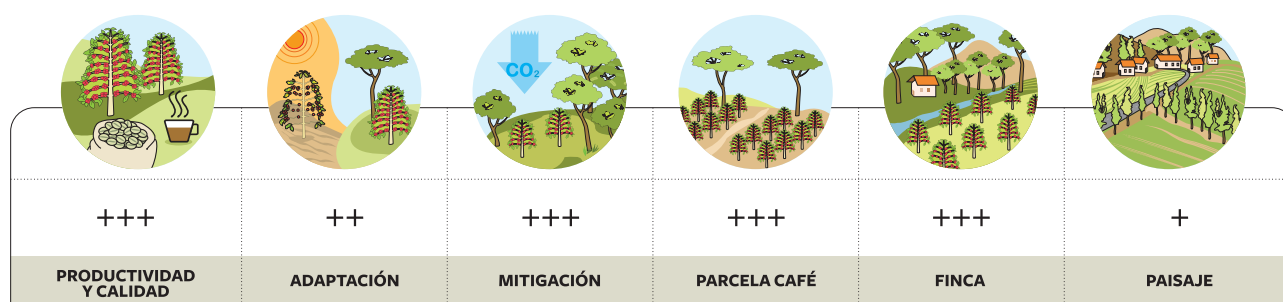
- En el cafetal debe existir buena ventilación y condiciones óptimas de luz.
- Siempre hay que regular la sombra del cafetal. Se recomienda tener un mínimo de 40% de sombra y un máximo de 60%, con lo cual aseguremos una buena productividad, sin generar estrés en la planta de café y así poder obtener una buena taza.
- Se debe ralear las ramas (podar ramas) cuando exista un exceso de sombra que impida el paso de luz, hasta lograr el porcentaje adecuado. Es mejor ir raleando las ramas (ya que tienen una menor acumulación de carbono), que cortar árboles que no fueron adecuadamente manejados como sombra, ya que ello incrementaría las emisiones GEI.
- Para mantener el cafetal como sistema agroforestal es importante que en los linderos o en el perímetro de la plantación se instale especies maderables de rápido crecimiento como bolaina (*Guazuma crinita*), laurel (*Cordia alliodora*), marupá (*Simarouba amara*), aucatadizo o urco ciprana (*Croton matourensis*), entre las nativas, y exóticas como los eucaliptos (*Eucalyptus torrelliana* o *E. saligna*); especies de lento crecimiento como moena (varias especies de la familia Lauráceas), tornillo (*Cedrelinga cateniformis*), cedro (*Cedrela odorata*), huairuro (*Ormosia sp.*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y nogal (*Juglans neotropica*).

Hay que considerar que todos los residuos vegetales (ramas y hojas) cortados como parte de la poda de los árboles de sombra son un recurso importante para el campo y nunca deben ser quemados, ya que se produce una rápida emisión de carbono al ambiente. Lo mejor es dejar que se descompongan en el mismo lugar, contribuyendo con la materia orgánica del suelo o disponiéndolos como barreras muertas para el control de la erosión.

Al realizar la línea base del Proyecto CCC de Solidaridad, al evaluar el sistema tradicional, se encontró un promedio de 97 árboles de guaba más 20 árboles maderables por hectárea promedio en las fincas cafetaleras, por lo que se propuso incrementar a 260 árboles/ha de sombra logrando una nueva mezcla, combinación o arreglo de sistema agroforestal (SAF): café + 100 guabas + 160 maderables. O también una segunda posibilidad o arreglo: café + 260 maderables. Esta densidad ayudaría a mejorar la sombra del cafetal, incrementaría la posibilidad de sacar ingresos adicionales por madera comercial al final del ciclo del cafetal para su renovación total o del ciclo de corta de la especie maderable (15 a 16 años), incrementos en captura de carbono, entre otros. Por otra parte, el proyecto está realizando evaluaciones y analizando otros arreglos, combinaciones o diseños SAF de café con mayores densidades de árboles maderables que proyectan densidades que van de 1.110 a 2.500 individuos por hectárea, pero estos diseños requieren un manejo más intensivo de la plantación y necesidad de apoyo técnico más especializado. No obstante, se prevé potenciales mejoras en ingresos, captura de carbono, etc.



Figura 51. Contribución del manejo y conservación de suelos en CCI



En el estudio de línea base del Proyecto CCC se registraron 67 especies de árboles que el cafetalero utiliza en asociación con el cultivo del café. Luego de este hallazgo se realizó otro estudio (Larco, I., 2015) para determinar un elenco de especies maderables con buenas cualidades para diseños en SAF con café para la zona. En esta etapa preliminar se seleccionaron 12 especies con base en 18 indicadores, características o cualidades los cuales estaban relacionados a: mercado de la especie, conocimiento y uso local de la especie, disponibilidad de semillas, conocimiento de su manejo silvicultural, distribución de la especie, periodo o turno de aprovechamiento, etc.

La propuesta de incorporar árboles maderables como sombra de servicio al cultivo de café, así como sombra con especies maderables de interés comercial permite incorporar e incrementar, a su vez, el stock de carbono en el sistema agroforestal, lo que le brinda, asimismo, una mayor resiliencia ambiental ante los posibles impactos del cambio climático. Además, le otorga al productor mayores opciones de ingresos por la venta de madera en el corto y mediano plazo. En ese sentido,

Solidaridad ha desarrollado un estudio para determinar las especies arbóreas promisorias con mayor compatibilidad con el cultivo de café, así como las proyecciones de almacenamiento de carbono (Larco, 2015).

RECOMENDACIÓN

Instala árboles para sombra con especies maderables entre 260 a 1.100 /ha de acuerdo a las características de las especies arbóreas. Regula la sombra entre 40 a 60% mediante la poda de ramas laterales; para mejorar desempeño de la plantación.

5.2.10 MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS

(Ver figura 51)

El suelo constituye uno de los recursos más valiosos para el agricultor; por esta razón requiere ser cuidado y conservado en sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

El proceso de formación del suelo es muy lento y se precisan cientos de años para que alcance el espesor mínimo necesario para la mayoría de los cultivos. Al mismo tiempo, puede perderse

rápidamente. Por ello es importante realizar diversas prácticas que conserven y mantengan la fertilidad natural del suelo por el mayor tiempo posible.

La conservación de los suelos puede realizarse en forma:

- **Preventiva:** es la más eficaz y barata, y está al alcance de los productores. Se realiza como parte del manejo del cafetal. Entre las prácticas se encuentran la siembra en contorno o en curvas a nivel (contra la pendiente o ladera), el uso de coberturas de suelos (vivas o muertas), la construcción de terrazas, entre otras.
- **De control de erosión:** la pérdida física del suelo ocurre cuando no se han realizado medidas preventivas. Las prácticas más aconsejables para corregir la erosión son la construcción de barreras muertas y la instalación de barreras vivas.

Se considera que la erosión es uno de los más importantes procesos que causan pérdidas de carbono contenido en el suelo. Con la finalidad de mantener la capacidad productiva de los suelos se requiere adicionar fuentes de materia orgánica e implementar prácticas que permitan formar, recuperar y mejorar las propiedades de los suelos.

Las prácticas a implementar en cada finca dependerán de las características propias de cada una de ellas, evaluando según su necesidad (ver figura 52).

Recuerda:

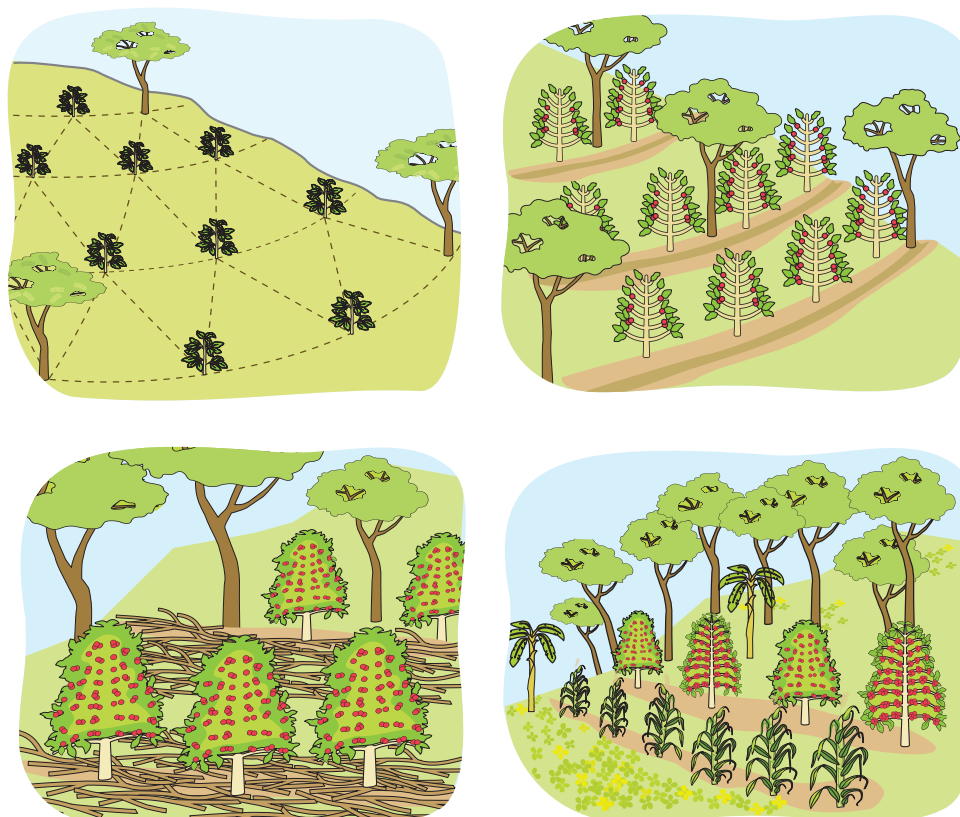
Implementar plantaciones a curvas de nivel en forma de terrazas, ya sean individuales o mejor aún a manera de andenes.

- Construir zanjas de infiltración y tanques de sedimentación.
- Implementar barreras vivas o muertas.
- Instalar coberturas nobles.²⁸
- Incorporar especies leguminosas y abundante materia orgánica.
- Evitar la aplicación de contaminantes al suelo, tales como productos agroquímicos (herbicidas, fungicidas e insecticidas).

²⁸ Es una práctica agronómica que tiene como objetivo controlar la erosión del suelo. Consiste en la instalación de especies de plantas rastreras o de porte vegetativo bajo que cubre el suelo como un manto y brinda beneficios al cultivo de café: evita el crecimiento de malas hierbas, reduce el impacto de la lluvia y el desplazamiento o escorrentía de las aguas superficiales, mantiene la humedad del suelo, mejora la estructura superficial del suelo (aereación), genera condiciones adecuadas para la microfauna del suelo, etc. Mantener la cobertura noble permite, a su vez, reducir costos de deshierbo. El Proyecto CCC viene experimentando la especie *Callisia repens* como cobertura noble en el cultivo de café, con auspiciosos resultados hasta el momento. Para mayor información sobre las bondades y el potencial de diversas especies de cobertura noble, se recomienda ver el estudio *Establecimiento de cultivos de cobertura y extracción total de nutrientes en un suelo de trópico húmedo en la Amazonía peruana* (Puertas, F.; Arévalo, E.; Zúñiga, et al., 2008).



Figura 52. Plantaciones de café con árboles maderables a curvas de nivel y diversas prácticas de conservación de suelos



Es importante considerar además que cada suelo tiene una capacidad de uso que debe ser tomada en cuenta. Los cafetales deberían ser instalados en suelos cuya aptitud de uso sea para cultivos permanentes o cultivos en limpio. Debido a la necesidad de los agricultores por ampliar su frontera agrícola, en muchos casos los cafetales han sido implementados en suelos con aptitud forestal, por ello, es importante hacer enmiendas o instalar sistemas agroforestales que permitan una mejor conservación del suelo y una mejor producción del cultivo.

Lo importante en todos los casos será respetar estrictamente los suelos de protección, cuidándolos y conservándolos.

El suelo constituye una de las más grandes reservas de carbono, por ello realizar las prácticas antes mencionadas, además de mejorar las propiedades del suelo, también permitirá capturar más carbono.

RECOMENDACIÓN

Conserva los suelos con prácticas adecuadas como: barreras vivas o muertas, zanjas de infiltración, zanjas de acopio de materia orgánica, terrazas, coberturas nobles, etc.; para reducir al mínimo la pérdida del recurso suelo.

5.2.11 MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA Y DEL SUELO

(Ver figura 53).

Dentro de las estrategias de manejo y conservación se debe promover el cuidado de los ríos y otras fuentes de agua que permitan asegurar la recuperación a largo plazo de los caudales y la calidad de las fuentes naturales de agua, detectando posibles causas de contaminación para eliminarlas.

Se requiere también establecer zonas de amortiguamiento²⁹ en ríos, lagos, quebradas y nacimientos de agua, que sirvan para controlar la sedimentación y contaminación. No se debe alterar el cauce de los ríos, riachuelos y quebradas.

Acciones a seguir:

- Priorizar el mantenimiento (conservación) e incorporación de cobertura boscosa en los márgenes y nacientes de todo curso de agua.

²⁹ Concepto aplicado por lo general a una franja alrededor de un área natural protegida (ANP) donde se debe practicar actividades productivas amigables con la naturaleza, por ejemplo agroforestería y manejo de bosques. En cafcultura se aplica este concepto a la franja de vegetación contigua a las quebradas, linderos, parcelas, etc.

- Evitar las afluencias directas de aguas contaminadas a las fuentes naturales. Para ello, se recomienda instalar sistemas de filtros para las aguas mieles del proceso del café y para las aguas servidas de las viviendas, tal como se explica más adelante, u otros sistemas de purificación efectiva y de bajo costo.
- Evitar verter productos tóxicos (líquidos).
- Garantizar el uso racional y responsable del agua, asegurando su correcta ubicación y mantenimiento en la finca.
- Promover una gestión adecuada del recurso hídrico en la comunidad empezando por su conservación y mantenimiento en la finca.

RECOMENDACIÓN

Reduce el consumo de agua en el beneficio húmedo (2 lt/kg cerezo). Procesa las aguas mieles adecuadamente vía separación y filtros, purificando el agua para devolverla al suelo o cuerpos de agua (quebrada o cochas) sin perjudicar la flora y fauna.

Figura 53. Contribución del manejo y conservación del agua en ACI

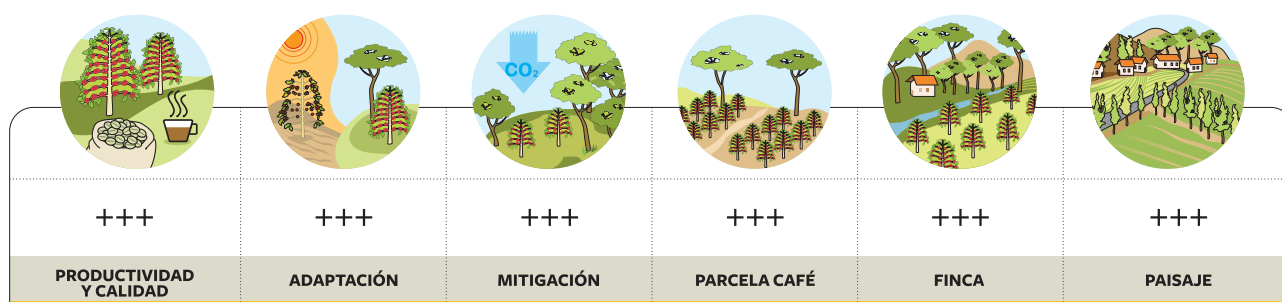
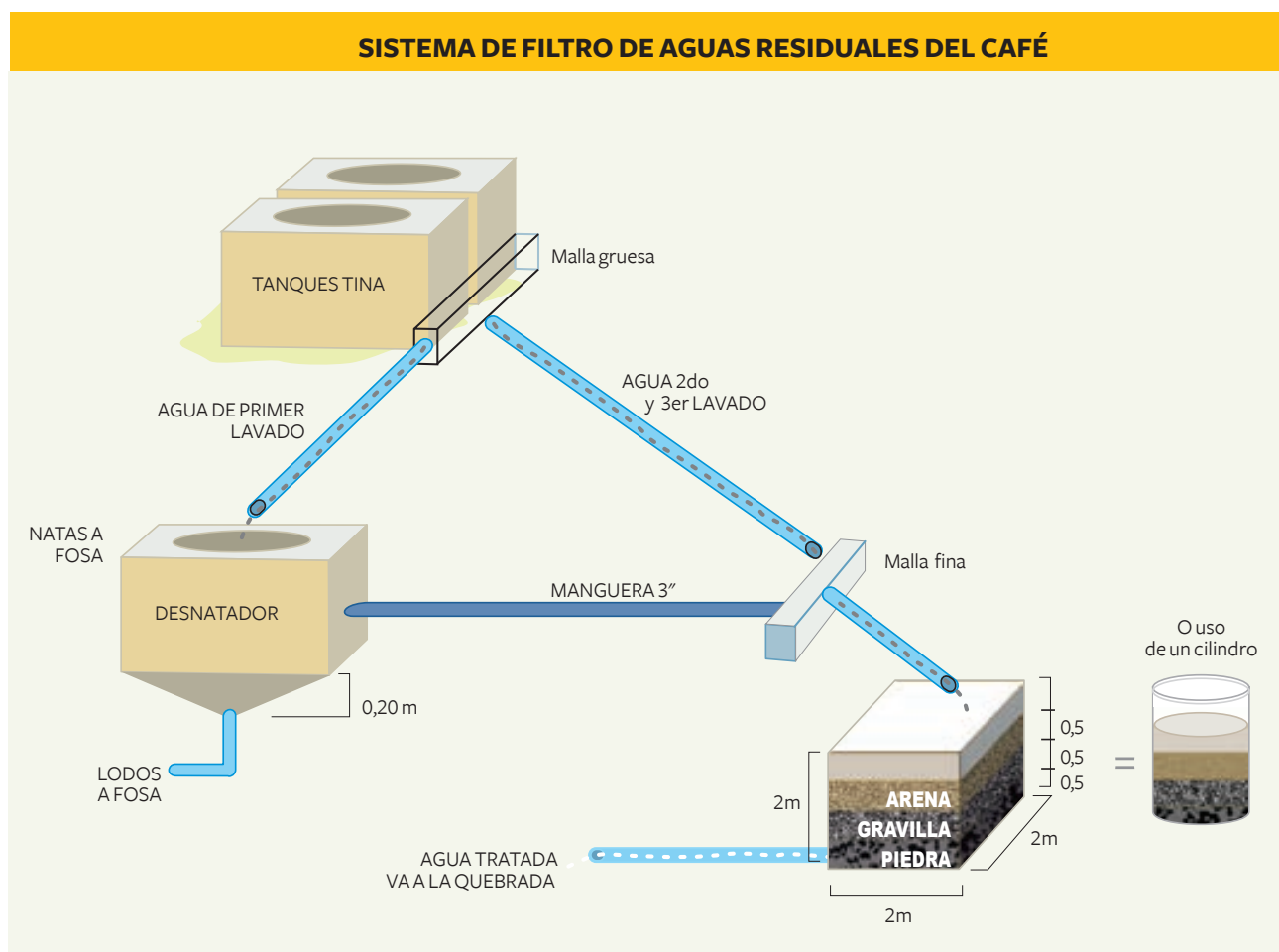




Figura 54. Sistema de tratamiento de aguas mieles



Sistema de tratamiento de aguas mieles

El proceso de purificación de las aguas mieles resultantes del lavado del mucílago fermentado del café busca disminuir el nivel de contaminación de estas aguas hasta los niveles establecidos por las normas sanitarias del país. Para este proceso se utilizan pozas, cajillas, cilindros (con piedras gruesas, gravilla y arena) que cumplen la misión de filtrar las aguas hasta obtener un nivel de purificación aceptable, de entre 85% al 90%. Una primera cajilla (desnatador) tiene la función de separar las mieles de las aguas (por decantación del agua y flotación de las mieles), las mieles se recogen y se depositan en el compostero

o en el lombricultivo, y las aguas pasan a las cajillas con piedra, gravilla y arena (ver figura 54).

Como resultado final se obtiene agua purificada que puede ser utilizada para el riego de cafetales u otros cultivos.

Nota: El menor consumo de agua en el beneficio húmedo del café, reducirá el costo de tratamiento y purificación del agua.

El método mencionado en esta publicación aún no garantiza una purificación total de las aguas para devolverlas a sus cauces originarios.

Actualmente el Proyecto CCC conducido por Solidaridad viene probando algunos métodos simplificados para tratar las aguas mieles o darles algún uso. Si desea mayor información puede revisar la publicación realizada por Solidaridad (Sas, M.; Bisschops, I.; Ellenbroeck, J., 2011) titulada *Guía Selección de estrategia para el manejo de las aguas mieles*, donde se dan a conocer diferentes tipos de manejo de aguas mieles para beneficios centralizados en grandes, medianos y pequeños productores, y otra información de importancia para este capítulo, así como para la salud humana y el tratamiento de las emisiones GEI de los sistemas cafetaleros.

RECUERDA

- Nunca dejar escurrir libremente las aguas mieles hacia los cuerpos de agua (quebradas, ríos, cochas) sin previo tratamiento. Estas aguas mieles son muy cargadas y provocan intoxicación o destrucción parcial o total de la vida acuática.
- Todos los desechos orgánicos (pulpa de café y de cocina) deben ser convertidos en compost.
- Las aguas mieles, sobretodo de la primera lavada, pueden utilizarse para regar el compost, enriquecerlo y reducir la contaminación y emisiones de GEI.

5.2.12 COSECHA SELECTIVA

(Ver figura 55).

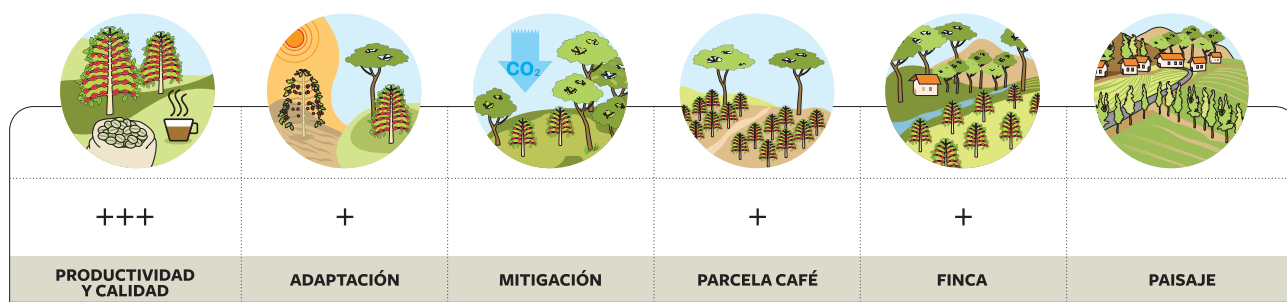
Hasta el momento de la cosecha el caficultor ha invertido sus recursos para alcanzar una alta productividad y una buena calidad del grano en la finca. Por ello, se debe tener cuidado en garantizar el máximo aprovechamiento de los frutos, porque allí están los ingresos de la familia (ver figura 56). Por lo tanto, la cosecha debe planificarse y ejecutarse siguiendo estas recomendaciones:

- Desarrollar como mínimo tres fases de cosecha por campaña: “rebusque”, “plena” y “raspa”.
- Realizar una cosecha selectiva: recojo cuidadoso únicamente de granos maduros (cerezos).
- Lograr mayor rendimiento en peso con granos bien desarrollados (solo maduros).
- Los frutos verdes y pintones se deben dejar para una nueva pasada.
- Los granos sobremaduros se recogen para procesarlos separadamente, evitando que reduzcan la calidad de taza organoléptica.

Con estas recomendaciones se garantiza una buena calidad en taza.³⁰

³⁰ Son los atributos de aroma y sabor de la bebida de café, así como su limpieza (es decir, que no presente aromas ni sabores extraños).

Figura 55. Contribución de la cosecha selectiva en CCI



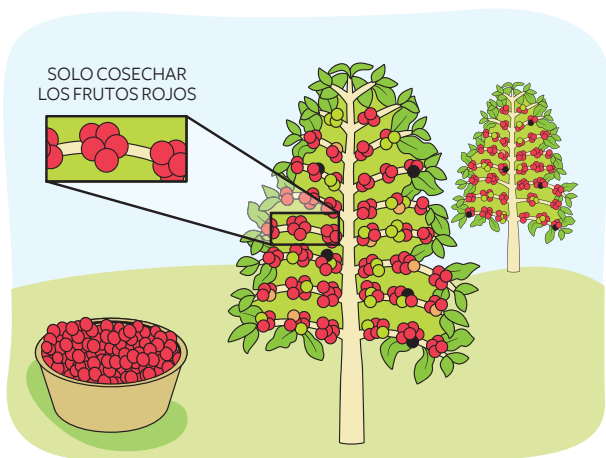


Figura 56. Cosecha selectiva de café

RECOMENDACIÓN

Cosecha solo granos maduros y selecciona separando cerezos maduros buenos, vanos e impurezas; para mantener la calidad del café pergamino.

5.3 PRÁCTICAS DE MANEJO POSCOSECHA

5.3.1 EL BUEN BENEFICIO ASEGURA Y CONSERVA LA CALIDAD DEL CAFÉ

Si bien la calidad del café³¹ se expresa como resultado de la interacción de las condiciones na-

³¹ La calidad en el café está definida por estándares que consideran varios aspectos:

Calidad física: es el aspecto y apariencia del grano (cualitativa y cuantitativamente), la cual adquiere mayor puntaje en la medida que contenga menos defectos (grano brocado, grano negro, grano dañado por hongos, grano partido, grano mordido, etc.).

Calidad en taza u organoléptica: son los atributos de cuerpo, sabor, aroma y acidez de la bebida de café, así como su limpieza (que no presente aromas ni sabores extraños). En algunos mercados solicitan un perfil de taza particular.

Calidad sanitaria o inocuidad: este aspecto cada vez cobra mayor importancia debido a las legislaciones sobre protección de la salud pública. Tiene que ver con la sanidad del producto, que no contenga contaminantes químicos o biológicos que puedan afectar la salud del consu-

midor. Por ejemplo, desarrollo de hongos con riesgo de producción de ocratoxina A (OTA), que es una sustancia natural muy tóxica para los riñones y posiblemente cancerígena, producida por un moho que a veces se encuentra en el café crudo o “verde”, y que no se elimina por completo con la torrefacción (para mayor información ver el artículo *Un café más sano*: disponible en: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0607sp1.htm>).

Calidad simbólica: presenta una gran influencia en la decisión de compra de algunos segmentos del mercado. Incluye, además de conceptos como el origen, aspectos sociales (el mercado comienza a demandar y reconocer los esfuerzos, con el fin de mejorar las condiciones laborales de los trabajadores y las condiciones de vida del productor y su familia) y ambientales (la producción de café debe demostrar que hace uso racional del medioambiente y conserva los recursos naturales).

Figura 57. Contribuciones del manejo poscosecha en CCI

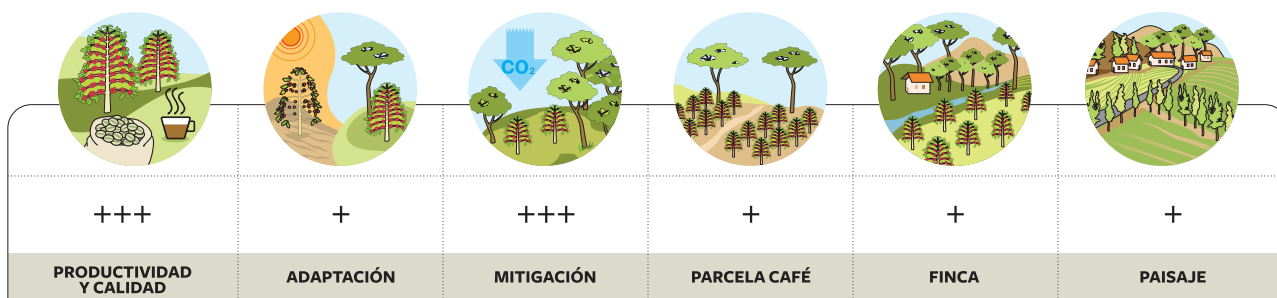


Figura 58. Cerezos cosechados deben ser beneficiados el mismo día



las siguientes etapas de cosecha y poscosecha (ver figura 58).

De este modo, a partir de la cosecha y durante el beneficio al realizar las prácticas adecuadas se logra asegurar la calidad del café. En estas etapas se transfiere al grano las características organolépticas intrínsecas (dulzura, aroma, sabor, cuerpo, acidez) y se mantiene esa calidad predefinida.

Con un beneficio húmedo y secado mal efectuado se puede perder o deteriorar la calidad física y organoléptica del café. Generalmente en el Perú la gran mayoría de caficultores descuida estos procesos, perdiendo así la calidad del café y reduciendo drásticamente sus ingresos.

El manejo poscosecha consiste en el procesamiento del grano cosechado hasta lograr el “café oro” o “café verde” seco. Este proceso se realiza aplicando todas las técnicas de aseguramiento de calidad.

Para ello se requiere cumplir con las siguientes prácticas:

- Realizar el despulpado el mismo día de la cosecha, sin dañar los granos, para lo cual se debe mantener la despulpadora bien calibrada.
- Fermentar los granos para remover el mucílago el tiempo necesario, cuidando de no sobrefermentarlos.
- Lavar los granos con agua limpia, cuidando así la limpieza e inocuidad del grano.
- Secar los granos de manera uniforme, continua y libre de todo tipo de contaminantes.
- Almacenar los granos secos en un sitio seco, ventilado y separando los sacos de café de la pared y del piso (utilizando tarimas o parihuelas de madera). No se debe almacenar el café seco en ambientes donde haya detergentes, combustibles, lubricantes, productos químicos, etc.



Es recomendable que los productores cafetaleros cuenten con suficiente infraestructura de poscosecha, con módulos individuales o con módulos centralizados, técnicamente contruidos que permitan asegurar la calidad del café. El beneficio húmedo del café requiere de una planta que comprenda las siguientes partes: zona de recepción, tanque sifón, despulpadora, tanques de fermentación, canales de correteo o tanques de lavado, lozas de secado, secadoras solares, almacén, área de reciclaje y tratamiento de desechos (pulpa y aguas mieles) o máquinas beneficiadoras tipo UCBE (Unidad Compacta de Beneficio Ecológico de café).

5.3.2 PROCESO DE BENEFICIO HÚMEDO

Beneficiar el café consiste en transformar el café cerezo (ver figura 59) en pergamino seco. Durante el proceso, se separan las partes del fruto y, luego del fermentado y lavado, se baja la humedad del grano mediante el secado para conservarlo.

Es importante dar a conocer que gran parte de las emisiones de GEI en las fincas de café se generan en el proceso de beneficio húmedo por lo que es importante pensar cómo hacerlo más eficiente a un menor costo, con menor esfuerzo y con menores emisiones de estos gases. Para ello es importante tomar en consideración algunos aspectos que pocas veces se realizan en el Perú, nos referimos a:

- Transportar el cerezo hacia las instalaciones de beneficio húmedo por diferentes mecanismos (tuberías, huaros o cajones suspendidos en cables, etc.).
- Promover/organizar el proceso de beneficio húmedo en instalaciones centralizadas que pueden ser multifamiliares, comunales o en organizaciones (asociaciones y cooperativas).
- Realizar el beneficio del café a través de la tercerización (*services*) y así reducir el trabajo del productor que luego de recolectar sus cerezos puede ir a su casa a descansar y estar más tiempo con su familia o utilizar este tiempo para realizar otras actividades en su finca. Mediante la tercerización del proceso de beneficio húmedo y secado del café se puede profesionalizar las diversas etapas (despulpado, fermentado, secado) y, de esa manera, reducir defectos físicos por despulpado (rendimiento físico), homogenizar la calidad del café pergamino en volúmenes mayores, reducir pérdidas en la calidad en taza (calidad organoléptica) por deficientes procesos de beneficiado individual, bajar las emisiones al reducir el volumen de agua contaminada y por descontaminar. Asimismo, el beneficio centralizado o a través de la tercerización, permite la preparación (compostaje) de volúmenes mayores de abonos orgánicos a partir de los residuos de la pulpa y aguas mieles.
- Transportar al mismo tiempo mayores volúmenes del café pergamino en camiones de 2 a 3 toneladas reduce el costo del flete, y también reduce emisiones de CO₂ por combustión del motor por quintal de café transportado.

El beneficio del café que se utiliza en el Perú es por vía húmeda y comprende las siguientes etapas:

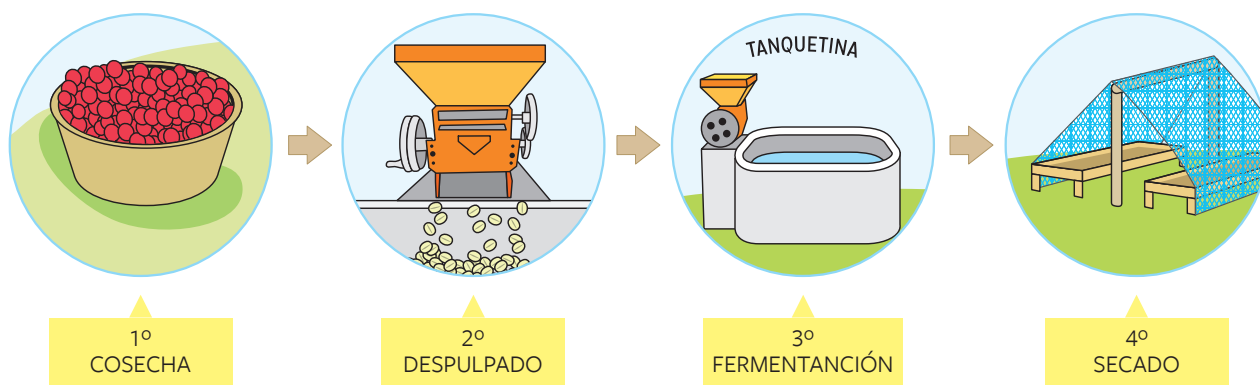
- a) Despulpado
- b) Remoción del mucílago (baba o miel) por fermentación o por remoción mecánica
- c) Lavado
- d) Secado

Luego, el café se despulpa sin agua o con poca cantidad, ya que el mucílago del grano maduro permite el despulpado. Esta actividad deberá realizarse lo antes posible, pues un retraso en el despulpado de los granos por más de cuatro horas afecta la calidad en taza del café (sabores a fermento).

b) **Revisión y evaluación del despulpado**

Es frecuente observar en el campo que en el proceso de despulpado ocurren pérdidas de granos y se producen defectos en la calidad física de

Figura 59. Proceso de beneficio húmedo del café



a) **Despulpado**

El proceso de despulpado se inicia con la recepción del café cerezo recién cosechado que se coloca en el tanque para cerezos o en el tanque sifón. Es en este momento donde se realiza la primera selección del grano por flotación, lo que permite separar los granos de café de inferior calidad. Esta práctica es conocida como rebalse.

los mismos, debido a problemas de calibración y mantenimiento de las despulpadoras. Estos defectos se manifiestan en granos mordidos, cortados o granos que se eliminan con la pulpa (cáscara). Es importante que dentro de los planes de asistencia técnica y capacitación que se brinda a los pequeños productores de café se les capacite en el buen manejo de este equipo, previo diagnóstico de los problemas del despulpado. Para ello se recomienda realizar una evaluación que contemple lo siguiente:



- Tomar una muestra de 167 granos de café despulpados (equivalentes a 100 gr) recogidos directamente de la máquina despulpadora.
- » Separar y contar los granos mordidos, trillados, sin despulpar y los que tengan la pulpa pegada.
- » Si el número de estos granos es mayor a 7 (4 gr), es necesario revisar la camisa (camiseta) de la máquina de despulpar y calibrarla inmediatamente.
- » También hay que revisar la fosa de la pulpa o pulpero. Se toma 3 muestras de 500 gr durante el despulpado y, si se observa más de un grano de café sin despulpar, hay que hacerle mantenimiento a la despulpadora.

Contar con una máquina despulpadora calibrada permite mantener la calidad física del grano de café y evita pérdidas por daño mecánico.

Es importante recordar que toda la pulpa de café resultante del proceso de despulpado se debe guardar para elaborar abono orgánico (compost). Esto permite devolver este material al suelo del cafetal para ayudar a mantener el reciclaje de nutrientes en la finca.

Además de la importancia del compost como material para abonar el cultivo de café, es relevante que en el proceso de compostaje se reduzca las emisiones de GEI, especialmente de amoníaco (NH_3), a través de la incorporación de arcillas que permiten atrapar el nitrógeno y, de esa manera, mantener una mayor riqueza de este elemento tan importante para el cultivo. Al respecto, Solidaridad viene realizando una investigación acerca de la aplicación de arcillas locales de color rojo para aumentar la retención de nitrógeno amoniacal durante el compostaje de la pulpa de café (Díaz, A. 2016) (ver figura 61).

Figura 60. Instalaciones de beneficio húmedo



c) Remoción del mucílago

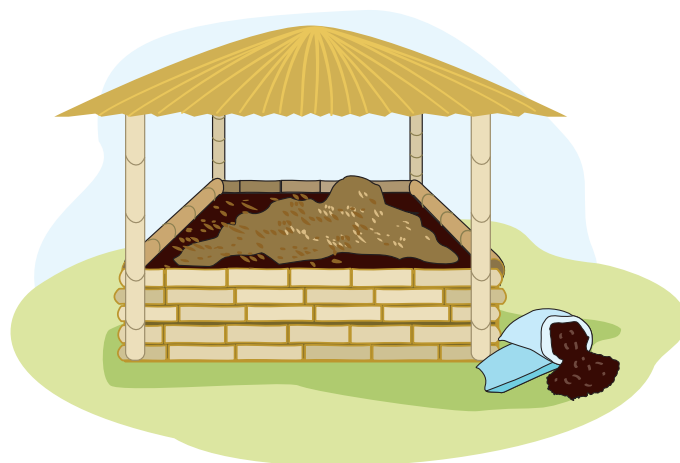
El mucílago de los granos del café es removido mediante el proceso de fermentación.³² La fermentación es realizada en tanques o cajones donde se recibe el grano despulpado. Controlar el tiempo durante la fermentación natural es determinante para asegurar la calidad final del grano, pues si los granos son sobrefermentados se producen defectos de sabor y aroma conocidos como vinagre, fermento o vinoso. La mezcla de cafés despulpados en diferentes días también causa sobrefermentación.

Durante la fermentación se tendrá en consideración:

- El tiempo de fermentación que puede variar entre 12 a 24 horas.
- En zonas altas o más frías se requiere un mayor tiempo de fermentación.
- A mayor altura de la masa de café en el tanque, menor debe ser el tiempo de la fermentación.
- Cuando se despulpa sin agua el tiempo de fermentación es menor.

¿Cómo determinar que el proceso de fermentación ha terminado? Cuando al introducir un palo en la masa de granos de café, al sacarlo queda un hueco en la masa y el palo queda limpio, o cuando al tomar una muestra del tanque y lavarla en una vasija, al frotarla entre las manos se siente áspera y produce un sonido de “cascajo”.

Figura 61. Ambiente para la producción de abonos orgánicos



IMPORTANTE

Es importante que la planta de beneficio tenga como mínimo dos tanques de fermentación, cada uno con capacidad para almacenar la mayor cantidad estimada de granos cosechados en el día pico de la cosecha.



³² Para producir un quintal de 46 kg de café oro se elimina 40 kg de mucílago en el proceso de beneficio.



d) Lavado

Tan pronto finalice el proceso de remoción del mucílago de los granos, se da inicio al lavado del café. Para ello se recomienda realizar cuatro enjuagues (ver figura 62).

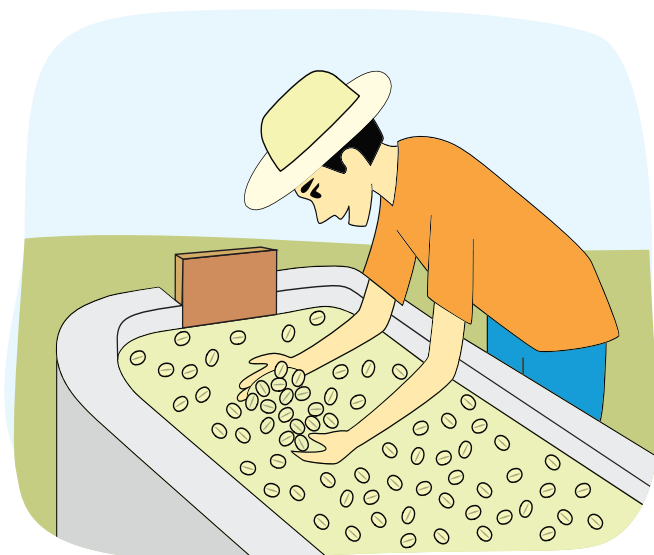
Para realizar el primer lavado se añade agua al tanque de fermentación. Se lavan los granos y el residuo resultante es drenado al tanque de aguas mieles.

El segundo y tercer lavado se efectúan agregando agua al tanque hasta cubrir la masa, agitando fuertemente y drenando el agua.

En el cuarto enjuague se coloca agua hasta 5 cm por encima de la masa de café, se agitan los granos para retirar los granos vanos (que flotarán) y, por último, se drena el agua.

El agua del segundo, tercero y cuarto lavado pasan directamente al filtro de arena, gravilla y piedra (proceso que descontamina el agua y evita la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas).

Figura 62. Lavado del café



Este proceso de lavado con agua limpia garantiza que se ha retirado completamente el mucílago fermentado del grano. De esta manera se previenen defectos como grano manchado, sucio, con sabor a fermento y contaminado.

Siempre hay que recordar que lo que se está produciendo es un alimento para los seres humanos y, por lo tanto, debe garantizarse su inocuidad. Terminado este proceso se debe lavar el tanque donde se realizó la fermentación.

Nota: Es importante minimizar el consumo de agua limpia durante todo el proceso de beneficio, puesto que luego hay que purificar la cantidad de agua utilizada³³ con la finalidad de devolverla a sus cauces originales sin contaminarlos o destruir el equilibrio biológico, cumpliendo lo regulado por el Decreto Supremo N° 003-2010-Ministerio del Ambiente-MINAM del Perú: “Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales”.

³³ Solidaridad ha realizado un estudio en la región de San Martín donde se ha encontrado amplios rangos de variación de consumos de agua por kg de café pergamino seco de acuerdo a modalidades de lavado que se usan en la zona: 7,17 lt en tina y malla; 8,17 lt en cajón fermentador; 11,61 lt en tanque tina y 194,82 lt en quebrada (García, D. y Gallusser, S., 2015).

Tabla 6. Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/l	20
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	10.000
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	100
Demanda química de oxígeno	mg/l	200
pH	unidad	6,5 - 8,5
Sólidos totales en suspensión	ml/l	150
Temperatura	°C	<35

e) **Secado**

El proceso de secado de los granos se lleva a cabo en patios de cemento, en secadores corredizos, techos corredizos o en parihuelas, los que pueden estar expuestos directamente al sol o acondicionados con techos de plástico denominados “micas” o “micas solares” que funcionan como secadores solares. Lo mejor es utilizar la energía solar para este fin (ver figura 63).

A continuación se presenta información clave con respecto a las diversas opciones de secadores:

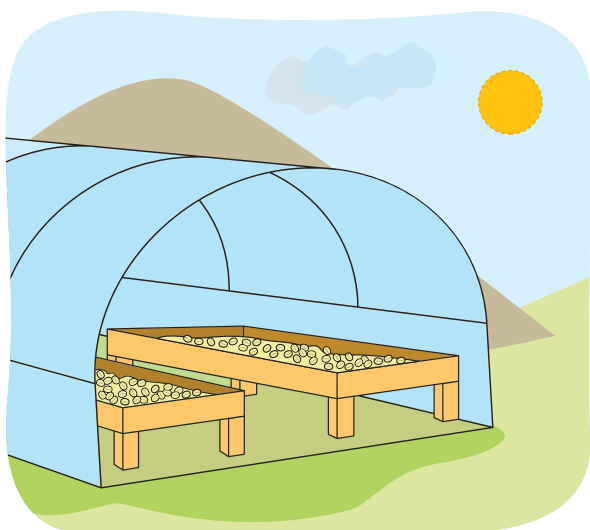
- Los patios de cemento o losas de secado deben tener una ligera pendiente o inclinación (de 1%) para evitar encharcamientos.
- Los secadores solares son estructuras que se pueden construir con materiales de la fin-

ca como árboles delgados (para los postes y las tarimas), bambú, rajas de palmeras, caña brava o arbustos delgados y flexibles (para formar la estructura que será recubierta por una mica en “V” o “U” invertida, en forma de domo), y que será soportada por los postes de madera. Este espacio creará un ambiente cálido, con aire circulando por debajo, por encima y por los extremos. El flujo de aire que llega al ambiente donde se está secando el café entra por los extremos del secador, los cuales funcionan como puertas que se cierran cuando está lloviendo y se abren cuando hay mucho sol. En las tarimas se construirán parihuelas (bandejas) con maderas delgadas y malla de pescador o malla plástica, que se colocan sin fijarse (son removibles) sobre una estructura simple de madera o bambú, a una altura de 90 cm a 1 m. La malla permite que el café se ventile por encima y por debajo.



- Los carros o secadoras móviles cuentan con cajones montados en una estructura de madera o hierro con pisos de malla, madera o esterilla y que se desplazan según las condiciones del clima.
- Las parihuelas son cajones de madera o de esterilla.

Figura 63. Secado de café en secador solar con piso de manta



El secado también puede ser mecánico, el cual se recomienda para fincas con producciones anuales superiores a 200 quintales de café pergamino seco. Mediante este proceso las cámaras de secado reciben aire caliente a 45 °C como máximo, impulsado por un ventilador. El aire es calentado con estufas o quemadores que funcionan con cascarilla de arroz, leña, carbón mineral o energía eléctrica (nunca debe utilizarse aceite quemado como combustible). Se recomienda conseguir un insumo sostenible; por ejemplo si es leña, contar con un área en la finca donde se siembre árboles con fines de producción de leña asegurando reducir la deforestación o si se compra la leña cerciorarse que provenga de bosques manejados.

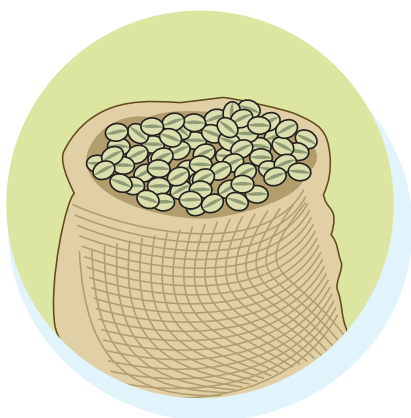
Recomendaciones generales para el secado de café:

- Iniciar el secado tan pronto termine el lavado.
- Dejar escurrir completamente el agua en el tanque de lavado o en los canales de correteo.
- No permitir que el café se seque y se vuelva a humedecer nuevamente durante el secado.
- Empacar el café luego de dejarlo reposar, no empacar el café caliente.
- Si el café ha sido sobresecado no devolver la humedad al grano agregando agua, porque se blanquea. Además, los granos mojados del centro (del arrume o del bulto) se fermentan.

El café habrá concluido el proceso de secado cuando la humedad del grano alcance el 10 a 12% de humedad (ver figura 64). Para determinar el porcentaje de humedad del grano en forma sencilla se puede realizar la siguiente prueba: se trilla una muestra de café seco con las manos, se observa el color y se mide la dureza de la almendra ejerciendo presión con las uñas, los dientes o el filo de una navaja; si las dos mitades del grano saltan es señal de que el grano de café está seco. En los centros de acopio utilizan un medidor de humedad para tal fin.

Concluido el proceso de secado, se evalúa la calidad física de los granos de café para identificar posibles defectos que podrían presentar los granos debido a errores en el manejo del cultivo y durante la poscosecha (ver tabla 7). A continuación se presenta un listado de los defectos más comunes en el grano de café y las condiciones que los ocasionan.

Figura 64. Café pergamino



RECOMENDACIÓN

Beneficia el café con bajo consumo de agua (2 lt/kg cerezo o menos). Fermenta en su punto, lava y seca adecuadamente. Reaprovecha las aguas mieles de al menos la primera lavada para los abonos orgánicos y filtra las aguas de la segunda y tercera lavada para descontaminarlas antes de devolverlas al suelo o a los cuerpos de agua (quebradas o cochas).

Tabla 7. Indicadores de calidad física del café

Defecto	Causado por
Negro o parcialmente negro	<ul style="list-style-type: none"> • Fermentación muy prolongada • Interrupciones prolongadas durante el secado o mal secado • Granos cosechados verdes o enfermos
Fermentado	<ul style="list-style-type: none"> • Fermentación en tanques sucios • Empleo de aguas contaminadas • Retrasos en el despulpado • Tiempos de fermentación demasiado largos
Aplastado	<ul style="list-style-type: none"> • Pisar el café durante el proceso de secado • Trilla del café húmedo
Mordido o cortado	<ul style="list-style-type: none"> • Despulpado con máquina mal ajustada o con camisa defectuosa
Cardenillo	<ul style="list-style-type: none"> • Fermentaciones prolongadas • Interrupciones largas del proceso de secado • Almacenamiento del café húmedo
Cristalizado	<ul style="list-style-type: none"> • Temperaturas en el secado superiores a 45 °C
Decolorado blanqueado	<ul style="list-style-type: none"> • Demasiado tiempo en el secado • Demasiado tiempo de almacenamiento
Mohoso	<ul style="list-style-type: none"> • Interrupciones largas del proceso de secado • Almacenamiento de café húmedo
Decolorado veteado	<ul style="list-style-type: none"> • Rehumedecimiento del grano después de secado



Los caficultores pueden ofrecer granos de café de calidad si realizan un buen manejo del cultivo y buenas prácticas de cosecha: recolección oportuna, buen beneficio, cuidadoso secado, y un adecuado transporte y almacenamiento del grano. Esto permitirá garantizar una buena calidad de la bebida del café y que el café sea valorado por los comerciantes y consumidores.

Es muy importante considerar las ventajas de realizar el trabajo en campo compartiendo parte de las herramientas de trabajo, como es el caso de la infraestructura para el beneficio; que es costosa para el productor, se utiliza pocos días al año y tiene un alto costo del mantenimiento anual. Solidaridad propone compartir estas instalaciones entre familiares o amigos de una misma zona productiva para disminuir los costos de infraestructura, operativos, de mantenimiento; el espacio, reducir la generación de emisiones de GEI, reducir los costos del manejo de aguas mieles, etc. Lo ideal es centralizar este servicio y encargar esta tarea a jóvenes especializados en beneficiado y secado del café.

Manejo de residuos sólidos provenientes de la agricultura

El tratamiento de residuos sólidos está normado por el Reglamento del Sistema Nacional de Plaguicidas de Uso Agrícola (DS 001-2015 MINAGRI) en su artículo 46° donde se reglamenta las actividades de manejo de envases vacíos de plaguicidas de uso agrícola (ver figura 65).

En el Perú se comercializan más de 600 t de envases de plástico rígido de agroquímicos al año que son almacenados por los agricultores momentáneamente, para ser luego quemados o abandonados en el campo. El plástico de estos envases no puede ser reciclado con otros plásticos. Para su disposición final las empresas de agroquímicos han formado una alianza y han creado la Asociación Campo Limpio; para brindar el servicio de procesamiento de envases vacíos de agroquímicos, por lo que actualmente se tiene dos plantas de procesamiento ubicadas en Ica y Trujillo.

La caficultura sostenible y adaptada al cambio climático permite el uso de agroquímicos, considerado dentro de un manejo sostenible del sistema y un programa de MIPE, en el cual el control químico es utilizado cuando la plaga o enfermedad supera el umbral de daño económico y es favorecido por factores climáticos, logrando niveles que los otros tipos de control no sean efectivos. Asimismo, en el POA mencionado en el Capítulo de Planificación se proyectan las actividades según los recursos disponibles del productor y se debe tener en cuenta el uso de agroquímicos de menor toxicidad de forma preventiva y focalizada en algunas enfermedades que son altamente agresivas. Esta planificación ayuda a reducir el uso de agroquímicos de mayor toxicidad y la tendencia debe ser reducir aún más el uso agroquímicos a medida que el sistema de café se convierte en un sistema más sostenible y resiliente al cambio climático.

Figura 65. Reciclaje de envases vacíos de pesticidas



Si bien paulatinamente se implementará el reglamento a nivel nacional, el caficultor debe conocer que los envases se recogerán siguiendo las presentes indicaciones (ver figura 66):

Por ello, cada finca o parcela debería contar con un lugar de acopio de los envases rígidos (envases plásticos o bolsas plásticas) para su almacenamiento momentáneo, donde la persona encargada de la finca pueda tener acceso y evitar así que los niños puedan usarlos.

Previo al almacenamiento se debe haber realizado el “triple lavado”.

Indicaciones para el triple lavado: apenas se termine el contenido del producto, llenar 1/4 del envase con agua limpia, ponerle la tapa y agitarlo bien por 30 segundos en forma vertical. Luego verter el contenido en el tanque de aplicación (bomba de mochila a palanca o a motor), repetir la operación por tres veces (agitando en forma horizontal y finalmente colocando la botella al

Figura 66. Recomendaciones para el tratamiento de los envases y la protección de las personas

TRIPLE LAVADO DE LOS ENVASES AGROQUÍMICOS

1

Llena 1/4 del envase con agua limpia

2

Ponle la tapa y agítalo bien por 30 segundos

3

Vierte el contenido en el tanque de aplicación

4

Debe inutilizar, es decir, cortar, perforar, quitar las tapas y no destruir las etiquetas

Repite estos pasos 3 veces

- Guarde en bolsas los envases**
- Guarde las tapas en una bolsa aparte**
- Lleve los envases y las tapas al sitio de acopio**



revés, para asegurar un buen desprendimiento de todos los residuos del producto). Luego de realizar el tripe lavado, con una tijera o cuchillo hacer huecos en el envase plástico, colocarlo en una bolsa o caja y almacenarlo.

Cabe recordar que la quema de envases plásticos rígidos emite contaminantes en grandes cantidades, sobre todo de CO₂, metales pesados³⁴ y dioxinas³⁵. Además, la degradación de un

34 Están considerados como metales pesados el cobre (Cu), zinc (Zn), cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb), entre otros. Tienen un efecto tóxico para los seres vivos cuando el nivel de tolerancia es excedido. Sin embargo, algunos de estos metales son necesarios para el funcionamiento normal de los organismos vivos como es el caso del cobre y zinc. Para llevar a cabo sus reacciones metabólicas los seres vivos requieren un gran número de metales pesados a niveles traza, sin embargo estos pueden llegar a ser tóxicos cuando no son metabolizados por el organismo y en los tejidos, pudiendo acumularse en el cuerpo humano.

35 Se utiliza a menudo para referirse a una familia de compuestos relacionados entre sí desde el punto de vista estructural y químico. Las dioxinas son contaminantes ambientales químicos peligrosos que for-

envase de plástico puede durar hasta 500 años y por ello el MINAGRI, a través de SENASA como autoridad competente, norma el manejo de envases de plaguicidas a nivel nacional. Actualmente en la zona agroexportadora de la costa se han instalado las primeras plantas de procesamiento, para que este trabajo se vaya extendiendo a otras regiones y cultivos como el café (Decreto Supremo N° 001-2015-MINAGRI).³⁶

En otras regiones se han instalado centros de acopio, donde se reciclan los envases y de allí se trasladan a las plantas de procesamiento.

man parte de los llamados contaminantes orgánicos persistentes. Las dioxinas son preocupantes por su elevado potencial tóxico. La experimentación ha demostrado que afectan a varios órganos y sistemas.

36 Reglamento para reforzar las acciones de control post registro de plaguicidas químicos de uso agrícola. Perú. Junio de 2012. http://www.peru.gob.pe/normas/docs/DS_008_2012_AG.pdf





6

ALMACENAMIENTO DEL CAFE

ALMACENAMIENTO DEL CAFÉ

El almacenamiento del grano debe realizarse de manera muy cuidadosa para no deteriorar la calidad lograda hasta este punto. El mantenimiento de la calidad del café depende de un correcto almacenamiento del grano en la finca del agricultor, así como en el centro de acopio y almacén central de la organización donde se guarda hasta su comercialización. Estos almacenes deben ser secos, ventilados y libres de olores extraños, que eviten que el café vuelva a humedecerse o sea sobresecao.

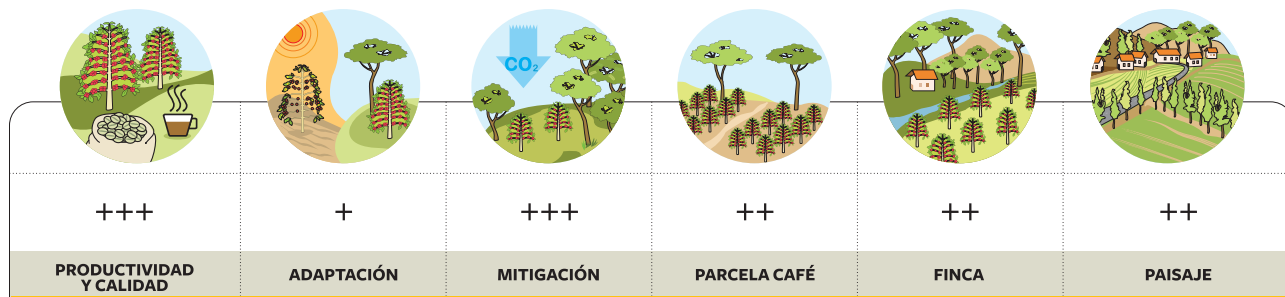
El café se almacena únicamente en estado de pergamino seco, para evitar la pérdida de sabor, aroma y color del grano, cuidando que la humedad se encuentre siempre en el rango de 10 a

12% para evitar que el café se vuelva a fermentar, se blanquee y adquiera moho. Los granos se colocan sobre tarimas de madera y se guardan en costales de yute limpios. En el caso de los cafés de calidad deben colocarse en bolsas GrainPro (bolsas que garantizan el almacenamiento en condiciones herméticas en una condición de atmósfera modificada).

RECOMENDACIÓN

Almacena café pergamino en ambientes secos, bajo techo, ventilado, en lugar seguro y libre de sustancias líquidas, gaseosas o sólidas que desprenden olores; para evitar su contaminación y rehumedecimiento.

Figura 67. Contribuciones del almacenamiento de café en la CCI





7

TRANSPORTE DEL GRANO

TRANSPORTE DEL GRANO CUIDANDO LA CALIDAD E INOCUIDAD

Los productores deben trasladar el café de la finca hasta el almacén central o centro de acopio de la organización, asegurando de no contaminarlo o que adquiera olores extraños. Para cumplir con estos requisitos los agricultores se podrán organizar para realizar conjuntamente este traslado, optimizando el uso del transporte (mejor calidad en el servicio a menor costo y con menor riesgo de contaminación) al compararlo con un transporte individual por parte de cada agricultor.

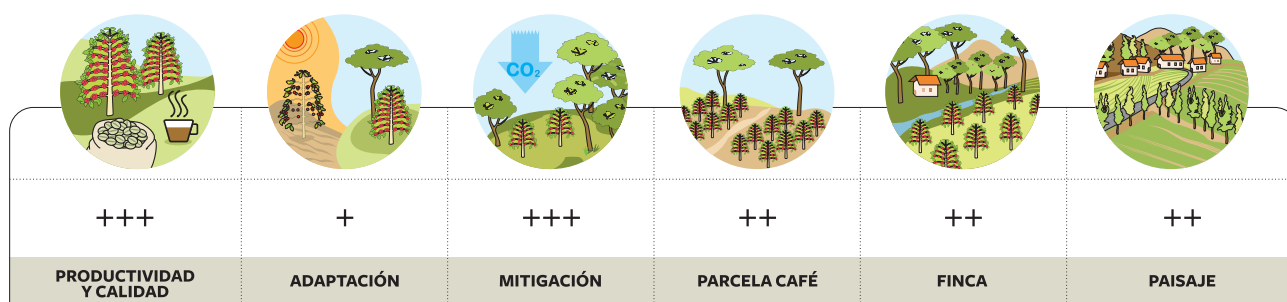
El traslado de los centros de proceso para la exportación se debe efectuar con mucho cuidado, evitando cualquier tipo de contaminación y asegurando la calidad e inocuidad del café. Para ello se pueden establecer contratos con empre-

sas de transporte que presten estas garantías en el traslado.

Cabe destacar que debemos maximizar el uso del transporte, no solo por los altos costos, sino porque implican consumo de energía, generan mayores emisiones de GEI a la atmósfera y agudizan los problemas de contaminación ambiental y cambio climático.

Si bien no se ha estimado las emisiones de CO₂ generadas por el transporte del producto hasta el consumidor final, es posible cuantificarlo mediante la huella ecológica que se fundamenta en dos valoraciones importantes: midiendo la mayoría de los recursos que se consumen y los desechos que se generan.

Figura 68. Contribuciones del transporte de los granos de café en la CCI





Acopiar y emplear vehículos que trasladen más toneladas por km, así como priorizar el uso de vehículos que operen a gas y tener carreteras en buenas condiciones contribuiría en la disminución de las emisiones de CO₂.

RECOMENDACIÓN

Transporta el café pergamino por lotes, del mismo contenido de humedad, teniendo cuidado que no se contamine con otros productos o sustancias líquidas, gaseosas o sólidas que desprenden olores.



Tabla 8: Resumen de prácticas y actividades que contribuyen en una Caficultura Climáticamente Inteligente a nivel de paisaje, finca y parcela de café

Capítulo N°	Propuesta técnica CCI		ACI / CCI			Nivel		
	Prácticas	Actividades propuestas por Solidaridad	Productividad y calidad	Adaptación	Mitigación	Paisaje	Finca	Parcela
5.1	Diagnóstico	Realiza un diagnóstico de la finca, de las parcelas de café y su entorno, para tener información clave para desarrollar un buen Plan Operativo Anual (POA)	Previene riesgos Provee conocimientos e información			+	++	+++
	Planificación	Desarrolla un POA de la finca a trabajar en función de las capacidades operativas del productor	Programar actividades durante todo el año			+++	+++	+++
5.2.1	Selección de la semilla	Selecciona y/o adquiere semilla de calidad genética y/o certificada, o de la mejor opción disponible para asegurar plantaciones de alto rendimiento	Elección de variedades por calidad Material genético resistente y productivo	Elección de variedades adaptadas a climas específicos por pisos altitudinales y zonas de aptitud climática Garantía de resistencia a plagas y enfermedades, estrés climático y tipos de suelos	Plantas vigorosas con buen follaje, secuestran CO ₂	+	+++	+++
5.2.2	Germinadores y viveros	Produce o adquiere plantones de calidad: bien conformados, vigorosos y sanos	Aseguran buen crecimiento de plantas, alta productividad y calidad				++	+++
5.2.3	Instalación de plantas en campo definitivo	Instala las plantaciones de café con sombra a curvas a nivel, con densidades de 4.000 a 5.000 cafetos/ha. Instala los árboles maderables para sombra preferiblemente antes que los cafetos o al mismo tiempo con el trasplante definitivo	Elección de buenas plantas, diseño del sistema, abonamiento y siembra en la época adecuada, aseguran buena producción y calidad	Resistencia a plagas y enfermedades, buen crecimiento	Plantas vigorosas, sanas, secuestran CO ₂		+++	+++
5.2.4	Renovación de cafetales	Renueva las plantaciones que tengan más de 20 años	Mejoran la productividad y calidad	Previenen plagas y enfermedades, mejoran la resistencia de las plantas	-		+++	+++
5.2.5	Abonamiento	Analiza los suelos al menos cada 3 años, formula dosis adecuadas bajo apoyo profesional y con abonos de baja a mediana liberación de los nutrientes	Maximizan productividad y calidad	Mayor resistencia de las plantas a plagas, enfermedades, estrés ambiental	Mantienen follaje y secuestro de CO ₂	+	+++	+++
5.2.6	Manejo Integrado de Plaga y Enfermedades (MIPE)	Realiza un plan MIPE con énfasis en acciones preventivas según problemas históricos del cultivo en la zona, para realizar controles oportunos	Mantiene productividad y calidad	Previene daño de plagas y enfermedades		++	+++	+++
5.2.7	Manejo de malezas	Deshierba oportuna y superficialmente (no al ras del suelo) sin dañar raicillas del cafeto, aplicar mulch (residuos de hojarasca, material de deshierbo, paja de arroz, etc.) sobre el suelo o instala coberturas nobles, para aprovechar mejor los nutrientes, evitar erosión y proteger el recurso suelo.	Mejor aprovechamiento de nutrientes, agua y luz, mantienen productividad y calidad	Evita competencia por nutrientes, agua, luz y ser refugio de plagas y enfermedades	-	+	++	+++Z

>>

Propuesta técnica CCI			ACI / CCI			Nivel		
Capítulo N°	Prácticas	Actividades propuestas por Solidaridad	Productividad y calidad	Adaptación	Mitigación	Paisaje	Finca	Parcela
5.2.8	Poda del cafeto	Realiza Poda Sistemática Alta (PSA) por tercios para rehabilitar el cafetal, en plantaciones de producción menores a 15 años o de acuerdo a lo que determine el diagnóstico, para recuperar y elevar la capacidad productiva. Realiza el deschuponado de los dos mejores rebrotes y aquellos que no están muy cercanos al corte de poda	Mantiene productividad y calidad	Previene enfermedades	-	+	+++	+++
5.2.9	Manejo de la sombra	Instala árboles para sombra con especies maderables entre 260 a 1.100 ha, de acuerdo a las características de las especies arbóreas. Regula la sombra entre 40 a 60% mediante la poda de ramas laterales; para mejorar desempeño de la plantación	Mantiene calidad y productividad	Previene y regula el clima dentro del cafetal	Secuestra CO ₂	++	++	+++
5.2.10	Manejo y conservación de suelos	Conserva los suelos con prácticas adecuadas como: barreras vivas o muertas, zanjas de infiltración, zanjas de acopio de materia orgánica, terrazas, coberturas nobles, etc.; para reducir al mínimo la pérdida del recurso suelo	Mantiene calidad y productividad	Mayor resistencia de plantas, evita erosión del suelo	Acumulación de materia orgánica en el suelo y secuestro de CO ₂	+	+++	+++
5.2.11	Manejo y conservación del agua y suelo (tratamiento de aguas mieles)	Reduce el consumo de agua en el beneficio húmedo (2 lt/kg cerezo). Procesa las aguas mieles adecuadamente vía separación y filtros, purificando el agua para devolverla al suelo o cuerpos de agua (quebrada o cochas) sin perjudicar la flora y fauna	Fuente de nutrientes para mantener productividad y calidad	-	Reduce contaminación de agua y suelo	+++	+++	+++
5.2.12	Cosecha selectiva	Cosecha solo granos maduros y selecciona separando cerezos maduros buenos, vanos e impurezas; para mantener calidad del café pergamino	Mantiene productividad y calidad	Reduce plagas por recojo manual	-		+	+
5.3	Manejo poscosecha	Beneficia el café con bajo consumo de agua (2 lt/kg cerezo o menos). Fermenta en su punto, lava y seca adecuadamente. Reaprovecha las aguas mieles de al menos la primera lavada para los abonos orgánicos y filtra las aguas de la segunda y tercera lavada para descontaminarlas antes de devolverlas al suelo o a los cuerpos de agua (quebradas o cochas)	Mantiene calidad	-	-	+	+	+
6	Almacenar	Almacena café pergamino en ambientes secos, bajo techo, ventilados, en lugar seguro y libres de sustancias líquidas, gaseosas o sólidas que desprenden olores; para evitar su contaminación y rehumedecimiento.	Mantiene calidad	-	-	++	++	++
7	Transporte	Transporta el café pergamino por lotes del mismo contenido de humedad, teniendo cuidado que no se contamine con otros productos o sustancias líquidas, gaseosas o sólidas que desprenden olores	Mantiene calidad	-	Transporte colectivo reduce emisiones de CO ₂	++	++	++



Solidaridad



Solidaridad



8

METODOLOGÍAS Y CALCULADORAS

METODOLOGÍAS Y CALCULADORAS

PARA MEDIR EMISIONES EN PEQUEÑAS PROPIEDADES RURALES

En el contexto global de cambio climático en el cual se han establecido objetivos nacionales de reducción de emisiones de GEI, se han ido desarrollando muchas metodologías y calculadoras para la medición de las emisiones en el sector forestal y agrícola. Lo que diferencia a las metodologías de las calculadoras es que las calculadoras son herramientas que se basan en las metodologías y ayudan al usuario a seguir y aplicar los requerimientos de una metodología predeterminada.

Es imprescindible que las calculadoras sean de fácil acceso y comprensión para los usuarios, permitiendo su aplicación extensiva y la identificación de los puntos de intervención más efectivos y necesarios que estén al alcance de todos los actores involucrados. A la vez, es preciso que sean robustas, transparentes, creíbles y que incluyan información del grado de incertidumbre de las estimaciones propuestas (Colomb, V. *et al.*, 2012; Whittaker, McManus *et al.*, 2013).

Colomb *et al.*, 2012 proponen una revisión extensiva de estas calculadoras, evidenciando que existe escasez de herramientas adaptadas al contexto de cultivos tropicales y a los sistemas agroforestales. Al mismo tiempo, su análisis es muy difícil de realizar en las calculadoras debido a las interacciones entre árboles y cul-

tivos que impactan el potencial de almacenamiento de carbono. Los sistemas agroforestales no cuentan con metodologías y factores de emisiones que IPCC provee para otros sectores (sector agricultura, energía, transporte, etc.), lo que evidencia la dificultad de hacer balances de GEI en estos contextos. Colomb V. *et al.*, 2012 también indican que otro tema no considerado para las calculadoras es el proceso de poscosecha y los residuos después de la transformación del producto (preparación, venta y comercialización), operaciones que tienen mucha capacidad de reducir emisiones especialmente en países en desarrollo.

Para conocer el impacto que tienen las prácticas agrícolas en la generación de emisiones de GEI y en un contexto donde se cuentan con pocas herramientas de medición por su aplicabilidad en términos de regiones geográficas, se presentan dos metodologías y una calculadora que permiten la estimación de los flujos de emisiones. La calculadora es útil para estimar los flujos de emisiones a lo largo de la cadena productiva de un producto (en nuestro caso café). Por su parte, las metodologías indican cómo medir el carbono en sistemas productivos de regiones tropicales de pequeños productores. A continuación presentamos la calculadora y metodología:



- Calculadora: Cool Farm Tool (CFT)
- Metodologías:

A) Metodología de ICRAF, publicado en la “*Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales*” (Rügnitz, Chacón et al., 2009).

B) Metodología RaCSA (“*Evaluación rápida del stock de carbono*”, Rapid Carbon Stock Assessment, por sus siglas en inglés).

8.1 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 especialmente diseñada para los productores, tratando de ser clara e intuitiva en su necesidad de información y en los resultados proporcionados.

La herramienta utiliza factores de emisión predefinidos (IPCC Nivel 1) y modelos de simulación basados en procesos que requieren datos de entrada de mayor complejidad (IPCC Nivel 3) (Cool Farm Institute, 2012). Los supuestos en los cuales se basa derivan de investigaciones empíricas desde una amplia gama de conjuntos de datos publicados que varían en grado de complejidad (desde muy simples hasta más complejos), puntuales o genéricos. Un ejemplo son las ecuaciones alométricas utilizadas para las estimaciones de biomasa, las cuales en el caso de IPCC pueden ser para una especie específica o

para un conjunto de ellas (IPCC 2003). Para reducir esta diferencia de detalle o precisión entre los supuestos, actualmente se está ampliando el número de ecuaciones ya disponibles para la calculadora. Una lista completa de los supuestos, fórmulas y coeficientes utilizados por la calculadora se pueden encontrar en Van Tonder and Hillier (2014).

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 son conocidos, pero el margen de error de los datos incluidos por el usuario no son conocidos. 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 su validez.

La calculadora se divide en seis secciones, para cada una se necesita información específica:

1. **General:** tipo de clima y temperatura de la zona de producción, productividad del cultivo.
2. **Área de cultivo:** superficie bajo cultivo y características físicoquímicas 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).

4. **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).

5. **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.

6. **Transporte: tipo de vehículo, peso y distancia de recorrido.**

Aunque la herramienta ha sido creada para el uso directo de los agricultores, esta requiere de un alto nivel de datos, como insumo inicial para su uso. Esto deriva del hecho de que inicialmente esta herramienta fue elaborada para su aplicación en producciones de gran escala, y recientemente se está aplicando a producciones de menor escala con un esfuerzo de adaptación de la misma a contextos diferentes, en términos

de datos disponibles y variabilidad de sistemas a considerar.

Cabe destacar, en este sentido, el trabajo de homologación de la herramienta con el cultivo de café que Solidaridad ha llevado a cabo junto a CFT en 2010 y 2013 al 2015, llenando vacíos y mejorando la herramienta.

Para que los resultados del CFT sean representativos la herramienta tiene que ser homologada y la información adaptada a los sistemas de producción de cada una de las localidades donde se implementa, a nivel de finca o parcela, principalmente en lo que se refiere a unidades de cosecha y transformación. La información (unidades de cosecha y de insumos empleados en el cultivo) debe tener valores estandarizados para su conversión a unidades del sistema internacional o el sistema métrico decimal, para facilitar la transparencia de la comercialización entre productores y comercializadores.

Además, la recopilación de la información necesaria como insumo para el CFT tiene que ser realizada a lo largo de un periodo que corresponda al menos a un ciclo productivo anual, debido a que se deben recoger los cambios en el calendario agrícola.

Los resultados obtenidos son en kilogramos de CO₂-eq por hectárea/año y kilogramo de CO₂-eq/kilogramo de producto. La calculadora diferencia las emisiones por:

- » Gestión de la parcela
- » Suelo/fertilizantes
- » Pesticidas
- » Manejo de residuos



- » Energía y procesos
- » Residuos de agua
- » Transporte

Por cada una de estas categorías se resaltan los aportes de emisiones de CO₂-eq y sus contribuciones al total. De esta forma, es posible demostrar en qué momento de la cadena productiva la aplicación de las intervenciones podrían obtener más impacto.

Esta herramienta no incluye un análisis costo/beneficio, solo muestra las emisiones actuales del año corriente y permite hacer ajustes con buenas prácticas en las actividades que están generando emisiones. Sin tomar en cuenta los recursos económicos que podrían representar para los productores la implementación de prácticas de reducción de emisiones, se limita a ser una herramienta de análisis de posibilidades. Ello hace necesario un estudio de la estructura de los costos de producción del cultivo al que se aplica Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para determinar su rentabilidad, identificando así las variables que afectan los costos de producción, y de esta manera, informar a los productores para evitar consecuencias negativas en sus ingresos provenientes de sus cultivos bajo evaluación.

Con la línea base del Proyecto CCC, cuyos objetivos son aumentar el nivel de vida de los productores de café y a la vez evitar o disminuir las emisiones de GEI, Solidaridad implementa una lista de BPA basadas en la ACI. Las actividades propuestas son evaluadas para saber si el impacto de dichas prácticas cumple con ambos objetivos. La primera actividad del proyecto fue la recopilación de información para generar la línea de base socioeconómica que identifica indicadores claves de los productores que adoptan las prácticas recomendadas por el proyecto y aquellos que permanecen en la situación sin proyecto. La tabla 9 nos provee un ejemplo de los valores y las respectivas fuentes por cada una de las secciones anteriores, declarados en la línea de base del proyecto y utilizados para calcular las emisiones totales con la aplicación del CFT.

La experiencia de Solidaridad en las mediciones con el CFT, en el marco del Proyecto CCC se muestra en la tabla 10 y tabla 11 donde se indican los valores de emisiones del total de la superficie o ámbito del proyecto, emisiones promedio por hectárea así como las emisiones por kilogramo de café producido en la línea base (2014, tabla 10) y luego de la implementación del proyecto (2016, tabla 11).

Tabla 9. Valores y fuentes declaradas en la línea base del Proyecto CCC

Variable	Cantidad	Unidades	Fuentes
General			
Área de producción de café por predio	2,97	ha	Encuesta productiva
Fresh product from production area (Producto fresco del área en producción)	1.800	kg	Encuesta productiva (Montilla-Pérez, Arcila-Pulgarín et al., 2008)
Finished product from total area (Producto final del total del área)	400	kg	Encuesta productiva, (Montilla-Pérez, Arcila-Pulgarín et al., 2008)
Crop Management (Manejo del cultivo)			
Fertiliser 1 (Fertilizante 1)	0,05	t/ha	Encuesta productiva
Fertiliser 2 (Fertilizante 2)	0,2	t/ha	Encuesta productiva
Amount of residue (Cantidad de residuos)	0,54	t/ha	Encuesta productiva (Montilla-Pérez, Arcila-Pulgarín et al., 2008)
Sequestration (Secuestro)			
Forest to Arable (Bosque a cultivo)	5,3	%	Encuesta productiva
coffee (arabica) (Café)	4.082	Unit	Encuesta productiva
shade (Cordia alliodora, Juglans olanchana, Inga tonduzzi, I. punctata) (Sombra)	34,14	Unit	Encuesta productiva
Livestock (Ganadería)			
Juvenile phase (Fase juvenil)	0,34	Unit	Encuesta productiva
Adult productive phase (Fase adulta productiva)	0,34	Unit	
Adult non-productive phase (Fase adulta no productiva)	0	Unit	Encuesta productiva
Manure management system (Sistema de manejo de estiércol)			
Grazing (Pasto)	100	%	Encuesta productiva
Energy (Energía)			
Petrol (Gasolina)	12	Galon	Encuesta productiva
Firewood (Leña)	3.181,2	kg	Encuesta productiva
Primary processing (Procesamiento primario)	2,57	Litres	Encuesta productiva
Diesel, generator (Diésel generador)			
Quantity of waste water produced annually (Cantidad de agua residual producida anualmente)	571.3	Litres	Encuesta productiva
Oxygen demand (Demanda de oxígeno)	7	mg/litre	(Panta, Regio et al., 2012)
Transport (Transporte)	5	km/light truck	Encuesta productiva

Fuente: traducido del software medición de Carbono del CFT, Versión Beta, 2015 (disponible en: <https://coolfarmtool.org/coolfarmtool/greenhouse-gases/>)



Tabla 10. Kilogramos de CO₂-eq en la línea base del proyecto CCC (2014)

Coffee Café	CO ₂	N ₂ O	Ch ₄	Emissions for total area, (Emisiones del área total)		
				kg CO ₂ -eq	Per Hectare (Por hectárea)	Per kilogram (Por kilogramo)
Fertiliser production (Producción de fertilizante)	49.400,45			49.400,45	324,32	0,81
Direct and indirect field N ₂ O (N ₂ O directo e indirecto del campo)	-	326,81		96.735,32	635,08	1,58
Paddy methane (Metano del arrozal)			-	-	-	-
Pesticides (Pesticidas)	49,20			49,20	0,32	0,00
Crop residue management (Manejo de residuos del cultivo)	-	40,36	8,72	12.165,72	79,87	0,20
Carbon stock changes (Cambios en el stock del carbono)	166.258,06			166.258,06	1.091,51	2,72
Live stock enteric emissions (Emisiones entéricas del ganado)		-	-	-	-	-
Livestock manure management (Manejo del estiércol del ganado)		-	-	-	-	-
Livestock feed (Alimentación del ganado)	-			-	-	-
Field energy use (Uso de energía en campo)	777,33			777,33	5,10	0,01
Primary processing (Procesamiento primario)	1.229,56			1.229,56	8,07	0,02
Waste water (Aguas residuales)			892,93	22.323,26	146,56	0,37
Off-farm transport (Transporte fuera de la finca)				462,98	3,04	0,01
TOTALS (TOTALES)	217.714,60	367,17	901,65	349.401,88	2.293,87	5,72

Año de evaluación: 2014

60 parcelas

Área total: 152.32 ha

Producción total: 61.096,00 kg

Tabla 11. Kilogramos de CO2-eq secuestrado por efecto de la implementación de las prácticas de CCI en el ámbito del Proyecto CCC

Coffee Café	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	Emissions for total area, (Emisiones del área total)		
				kg CO ₂ -eq	Per Hectare (Por hectárea)	Per kilogram (Por kilogramo)
Fertiliser production (Producción de fertilizante)	70.666,08			70.666,08	555,99	0,90
Direct and indirect field N ₂ O (N ₂ O directo e indirecto del campo)	293,33	320,32		95.107,31	748,29	1,22
Paddy methane (Metano del arrozal)			-	-	-	-
Pesticides (Pesticidas)	3.820,59			3.820,59	30,06	0,05
Crop residue management (Manejo de residuos del cultivo)	-	32,13	-	9.511,17	74,83	0,12
Carbon stock changes (Cambios en el stock del carbono)	(97.104,07)			(97.104,07)	(764,00)	(1,25)
Live stock enteric emissions (Emisiones entéricas del ganado)		-	-	-	-	-
Livestock manure management (Manejo del estiércol del ganado)		-	-	-	-	-
Livestock feed (Alimentación del ganado)	-			-	-	-
Field energy use (Uso de energía en campo)	3.529,51			3.529,51	27,77	0,05
Primary processing (Procesamiento primario)	1.300,52			1.300,52	10,23	0,02
Waste water (Aguas residuales)			1.024,52	25.613,04	201,52	0,32
Off-farm transport (Transporte fuera de la finca)				950,18	7,48	0,01
TOTALS (TOTALES)	(17.949,04)	352,45	1.024,52	113.394,33	892,17	1,46

Año de evaluación: 2016

55 parcelas

Área total: 127,10 ha

Producción total: 77.756,00 kg

El balance de la huella de carbono, que comprende los años del 2014 al 2016, periodo de intervención del Proyecto CCC muestra una reducción significativa en la huella de carbono, producto de la implementación de actividades



que permitieron reducir GEI así como capturar CO₂. En la evaluación de línea base (2014), en promedio por hectárea se tenía emisiones por un valor de 2.293,87 kg de CO₂-eq y 5,72 kg de CO₂-eq/kg café pergamino seco. Para la línea de cierre del proyecto (2016) las emisiones promedio bajaron a 892.17 kg/ha de CO₂-eq y 1.46 kg de CO₂-eq/kg de café pergamino seco. Es importante precisar que los datos corresponden a promedios del total de parcelas evaluadas; no obstante, observado los datos por cada parcela, hay algunas que han tenido saldos positivos de reducciones de GEI y capturas de carbono. Los valores de reducción y/o captura de GEI varían en función de la calidad o nivel de implementación de BPA implementadas.

8.2 METODOLOGÍAS

Las metodologías presentadas en la introducción del capítulo permiten la estimación del carbono presente en las parcelas de café basándose en un diseño de muestreo preestablecido. En el caso de sistemas agroforestales y bosques naturales se procederá al establecimiento de parcelas de muestreo características tal como se muestra en la figura 68.

En el caso de mediciones de parcelas de cafetales, los cafetos incluidos son los que se ubican dentro de la parcela de 40 x 5 m y por cada uno de ellos (ver figura 69).

- Se mide el diámetro a la altura del pecho (DAP³⁷) o circunferencia del tronco principal (en el caso de árboles con un tallo central) o el diámetro de todos los ejes ortotrópicos a 1,30 cm de altura sobre el suelo.
- Con los diámetros de ejes individuales se calcula el diámetro cuadrático medio (D) según la ecuación:

$$D = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2}$$

El valor D corresponde al diámetro que tendría un árbol con área basal³⁸ igual a la suma de las áreas basales de todos los ejes de ese árbol.

37 El diámetro a la altura del pecho es el diámetro del fuste o tronco medido a una altura de 1,30 cm del suelo. Esta variable se usa como parte de las fórmulas para cálculos de volumen de madera, de la cual se derivan estimaciones para el cálculo de carbono de la madera.

38 Es la superficie de la circunferencia de la sección donde se mide el Diámetro del Árbol (DAP).

Figura 68.

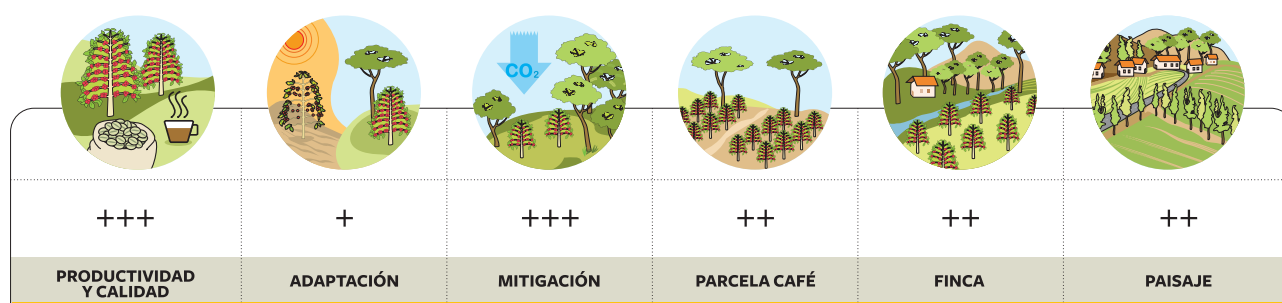
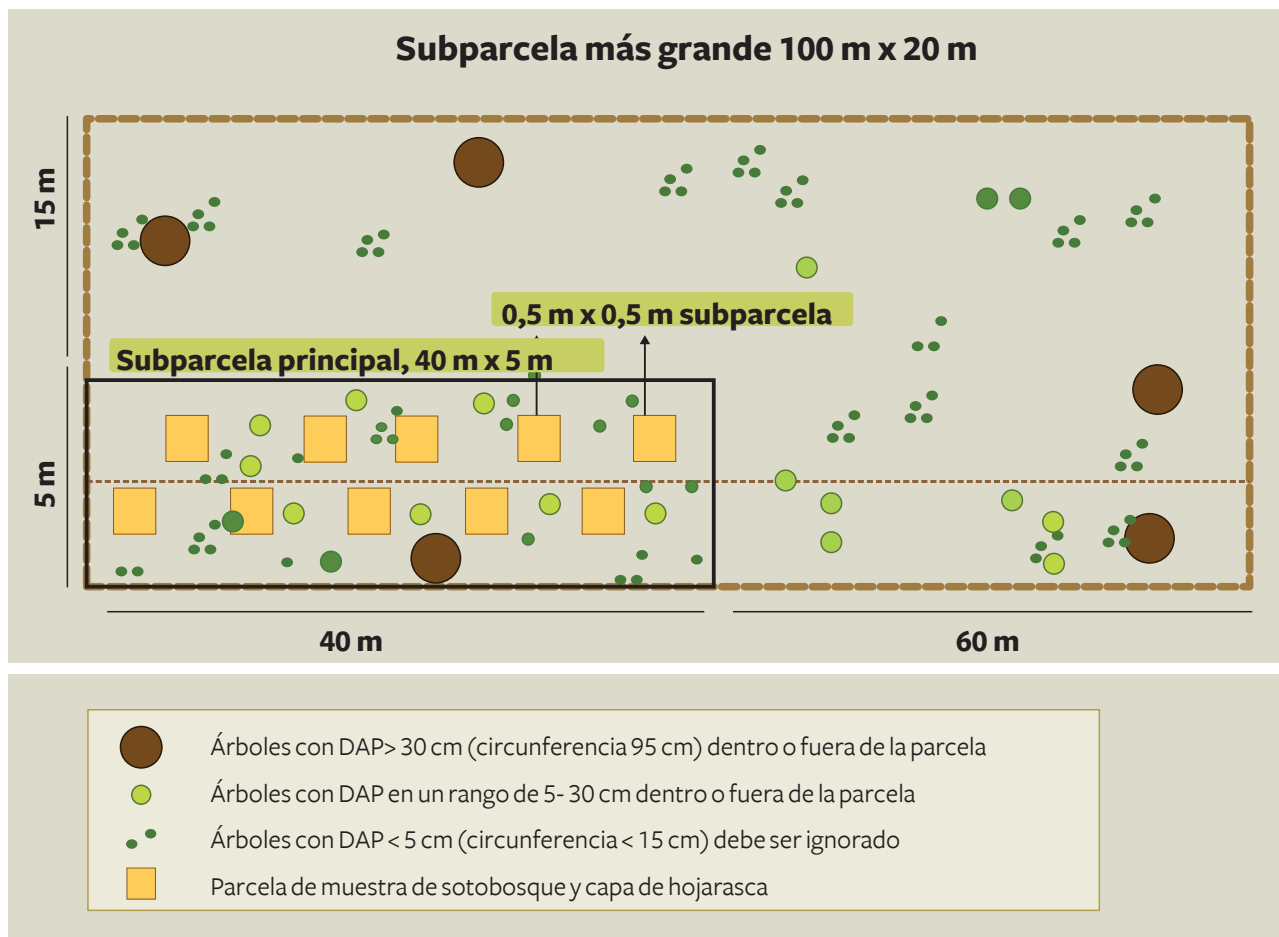


Figura 69. Parcela de muestreo para la medición de CO₂-eq



Una vez recopilada la información de cada parcela, esta puede ser sistematizada y procesada. Existen fórmulas o ecuaciones (alométricas³⁹ y no alométricas) que se utilizan para calcular la biomasa aérea y subterránea. Con los valores

obtenidos se estiman los valores promedios de la muestra, que luego es aplicada al total de la zona del proyecto.

39. Una ecuación alométrica de biomasa (Rügnitz, M. T.; Chacón, M. L.; Porro R.; 2009) es una herramienta matemática que permite conocer de forma simple la cantidad de biomasa de un árbol por medio de la medición de otras variables. Las ecuaciones son generadas a partir de los análisis de regresión, donde se estudian las relaciones entre la masa (generalmente en peso seco) de los árboles y sus datos dimensionales (ej. altura, diámetro). Dependiendo del número de variables independientes (datos dimensionales) la ecuación puede ser una regresión lineal simple (una única variable, ej. DAP) o una regresión lineal múltiple (más de dos variables, ej. DAP, altura total). Dependiendo de las circunstancias las ecuaciones pueden ser lineales o no lineales. La alometría estudia los patrones de crecimiento de los seres vivos y las proporciones de sus partes en relación con las dimensiones totales.



Con respecto a las características de las dos metodologías:

A) Método ICRAF, descrito en la “*Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales*” de Rüginitz, Chacón *et al.*, (2009).

Esta metodología se aplica para mediciones en proyectos que promueven la inserción de comunidades rurales y productores familiares en mercados de carbono, con énfasis en la región amazónica. Para profundizar los detalles sobre el procedimiento de medición de carbono y de generación de ecuaciones alométricas se puede consultar en: www.icrafamericalatina.org (Rüginitz, M. T., *et al.*, 2009).

En la metodología se incluyen los procedimientos para la medición en campo de la biomasa y carbono orgánico del suelo, y las modalidades de medición en los cinco reservorios de carbono presentes en la biomasa sobre el suelo (en la materia orgánica muerta y en la materia orgánica del suelo), especificando el tipo de parcelas de muestreo a escoger en su forma y su tamaño para los siguientes casos:

- Plantaciones forestales
- Barbechos
- Sistemas agroforestales y bosques naturales
- Árboles dispersos

Incluye también los procedimientos para la generación de ecuaciones alométricas de biomasa, además de las ecuaciones existentes para las especies más comúnmente asociadas en la agroforestería amazónica.

B) RaCSA (“*Evaluación rápida del stock de carbono*”, Rapid Carbon Stock Assessment, por sus siglas en inglés).

Esta metodología se dirige a un grupo de personas con habilidades multidisciplinarias ya que integra conocimientos ecológicos locales, públicos y políticos, y científicos modelados en la evaluación.

Es una herramienta de evaluación diseñada para proporcionar un nivel básico de conocimiento relevante a nivel local, para apoyar en las discusiones entre los actores involucrados en la aplicación de la metodología. Introduce conocimientos científicos para establecer un marco metodológico en la contabilidad de los sumideros de carbono. Su propósito consiste en ofrecer una evaluación rentable y de duración predeterminada (en el plazo de 6 meses) cuyo resultado principal es una estimación de carbono a nivel de paisaje bajo diferentes escenarios de cambio de uso de la tierra, tomando en cuenta diferentes formas de mediciones de actividades que incluyen buenas prácticas.

RaCSA cubre cuatro niveles de mediciones:

- 1) A nivel del árbol:** estima el contenido de carbono en la biomasa aérea y subterránea (raíces) de un árbol individual.
- 2) A nivel de la parcela:** estima el contenido de carbono en los sumideros aéreos y subterráneos de árboles y vegetación no arbórea, en la necromasa y en el suelo de una

parcela de un sistema particular de uso de la tierra.

3) A nivel de sistema: calcula el almacenamiento de carbono promediado en el tiempo de un sistema según el uso la tierra a partir de parcelas de diferentes edades dentro del mismo sistema.

4) A nivel del paisaje: extrapolando el almacenamiento de carbono promediado en el tiempo de todos los sistemas de un paisaje entero integrando en ellos la superficie disponible.

Ya que no tiene un enfoque geográfico establecido su aplicación es posible en el contexto amazónico. Existen ejemplos de su aplicación en Indonesia y artículos científicos que la describen en www.worldagroforestrycentre.org/sea

Inventario de árboles de sombra





GLOSARIO

GLOSARIO

ACI/CSA. Agricultura Climáticamente Inteligente (CSA, por sus siglas en inglés), es un enfoque propuesto por la FAO para desarrollar las condiciones técnicas, de políticas e inversión con el fin de lograr el desarrollo agrícola sostenible para la seguridad alimentaria en el contexto del cambio climático. Es aquella agricultura que, entre otras cosas: incrementa de manera sostenible la productividad, se adapta al cambio climático (resiliencia), reduce/elimina Gases de Efecto Invernadero (GEI) y fortalece los logros de metas nacionales de desarrollo y de seguridad alimentaria.

Acidez del suelo. Es una característica del suelo que expresa su reacción química y se mide a través del pH (ver este término). Es la expresión del contenido de iones de hidrógeno (H⁺) y oxidrilo (OH⁻) en el suelo. El pH, también denominado potencial de hidrógeno, es la medida del grado de acidez o alcalinidad de un suelo. El significado práctico del pH en términos de acidez del suelo, es que afecta significativamente la disponibilidad y la asimilación de nutrientes.

Adaptación. Son los ajustes en los sistemas humanos o naturales para moderar el daño por efectos negativos o aprovechar los aspectos beneficiosos del cambio climático. La adaptación es actuar ante las consecuencias.

Agroecosistema. Un agroecosistema o un sistema agrícola es un ecosistema sometido por el hombre a

frecuentes modificaciones de sus organismos vivos y su ambiente físicoquímico. Por ejemplo: su “chacra o finca” es un sitio de producción agrícola y también es un agroecosistema.

Alelopatía. Se refiere a los efectos perjudiciales o benéficos, ya sea de manera directa o indirecta, como resultado de la acción de compuestos químicos que, liberados por una planta, ejercen su acción en otra. En este sentido, en todo fenómeno alelopático existe una planta que libera al medioambiente compuestos químicos los cuales, al ser incorporados por otra planta, provocan un efecto perjudicial o benéfico sobre la germinación, crecimiento o desarrollo de esta última.

Antropogénico. De origen humano o derivado de la actividad del hombre.

Arquitectura de árboles. Es la organización tridimensional, modelo, arreglo o forma que adquieren las diferentes especies de árboles durante su crecimiento. La forma tridimensional de un árbol puede ser compleja, pero nunca es aleatoria. Cada especie de árbol tiene un programa específico de crecimiento que está controlado por los genes. La expresión o forma final puede ser modificada por factores ecológicos, pero siempre permanecen las reglas genéticas del desarrollo.

Biodiversidad. También denominada diversidad biológica. Según la definición que propone World Wildlife Fund (WWF) es la riqueza de la vida sobre la



Tierra, los millones de plantas, animales y microorganismos, los genes que contienen y los intrincados ecosistemas que contribuyen a construir en el medio natural. Según Primack y Ros (2002), la biodiversidad se expresa en tres niveles: a) a nivel de especies, que comprende todos los organismos de la Tierra, desde las bacterias y protistas hasta los pluricelulares (plantas, animales y hongos); b) a nivel de variación (variabilidad) genética dentro de las especies; y c) a nivel de variación dentro de las comunidades biológicas en las que habitan las especies, los ecosistemas en los que existen las comunidades y las interacciones entre los niveles.

Bocashi/bokashi. El bocashi es un abono orgánico o un tipo de compost mejorado que se elabora mediante un proceso de fermentación aeróbica (con oxígeno) a partir de la combinación de diferentes insumos orgánicos con la participación y acción de microorganismos eficientes. La palabra bocashi proviene de un término japonés que significa “materia orgánica fermentada”. Dependiendo de los insumos empleados, el bocashi contiene macro y micronutrientes para las plantas, así como microorganismos activadores.

Caducifolio. Árboles y arbustos que no se conservan verdes durante todo el año porque se les caen las hojas al empezar la estación seca o durante una estación fría.

Caficultura Climáticamente Inteligente (CCI). Es el enfoque presentado en el presente manual el cual está bajo los mismos conceptos del enfoque de la Agricultura Climáticamente Inteligente (ver este concepto).

Capacidad de Intercambio Catiónico. La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es la cantidad de cationes que pueden ser retenidos por los suelos. Es expresada en miliequivalentes (meq)/100 g r de suelo, aunque en la actualidad se utiliza la unidad cmolc/kg. A medida que la CIC es más elevada la fertilidad del suelo aumenta.

Los valores del CIC pueden oscilar entre:

- Suelos arenosos.....5 meq/100
- Suelos francos5-15 meq/100
- Suelos arcillosos15-25 meq/100

Los cationes que integran la CIC deben estar comprendidos entre límites porcentuales establecidos, si se quiere que el suelo funcione adecuadamente.

Estos límites son:

- Ca60-80% de la CIC
- Mg⁴⁰10-20% de la CIC
- K2-6% de la CIC
- Na0-3% de la CIC

Un exceso de calcio cambiante puede interferir en la asimilación de magnesio y de potasio. La relación óptima Ca/Mg debe estar alrededor de 5.

También, un exceso de potasio puede interferir en la absorción de magnesio.

La relación óptima K/Mg debe estar entre 0,2 y 0,3.

Capacidad de uso mayor de los suelos. Sistema de ordenamiento del territorio para favorecer la correcta asignación de derechos patrimoniales sobre los recursos vinculados a la tierra. La capacidad de uso mayor correspondiente a cada unidad de tierra es determinada mediante la interpretación

⁴⁰ Mg=megagramo =106 gramos =1 tonelada.

cuantitativa de las características edáficas, climáticas (zonas de vida) y de relieve, las que intervienen en forma conjugada. Está sujeta a cambios (reclasificación de una unidad de tierra) en la medida en que se obtengan nuevas informaciones y conocimiento sobre el comportamiento y respuesta de las tierras a las prácticas o sistemas de manejo (Andaluz, 2016). Los grupos de capacidad de uso mayor y sus respectivos símbolos son: tierras aptas para cultivo en limpio (A), tierras aptas para el cultivo permanente (C), tierras aptas para pastos (P), tierras aptas para producción forestal (F) y tierras de protección (X), los cuales están normados en el nuevo Reglamento de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor (Decreto Supremo 017-2009-AG).

Cercospora. Es una enfermedad también conocida como mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*). Es un hongo que afecta a las plantas de café en todos los estados de desarrollo, desde plántones en vivero, plantas en desarrollo y en producción. Esta enfermedad afecta las hojas y los frutos del café. En las hojas aparecen manchas redondeadas de color pardo-rojizo con el centro amarillo, y en los frutos las manchas son de color pardo-rojizo y pueden cubrir la mitad o hasta la totalidad del fruto.

Chupadera. La chupadera es una enfermedad causada por hongos (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp.*, *Phytophthora sp.*) que se presentan en almácigos y viveros de café. Se conoce también como chupadera fungosa, volcamiento o mal del tallito, «damping off». *Rhizoctonia solani* es la de mayor importancia y es la que comúnmente causa el mal del talluelo.

CO₂-eq. El dióxido de carbono equivalente es una medida o patrón de referencia universal para medir la posibilidad de calentamiento global de cada uno

de los Gases de Efecto Invernadero (GEI). Se usa para medir los impactos de la emisión o la no emisión de los diferentes gases que producen el efecto invernadero como son el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), como los principales gases asociados a la agricultura. El potencial de calentamiento del dióxido de carbono es considerado como 1, el del metano como 22 (es decir, es el equivalente a 22 veces la capacidad de calentamiento del dióxido de carbono) y el óxido nitroso tiene un potencial de 310 (es decir, es el equivalente a 310 veces la capacidad de calentamiento del dióxido de carbono).

Cobertura noble. Es una modalidad de conservación de suelos consistente en manejar las pequeñas plantas herbáceas (normalmente mal llamadas malezas) que crecen espontáneamente o introducidas en los cafetales y que forman un “colchón” que ayuda a prevenir la erosión, generar biodiversidad de insectos y hongos benéficos, mantener la temperatura y la humedad del suelo, atraer insectos para el control biológico y, además, pueden ser plantas indicadoras de la fertilidad, acidez o salinidad del suelo.

Colpa. Lugares específicos (especialmente en la selva peruana) donde se congregan diversas especies de aves y mamíferos para consumir o ingerir cierto tipo de arcilla que, según algunas teorías, contiene sales y minerales vitales para su dieta o sirven para desintoxicarse de ciertos frutos.

Compost. Es un producto resultado de un proceso controlado de descomposición (compostaje) de materiales orgánicos a través de la actividad de diferentes organismos del suelo (bacterias, hongos, lombrices, ácaros, insectos, etc.) en presencia de aire (oxígeno). El compost es un abono orgánico que puede ser producido a partir de varios insumos como estiércol de los animales de granja (aves



de corral, caballos, vacas, ovejas, cerdos, cuyes), residuos de cosechas, pulpa de café, desperdicios orgánicos domésticos o de cocina, troncos podridos, etc.

Conservación. La conservación se entiende como una forma de uso o gestión de los recursos naturales por el ser humano, que produce el mayor y sostenido beneficio para las generaciones actuales y donde se mantiene la potencialidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras. Ello implica cumplir tres principios o requisitos fundamentales: a) mantener los procesos ecológicos esenciales para la vida, b) mantener la diversidad biológica y c) propiciar el manejo sostenible de las especies y ecosistemas.

Costo unitario. En todo proceso productivo el costo unitario representa el costo en que se incurre para producir una unidad de un bien, por ejemplo un quintal de café. Se calcula sumando todos los costos (fijos y variables) como fertilizantes, materiales, herramientas, equipos, mano de obra, luz, teléfono, costos administrativos, asistencia técnica, etc.; el total de costos se divide entre las unidades producidas (por ejemplo, quintales producidos por hectárea o por parcela), y el resultado es el costo unitario (costo de producción por quintal de café).

Ecosistema. Un ecosistema puede ser un conjunto de muchos organismos vivos (plantas, animales y otros de la misma o de diferentes especies) y su ambiente físicoquímico que proporciona un escenario de características definibles, por ejemplo, en términos de temperatura, salinidad, concentración de oxígeno, disponibilidad de agua, etc.; los cuales en espacio y tiempo parecen mantener un equilibrio dinámico. La comunidad (todas las poblaciones de especies que ocupan cierta área) y el ambiente abiótico funcionan juntos como un sistema ecológico o

ecosistema. Toda la cubierta viva de la Tierra se puede decir que constituye un gran ecosistema, el mayor ecosistema que existe. Pero no hay inconveniente al hablar de ecosistema para referirse a cualquier segmento más pequeño de la Tierra, como, por ejemplo, un lago, un acuario o un bosque protegido.

Encalado. Es una práctica o actividad que consiste en aplicar al suelo sales básicas que corrigen o neutralizan la acidez para mejorar la disponibilidad de ciertos elementos fundamentales para el crecimiento y producción de las plantas. Los materiales, insumos o productos más comunes que se utilizan para el encalado son: óxido de calcio (cal viva), hidróxido de calcio (cal apagada) que se obtiene de mezclar la cal viva con agua, cal agrícola o calcita que contiene principalmente carbonato de calcio y se obtiene de la roca caliza y roca calcárea o calcita, dolomita (carbonato doble de calcio) que además de calcio contiene magnesio, óxido de magnesio, magnesita y arcillas calcáreas.

Enfermedades en plantas. Las enfermedades son causadas por microorganismos como virus, bacterias, micoplasmas, viroides y hongos.

Facilitador. En el marco del programa de café implementado por Solidaridad se denomina facilitador al agricultor que fue capacitado en los componentes técnicos de buenas prácticas del cultivo de café y que luego destaca por sus habilidades para aplicar en su parcela y en las de su comunidad, los conocimientos y técnicas adquiridos. Además, apoya en la elaboración y monitoreo de actividades contempladas en el Plan Operativo Anual (POA) de las parcelas de café, coordina en su comunidad las actividades ligadas a la organización a la que pertenece, identifica y organiza capacitaciones con los técnicos, apoya y difun-

de temas de interés de la organización. El tiempo de dedicación del facilitador en su comunidad o sector no debe superar el 30% de su tiempo mensual pues no debe descuidar las labores en su parcela de café, la cual, en lo posible, debe cumplir la función de parcela demostrativa.

Fenología. Es el estudio de los fenómenos o eventos periódicos característicos del ciclo de vida de las plantas u otros organismos de la naturaleza y que están relacionados o influenciados por el clima u otros factores ambientales de una localidad determinada. Por ejemplo, la ocurrencia de la floración, fructificación, diseminación de semillas, caída de hojas (caducifolia), aparición de rebrotes, etc.

Fertilizante encapsulado. Es un fertilizante de lenta liberación y controlada que limita la disponibilidad de un nutriente para la planta y, por otro, prolonga en el tiempo la disponibilidad de ese nutriente para el cultivo; a diferencia de los fertilizantes convencionales que liberan los nutrientes de inmediato. En el caso de los fertilizantes de lenta liberación los patrones de entrega o liberación dependerán completamente de las condiciones de suelo y clima, las que en la práctica no están bajo control del agricultor. En el caso de los fertilizantes de liberación controlada, los patrones de entrega o liberación, en cantidad y tiempo, se pueden predecir aunque dentro de ciertos límites.

Finca. Denominación que se da en el presente documento a la superficie total bajo posesión del pequeño productor agropecuario, sin tomar en cuenta la legalidad de la tenencia. La finca incluye todos los usos de la tierra presentes: cultivos diversos (café, invernadero o pasturas, panllevar, etc.), bosques primarios, bosques secundarios.

Fitosanitario. Perteneciente o relativo a la prevención y curación de las enfermedades de las plantas.

Fuentes de emisión de GEI. Son los procesos o actividades que generan gases de efecto invernadero y los que contribuyen a incrementar su concentración en la atmósfera y su posterior contribución al calentamiento global. En la caficultura las principales fuentes de emisiones son el cambio de uso de la tierra (proceso de tala de bosque y quema), el abonamiento o fertilización, la producción de compost, la evacuación de aguas mieles, el transporte del café, etc.).

Huella de carbono. Es la medida de la cantidad de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) producidas directa o indirectamente por una finca cafetalera y que aportan al calentamiento global y al cambio climático.

Humedal. La Convención RAMSAR⁴¹ aplica una definición amplia de los humedales que abarca todos los lagos y ríos, acuíferos subterráneos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, manglares y otras zonas costeras, arrecifes coralinos, y sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales, reservorios y salinas.

Ideotipo. Referido a las especies agroforestales, es un modelo en términos morfológicos y fisiológicos de la especie que reúne varias características ideales para un propósito particular, como es formar parte de una asociación agroforestal donde se combinan árboles con diversos cultivos. En caficultura, un ideotipo ideal de especie arbórea es aquella que reúne,

⁴¹ La Convención sobre los Humedales, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.



entre otras, las siguientes características: que tenga ramificación no muy amplia y buena altura; que se adapte bien al suelo donde crece el café; que su follaje permita la entrada del sol, es decir, que no tenga una copa muy cerrada; que pierda sus hojas (caducifolio), las que al caer cubren la tierra, protegen el suelo del golpe directo de las gotas de lluvia y controlen malas hierbas; que la caída de hojas, preferiblemente, coincida con la época de floración, para que entre más luz para activar los botones florales; etc.

Mitigación. Intervención de los seres humanos para reducir las emisiones y fuentes de emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que causan el cambio climático. Incluye también el almacenamiento de carbono en sumideros (por ejemplo, en los bosques). La mitigación es actuar ante las causas.

Mosaico. En el presente documento, mosaico se emplea para referirse al conjunto de elementos de un territorio o superficie de tierra determinado como son los diferentes sistemas productivos o usos de la tierra, bosques, sistema hídrico, montañas, colinas, infraestructura vial, etc. que en conjunto forman un todo que se denomina el paisaje desde un punto de vista geográfico.

Nemátodos. Son organismos microscópicos (visibles al microscopio) que tienen forma o apariencia de gusano delgado o pequeñas lombrices, alargados, cilíndricos e incoloros, atacan el cuello y las raíces del café, produciendo atrofas en estos. También se observan nudos en las raíces atacadas. Los nemátodos se alimentaban de raíces de especies vegetales en una relación de equilibrio; sin embargo, con el desarrollo de la agricultura, algunos grupos de nemátodos se fueron adaptando paulatinamente a ciertos cultivos como el café, llegando a provocar daños importantes bajo condiciones de suelo y clima

favorables a la plaga. Entre las principales especies de nemátodos en el café destacan: *Meloidogyne* sp, *Pratylenchus coffee*, *Rotylenchulus* sp.

Paisaje. Desde el punto de vista geográfico, es el conjunto de elementos o unidades visibles de un territorio o superficie de tierra determinado y conformado por los sistemas productivos o usos de la tierra, montañas, colinas, ríos, lagos, cochas, estanques, infraestructura vial, centros poblados, granjas, plantas y animales, casas, caminos, minas, bosques, etc.

Actualmente también se maneja el concepto de “enfoco de paisaje” que, según diversos autores, es aquel que trata de involucrar a todas las personas en la gestión de un área de tierra o espacio geográfico determinado, donde los diversos actores trabajan juntos para gestionar, conservar o restaurar los recursos naturales con el fin de equilibrar e integrar las necesidades de desarrollo y conservación.

Parcela. En el presente documento se refiere a una fracción de la finca donde se instala un cultivo en particular, por ejemplo, la parcela de café.

pH. Símbolo que se refiere a la unidad que mide el grado de acidez o alcalinidad del suelo. Mide la actividad de los H⁺ libres en la solución del suelo (acidez actual) y de los H⁺ fijados sobre el complejo de cambio (acidez potencial). La acidez total del suelo es la suma de las dos, porque cuando se produce la neutralización de los H⁺ libres se van liberando H⁺ retenidos, que van pasando a la solución suelo.

El pH puede variar en una escala de 0 a 14 y de acuerdo a esta escala los suelos se clasifican en:

Suelos ácidos....pH inferior a 6,5

Suelos neutros....pH entre 6,6 y 7,5

Suelos básicos....pH superior a 7,5

Plaga agrícola. Es una población de animales fitófagos (se alimentan de plantas) que disminuye la producción del cultivo, reduce el valor de la cosecha o incrementa sus costos de producción. Se trata de un criterio esencialmente económico. Las plagas agrícolas están constituidas principalmente por insectos, ácaros, nemátodos, caracoles, aves y roedores.

Poda natural. Es la eliminación, desprendimiento, caída o eliminación natural de las ramas de un árbol. La poda es un proceso natural que se realiza de manera espontánea en la naturaleza. La poda natural es inducida por la presión antagónica de la competencia de las ramas bajas e interiores del fuste de un árbol que van perdiendo sus hojas por efecto de la disminución progresiva de la luz.

Productividad. En el presente documento el término productividad está referido principalmente al aumento de la producción de café por unidad de superficie y periodo productivo. Es decir, el incremento del volumen de café producido debido a la implementación de buenas prácticas agronómicas en una misma unidad productiva y de periodo productivo (campaña). El concepto de productividad se refiere también a la capacidad de incrementar los rendimientos y/o reducir los costos por unidad de trabajo, unidad de superficie de tierra cultivada y del equipo técnico y maquinaria, manteniendo la calidad en un periodo determinado.

Promotor. El promotor agrícola en general, y el de caficultura en particular, es un agricultor líder, con vocación de servicio comunitario que actúa como

enlace entre su organización y la comunidad donde trabaja o tiene su finca. Apoya en actividades de asistencia técnica, gestión, planificación, organización y ejecuta actividades diversas por encargo de la organización a la que pertenece o por encargo de un proyecto que se desarrolla localmente. Debidamente capacitado, el promotor agrícola se convierte en un actor clave de las organizaciones e instituciones locales que desarrollan proyectos agrícolas, tanto para brindar apoyo técnico a los pequeños productores, así como el nexo o enlace entre su organización, las instituciones y las comunidades rurales beneficiarias.

Rehabilitación. Término que en el presente documento se refiere a las actividades para promover o generar nuevos tejidos en la planta a través de la poda. La poda sistemática alta es una actividad de rehabilitación.

Rendimiento. En el sector de la actividad de caficultura en el Perú, el concepto “rendimiento” tiene al menos dos acepciones: a) volumen (quintales) promedio de producción por diferentes unidades de superficie referenciales (hectárea, distrital, provincial, departamental, nacional), b) calidad de café luego de haber sido beneficiado, referido tanto a la calidad física como a la calidad en taza.

Renovación. Término que en el presente documento se refiere a las actividades de cambiar un cultivo viejo de café por uno nuevo, donde se corta todas las plantas viejas y se instala plantas nuevas de café. Generalmente un cafetal se renueva cuando ya alcanzó aproximadamente 10 años, ha tenido al menos tres ciclos de podas y la producción ha decrecido significativamente con respecto de los buenos años productivos.



Resiliencia. Es la capacidad de un sistema social, ecológico o agrícola de absorber o amortiguar una alteración sin perder su estructura o composición básica, su forma o modo de funcionamiento, su capacidad de autorganización o autorregulación, su capacidad de adaptarse al estrés y al cambio. La resiliencia al cambio climático, por ejemplo, es la capacidad de los cultivos de café a adaptarse, a través de buenas prácticas agronómicas, a los efectos de las variaciones o perturbaciones de ciertos factores meteorológicos.

Secuestro de carbono. En el contexto de la agroforestería y la forestería en general, el secuestro de carbono es considerado como parte de un servicio ambiental que está basado en la capacidad de los árboles, a través de la fotosíntesis, para absorber y almacenar el carbono atmosférico en forma de biomasa, principalmente en la madera cuya estructura molecular contiene altos contenidos de carbono en forma de celulosa, hemicelulosa y lignina. La capacidad o niveles de absorción de carbono pueden ser mejorados con el manejo adecuado de los ecosistemas forestales, evitando su conversión en fuentes emisoras de Gases de Efecto Invernadero.

Seguridad alimentaria. Según La Cumbre Mundial sobre la Alimentación (1996) la *seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana.*

Silvicultura. Es un conjunto de prácticas o técnicas que permiten controlar el establecimiento, la composición, estructura y crecimiento de los bosques, tanto naturales como plantaciones forestales. La silvicultura comprende una serie de activida-

des que mejoran la regeneración o el control de la composición de especies, la calidad de los árboles, el crecimiento. Asimismo, incluye actividades de tratamiento dirigidas a la protección del bosque del ataque de plagas, patógenos y desastres naturales. La silvicultura tiene como fines: inducir la regeneración natural y/o la buena instalación de las plantaciones, aumentar la tasa de crecimiento, disminuir la mortalidad, aumentar la abundancia de árboles valiosos, mejorar la forma de los fustes, aumentar la producción forestal.

Sinergia. Etimológicamente sinergia proviene del vocablo griego que significa “cooperación”. El concepto es utilizado para nombrar a la acción o el esfuerzo de dos o más causas que generan un efecto superior al que se conseguiría con la suma de los efectos individuales.

Sostenible, sostenibilidad. Es un término que significa la capacidad de permanecer. Cualidad por la que un elemento, sistema o proceso se mantiene activo en el transcurso del tiempo. Capacidad por la que un elemento resiste, aguanta, permanece.

En las últimas décadas el término *sostenibilidad* se hizo muy común y adquirió relevancia al asociarse con el término desarrollo y formar el concepto de *desarrollo sostenible*, el cual fue propuesto por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas que lo define como *aquel desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*; el cual, en líneas generales tiene como principios básicos: *consumir recursos no renovables por debajo de su tasa de sustitución; consumir recursos renovables por debajo de su tasa de*

renovación; verter residuos siempre en cantidades y composición asimilables por parte de los sistemas naturales; mantener la biodiversidad; y garantizar la equidad redistributiva de las plusvalías.

Stock de carbono. Es la cantidad de carbono almacenado en una reserva o “depósito”. Hay diferentes reservas de carbono como los bosques y en los diferentes ecosistemas, tanto a nivel de los árboles, suelo (biomasa viva, madera muerta y hojarasca), subsuelo.

Sumidero de carbono. Con relación al cambio climático, el concepto de sumidero fue adoptado por la Convención Marco de Cambio Climático de las Naciones Unidas en 1992. Según la Convención, un sumidero de gases de efecto invernadero es cual-

quier proceso, actividad o mecanismo que absorbe o elimina de la atmósfera uno de los GEI o uno de sus precursores, y que lo almacena. En el marco del Protocolo de Kioto la definición se limita a determinadas actividades relacionadas como creación de bosques (plantaciones forestales), manejo forestal, manejo de suelos o tierras agrícolas, entre otras, etc., que al final se traducen en una captura de CO₂ que está presente en la atmósfera y su posterior almacenamiento en forma de materia vegetal (celulosa, hemicelulosa y lignina). Esta captura de CO₂ contribuye a reducir la concentración de los GEI de la atmósfera, y por lo tanto, a mitigar el cambio climático. En la actualidad este término se aplica a los bosques para explicar su papel en la absorción del dióxido de carbono de la atmósfera y la consiguiente reducción del efecto invernadero.





BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Alao J, Shuaibu R.B. 2013. Agroforestry practices and concepts in sustainable land use systems in Nigeria. Vol. 5(10), pp. 156-159, november, 2013 DOI 10.5897/JHF11.055 ISSN 2006-9782 © 2013 Academic Journals <http://www.academicjournals.org/JHF>.

Altieri M.A., Nicholls C.I. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas* 16 (1): 3-12. Enero 2007.

Andaluz, C. 2016. Manual de derecho ambiental. Editorial Lustita S.A.C. Lima, Perú. 1.163 p.

Arias H. J.J; Riaño H, N.M; Aristizábal L, M. 2013. Balance de energía basado en la contabilidad del carbono en tres sistemas productivos cafeteros. *Revista Cenicafé* 64(2): 7-16. 2013.

Baca, M, Haggar J, Läderach P, Benjamín T, Backer, A. 2011. Identificación de la vulnerabilidad en los medios de vida de las familias cafetaleras y sus posibles estrategias de adaptación al cambio climático en el norte de Nicaragua. Tesis de Posgrado. CATIE. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7431E/A7431E.pdf>. Turrialba, Costa Rica. 141p.

Bezaury J, González B, Reyes T. 2010. Guía de Buenas Prácticas para Café Sustentable. Mejores

prácticas para la producción de café en el estado de Oaxaca con enfoque a mitigación del cambio climático. USAID, Alianza México REDD+, The Nature Conservancy, Rainforest Alliance, The Woods Hole Research Center. México. 120p.

BCRP (Banco Central de Reserva del Perú). 2007. Tasa de Cambio. Banco Central de Reserva del Perú. Lima. (Disponible en: <http://estadisticas.bcrp.gob.pe/index.asp?slidioma=1&stitulo=TIPO%20DE%20CAMBIO&sfrecuencia=D>) (Consultado el 18 de julio de 2014).

Cabrera, N. 2015. Estimación de biomasa aérea de *Inga edulis* Mart. y *Coffea arabica* L. en el Alto Mayo, San Martín. Tesis (Ing. Forestal). Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Perú. 108 p.

Carpenter, S. et al., 2001. From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? *Ecosystems* (2001) 4: 765–781.

Castañeda Párraga E. 2000. El ABC del café: cultivando calidad. Ediciones Tecnatrop S. R L. Lima, Perú. 176p.

CIIFEN (Centro de Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño). 2016. El efecto invernadero. <http://www.ciifen.org/index>.



php%3Foption%3Dcom_content%26view%3Dcategory%26layout%3Dblog%26id%3D99%26Itemid%3D132%26Lang%3Des).

Ciriaco M, G. 2012. Producción de cafés especiales. Manual técnico. Lima: Equipo técnico del proyecto Fondoempleo, Programa Selva Central. DESCO. 46 pp.

Cisneros V, Fausto. 1995. Control de Plagas Agrícolas. La Molina, Perú. 304p.

Colomb V, Bernoux M, Bockel L, Martin S, Martin-Phillips C, Touchemoulin O. 2012. Review of GHG calculators in agriculture and forestry sectors. A Guideline for Appropriate Choice and Use of Landscape Based Tools, ADEME, FAO, IRD.

Cool Farm Institute. (2012). The Cool Farm Tool, a User's Guide, For Use with the CFT Version 2.0. United States.

Coste R. 1969. El Café. Colección Agricultura Tropical. Primera edición. Editorial Blume. Barcelona, Madrid, España. 263p.

Dalaney, M.; Brow, S.; Lugo, A.; Torres, L.; Quintero, N. The distribution of organic carbon in major components of forest located in five zones of Venezuela. *Journal tropical ecology* 13:697-708. 1997.

DIFID (Department for International Development). 1999. Sustainable livelihoods guidance sheets (disponible en: <http://www.eldis.org/vfile/upload/1/document/0901/section2.pdf>)

DIXON, R. K. Sistemas agroforestales y gases invernadero. En: *Agroforestería en las Américas*. Turrialba, Vol. 2. no. 7, 1995; 22-26.

Díaz, A. 2016. Aplicación de aditivos minerales para la reducción de pérdidas de nitrógeno por volatilización durante el compostaje de pulpa de café. Lima, Perú. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina (en preparación).

Domínguez. V A. 1997. Tratado de fertilización. 3era edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 607p.

FAO. 2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Roma. (Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-bl001s.pdf>)

FAO. 2013. Climate-Smart Agriculture Sourcebook. Roma. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/018/i3325E/i3325E.pdf>)

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). <http://www.fao.org/climate-smart-agriculture/es/>

Gaitán A, Villegas C, Rivillas C, Hincapié E, Arcila J. 2011. Almácigos de café: calidad fitosanitaria, manejo y siembra en el campo. *Avances Técnicos* 404. Cenicafe. Chinchiná, Caldas, Colombia. 8p.

Galluser, S. 2015. Análisis del perfil del promotor cafetalero y de la reducción de emisiones de GEI e incrementos de carbono mediante la implementa-

ción de la propuesta técnica del Proyecto CCC en los cafetaleros de la Región San Martín. 34 p.

García, B.; Gallusser, S. 2015. Evaluación de la cantidad de agua utilizada por kilogramo de café pergamino seco en cuatro métodos de beneficio húmedo de café, en las provincias de Moyobamba y Rioja. Informe final de consultoría. Rioja, San Martín. 73 p.

GCCIP: 1997. Programa de Información del cambio climático global. Disponible en: <http://www.senamhi.gob.pe/?p=1604> Visitado el 20 de abril del 2016.

Gliessman, S. 2002. Agroecología, procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, Costa Rica. Ed. Litocat, 360 p.

Guzmán F. 2013. Escenarios de cambio climático en San Martín y su impacto en el cultivo del café. Soluciones Prácticas. 16p.

Hallé, F. 2010. Arquitectura de los árboles. Montpellier, Francia. Disponible en: <http://www.slideshare.net/ArborCulture/arquitectura-de-los-rboles-por-francis-hall>

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), 2005. Propuesta de zonificación ecológica económica como base para el ordenamiento territorial. Región San Martín. Gobierno Regional de San Martín. San Marín. 182 p.

INEI, 2007. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Censos Nacionales 2007. Sistema de Consultas de Resultados Censales, cuadros estadísticos. (Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/>)

INEI. 2012. Resultados definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Instituto Nacional de Estadísti-

ca e Informática. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima, Perú. Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinales>

IVCENAGRO.pdf (Consultado el 21 de mayo de 2014).

IPCC. 2014. Cambio Climático 2014. Informe de Síntesis. Resumen para responsables de políticas. 33p. www.ipcc.org

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2007. Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis. Edición a cargo de Pachauri. R. K; Eysinger Andy. OMM-PNUMA. IPCC, Ginebra, Suiza. 114 p.

IPCC. 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Technical report. M. G.J. Penman, T. Hiraishi, T. Krug, D. Kruger, R. Pipatti, Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe. Hayama. Japan, IPCC, OECD, IEA, IGES: 580.

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2001. Cambio Climático 2001: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Informe del Grupo de Trabajo II. Resumen para responsables de Política. OMM-PNUMA. Ginebra, Suiza. 95 p.

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 1997. Impactos Regionales del Cambio Climático: Evaluación de la Vulnerabilidad. Informe Especial del Grupo de Trabajo II del IPCC. Ginebra, Suiza. 27 p.

INADE-APODESA. 1991. Instituto Nacional de Desarrollo. Agosto-91. Perú.



Jiménez F, Muschler R. 1999. Conceptos básicos de Agroforestería. Proyecto Agroforestal CA-TIE-GTZ. Turrialba, Costa Rica. 33p.

Leakey, R.R.B. 1996. Definition of agroforestry revisited. International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF). Nairobi, Kenya. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=QI9600003>

Lipper L, Thornton P, Campbell BM, Baedeker T, Braimoh A, Bwalya M, ... Neufeldt H, Remington T, Sen PT, Sessa R, Shula R, Tibu A, Torquebiau EF. 2014. Climate-smart Agriculture for food security. *Nature Climate Change*. 4:1068-1072.

Larco, I. 2015. Propuesta técnica y económica de sistemas agroforestales para incrementar el stock de carbono en el ámbito del Proyecto Caficultura, Carbono y Conocimiento a REDD en Perú. Lima, Perú. 2015. 30 p + anexos (fichas técnicas).

MINAGRI; Gobierno del Perú; FAO. 2012. Plan de Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agrario-PLANGRACC-A2012-2022. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima, Perú.

MINAM-Comisión Multisectorial Temporal. 2015. Hacia una estrategia nacional sobre bosques y cambio climático. Documento preliminar. Lima, Perú. 111 p.

MINAM 2016. El Perú y el Cambio Climático. Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de Las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Primera edición, Abril 2016. Lima, Perú. 323p.

MINAM. 2010. El Perú y el Cambio Climático. Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático 2010. Ministerio del Ambiente. Lima, Perú. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/45850105/Segunda-Comunicacion-Nacional-Del-Peru-a-La-CMNUCC-2010> (Consultado el 21 de mayo de 2014)

MINAM; PNUD; GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY. 2009. Cambio climático y Desarrollo sostenible en Perú. <http://www.minam.gov.pe>

Neely C, Haight B, Dixon J and Poisot A-S. 2003. Report of the FAO Expert Consultation on a Good Agricultural Practice approach. Rome, Italy, 10-12 November 2003. FAO Agriculture Department. Italia Roma 36p.

Montilla-Pérez J, Arcila-Pulgarín J, Aristizábal-Loaiza M, Montoya-Restrepo E, Puerta Quintero G, Oliveros-Tascón, Cadena Gómez G. 2008. Características de algunas propiedades físicas y factores de conversión del café durante el proceso de beneficio húmedo tradicional. *CENICAFE*. 59 (2):120-142.

Montilla-Pérez J, Arcila-Pulgarín J, Aristizábal-Loaiza M, Montoya-Restrepo E, Puerta Quintero G, Oliveros-Tascón, Cadena Gómez G. 2008. Propiedades físicas y factores de conversión del café durante el proceso de beneficio. Avances técnicos. CENICAFE. Chinchiná, Caldas, Colombia. 370p.

Navia Estrada, Jorge Fernando. 2000. Agroforestería. Cali, Colombia. 182 p.

Panta L, Regio G, Pilchado D. 2012. Estudio del sistema de tratamiento de las aguas mieles en Salcedo, República Dominicana.

PNUD; MINAM. 2009. Las Implicancias del Cambio Climático en la Pobreza y la Consecución de los Objetivos del Milenio. Autor: Del Carpio O. Informe preparado en el marco del Proyecto Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Lima: PNUD y MINAM. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD y Ministerio del Ambiente – MINAM.

Pineda J.A, Ponce S.R, 2012. Manual de caficultura, IHCAFE. Cap. 5. Establecimiento del cafetal. Disponible en: http://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=1&Itemid=143&limitstart=20

Porteres R. 1934. Etudes sur le phénomène de virescence des Caféiers a la Station de Bingerville. Bulletin. 18(3): 417-427.

Primack R.B. y Ros J. 2002. Introducción a la biología de la conservación. Traducción de Joan Riera. Editorial Ariel S.A. Primera Edición. Barcelona, España. 375 p.

Puertas, F.; Arévalo, E.; Zúñiga, et al, 2008. Establecimiento de cultivos de cobertura y extracción total de nutrientes en un suelo de trópico húmedo en la amazonía peruana. Revista Ecología Aplicada, Vol. 7, Nos 1 y 2, pp. 23-28.

Raintree J.B. 1978. El estado del arte de la agroforestería, Diagnóstico y diseño de Sistemas agroforestales. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht. Impreso en Países Bajos. 5, 219-259 (1978).

Ríos R, R. 1985. El Desarrollo de Sistemas Integrales de Producción Agrícola, Pecuaria y Forestal, una necesidad en el Trópico Húmedo. (pp. 3, 2, 4). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto – Perú.

Rügnitz M.T, Chacón M.L, Porro R. 2009. Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales de Lima, Perú. Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF)-Consortio Iniciativa Amazónica (IA): 79.

Sas, M.; Bisschops, I.; Ellenbroeck, J.; 2011. Solidaridad. Guía Selección de estrategia para el manejo de las aguas mieles. Utrecht, Países Bajos (Holanda). 150 p.

SCAN 2011. Rehabilitación de cafetales. Lima, Perú. 106p.

<http://scanprogram.org/wp-content/uploads/2012/08/Guia-rehabilitacion-cafetales-tecnica.pdf>

Schepp K, Linne K, Hagggar J. 2010. Cambio Climático y Café. GTZ, CAFÉ DIRECT. Eschborn, Alemania. 75p.

SENAMHI. 2009. Climate Scenarios for Peru to 2030: Second National Communication on Climate Change. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Lima, Perú. (Disponible en: <http://www.senamhi.gob.pe/?p=1604>) (Consultado el 10 de mayo de 2014).



Silvera 2010. La fertilización de cafetales en proceso de rehabilitación. Ed. JNC, HIVOS. Lima, Perú.

Somarrriba 2009. Planificación Agroforestal de fincas. Colección de módulos de enseñanza Agroforestal Nro 6. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 102p.

Tonder Van C., Hillier J. 2014. Technical documentation for the online Cool Farm Tool. C. F. Alliance.

Torres J; Gómez A. 2008. Agroforestería: una estrategia de adaptación al cambio climático. Soluciones Prácticas-ITDG. Lima, Perú. 124p. ISBN 978-9972-47-177-3.

Treminio E; Tinoco A; Siles P; Zelaya C; Staver Ch. 2015. Climate Change Impact on Legume Species Used as Shade Trees in Coffee Agroforestry Systems in Mesoamerica. Tropentag, September 16-18, 2015, Berlin, Germany.

Tucker C, Eakin H, Castellanos E. (2010) Perceptions of risk and adaptation: Coffee producers, market shocks, and extreme weather in Central America and Mexico. *Glob Environ Change* 20:23–32.

Universidad de Chile. 2016. Atmósfera, tiempo y clima. Visitado el 23 de mayo del 2016: http://mct.dgf.uchile.cl/CURSOS/Clases_Atmosfera/clase1_intro.pdf

UCDA (Uganda Coffee Development Authority). 2000. A Guide to Quality Coffee. Making Uganda, a distinguished producer of High Value Coffee. Arabica Coffee Production Handbook. 53p.

Valencia, G. 1998. Manual de Nutrición y Fertilización del Café. Instituto de la Potasa y el Fósforo. INPOFOS. Quito, Ecuador. 61 p.

Whittaker C, McManus M, Smith P. 2013. A comparison of carbon accounting tools for arable crops in the United Kingdom. *Environmental Modelling-Software*. 46:228-239.

Wintgens J.N. 2004. Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. A Guidebook for Growers, Processors, Traders, and Researchers. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, Germany. 1021 p. ISBN 3-527-30731-1

Wood, P.J. y Burley, J. 1995. Un árbol para todo propósito: introducción y evaluación de árboles de uso múltiple para agroforestería. San José, Costa Rica. Centro Internacional para Investigación y Agroforestería. Instituto Interamericano de Cooperación para Agricultura. 180 p.

Páginas web visitadas:

http://www.fao.org/prods/gap/index_es.htm

<https://csa.guide/csa/what-is-climate-smart-agriculture>

https://joseordinolaboyer.files.wordpress.com/2011/01/sistema_productivo_san_martin_c-chiappa-s-galluver-a-tenorio.pdf

<http://scanprogram.org/es/materiales-de-capacitacion/>





ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1. **Normas legales relacionadas con la planificación territorial**

Ley Orgánica de Gobiernos Regionales LEY N° 27867 CONCORDANCIAS: R.PRES. N° 042-CND-P-2003 DIR. N° 009-2003-EF-76.01

La presente ley consta de 10 artículos que sientan las bases de las funciones y competencias de los gobiernos regionales.

Artículo 1. Objetivo y contenido de la presente ley.

La Ley Orgánica establece y norma la estructura, organización, competencias y funciones de los gobiernos regionales. Define la organización democrática, descentralizada y desconcentrada del Gobierno Regional conforme a la Constitución y a la Ley de Bases de la Descentralización.

Artículo 5. **Misión de los gobiernos regionales**

Organizar y conducir la gestión pública regional de acuerdo a sus competencias exclusivas, compartidas y delegadas, en el marco de las políticas nacionales y sectoriales, para contribuir al desarrollo integral y sostenible de la región⁴².

⁴² <http://www.regionsanmartin.gob.pe/normas/Ley27867.pdf>

Ley N° 27902. Ley que modifica la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales N° 27867, para regular la participación de los Alcaldes Provinciales y la Sociedad Civil en los Gobiernos Regionales y fortalecer el proceso de Descentralización y Regionalización.

La presente Ley tiene por objeto modificar y complementar la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales con el fin de fortalecer el proceso de descentralización, y garantizar su desarrollo ordenado y progresivo, de acuerdo con lo señalado en el artículo 188 de la Constitución Política del Perú.⁴³

Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales (Ley N° 26821)

Tiene como objetivo promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, renovables y no renovables, estableciendo un marco adecuado para el fomento a la inversión, procurando un equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la conservación de los recursos naturales y del ambiente y el desarrollo integral de la persona humana (Artículo 2°).

⁴³ http://infoagro.net/programas/Pideral/archivos/MarcoNacional/peru/2002_Ley_27902_Modifica_Ley_27868_Organica_de_Los_Gobiernos_Regionales.pdf



Reglamento de Zonificación Ecológica y Económica (D.S. N° 087-2004-PCM)

Se define la Zonificación Ecológica Económica (ZEE) como un proceso consensuado desarrollado por las autoridades públicas, cuyo objetivo es: identificar las diferentes alternativas de uso de un territorio a partir de las potencialidades y limitaciones establecidas bajo criterios físicos, biológicos, sociales, económicos y culturales. La ZEE es un instrumento técnico básico, que sirve para orientar el uso sostenible de un territorio y define cinco categorías, de las cuales para el cultivo de café la más importante es la de Zonas Productivas (ver cuadro siguiente):

Categorías de uso de la ZEE

- Adaptado de Reglamento de Zonificación Ecológica y Económica (D.S. N° 087-2004-PCM, Artículo 9°).
- Finalmente, junto con los estudios especializados y el diagnóstico integrado del territorio, la ZEE es una etapa previa para la elaboración del Plan de Ordenamiento Territorial (Ley N°26821, D.S. N°087-2004-PCM, Decreto N°010-2006-CONAM/CD) que es la herramienta fundamental para tomar decisiones sobre la destinación de uso de las diferentes áreas de una región, de una provincia o de un distrito.

Categoría	Descripción
Zonas productivas	Zonas de mayor aptitud para uso agropecuario, forestal, industrial, pesquero, acuícola, minero, turístico, entre otras
Zonas de protección y conservación ecológica	Incluye a las áreas naturales protegidas, las tierras de protección en laderas, las áreas de humedales. Se incluyen las cabeceras de cuenca y zonas de colina que por su disección son consideradas como de protección de acuerdo al reglamento de clasificación de tierras y las áreas adyacentes a los cauces de los ríos según la delimitación establecida por la autoridad de aguas
Zonas de tratamiento especial	Incluye áreas arqueológicas, históricoculturales, y aquellas que por su naturaleza biofísica, socioeconómica, culturas diferenciadas y geopolítica, requieren de una estrategia especial para la asignación de uso
Zonas de recuperación	Incluye áreas que requieren de una estrategia especial para la recuperación de los ecosistemas degradados o contaminados
Zonas urbanas o industriales	Incluye las zonas urbanas e industriales actuales y de posible expansión

ANEXO 2.

Grupos de tierras según Sistema de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor de los Suelos (CUM)

Grupo	Símbolo	Descripción
Tierras aptas para cultivos en limpio	A	Tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas son favorables para la producción de cultivos en limpio que demandan remociones o araduras periódicas y continuada del suelo. Estas tierras pueden destinarse a otras alternativas de uso como cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible
Tierras aptas para cultivos permanentes	C	Tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para la producción de cultivos que requieren la remoción periódica y continuada del suelo pero permiten la producción de cultivos permanentes, arbustivos o arbóreos (frutales). Estas tierras pueden destinarse también a otras alternativas de uso como pastos, producción forestal, protección en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible
Tierras aptas para pastos	P	Tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas son favorables para la producción de pastos naturales o cultivados que permitan el pastoreo continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso suelo. En estas tierras, según su condición ecológica, podrán destinarse también para producción forestal o protección, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible
Tierras aptas para producción forestal	F	Tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas son favorables para la producción de especies forestales maderables. Estas tierras pueden destinarse a la producción forestal no maderable o protección cuando así convenga en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible
Tierras de protección	X	Tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas ni de relieve mínimas requeridas para la producción sostenible de cultivos en limpio, permanentes, pastos o producción forestal. Las limitaciones o impedimentos tan severos de orden climático y edáfico y de relieve determinan que estas tierras sean declaradas de protección

Adaptado de Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor (D.S. N° 017-2009-AG, Artículo 9°)



ANEXO 3. Categorías de zonificación forestal

Categoría de zonificación forestal		Descripción
Zonas de producción permanente	Bosques de categoría I	Áreas de bosque natural primario o secundario cuyas condiciones bióticas y abióticas permiten el aprovechamiento sostenible de recursos forestales y de fauna silvestre, donde es posible la extracción de madera solo bajo sistemas intensivos o mecanizados, la extracción de productos no maderables y de fauna silvestre y el aprovechamiento económico de servicios de los ecosistemas
	Bosques de categoría II	Áreas de bosque natural primario o secundario cuyas condiciones bióticas y abióticas permiten el aprovechamiento sostenible de recursos forestales y de fauna silvestre, donde es posible la extracción de madera bajo sistemas de baja intensidad, la extracción de productos no maderables y de fauna silvestre y el aprovechamiento económico de servicios de los ecosistemas
	Bosques de categoría III	Áreas de bosque natural primario o secundario, cuyas condiciones bióticas y abióticas le confieren valor especial para la provisión de servicios de los ecosistemas y que permiten el aprovechamiento sostenible de recursos forestales diferentes a la madera sin reducir la cobertura vegetal, así como de la fauna silvestre y de los servicios de los ecosistemas
	Bosques plantados	Ecosistemas forestales, producto de la forestación o reforestación con fines de producción sostenible de madera y otros productos forestales, así como el aprovechamiento económico de servicios de los ecosistemas de acuerdo a sus condiciones bióticas y abióticas
Zonas de protección y conservación ecológica		Ecosistemas frágiles inestables ante eventos de naturaleza antropogénica debido a su baja resiliencia. Son áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en las que se restringen o limitan los usos extractivos
Zonas de recuperación	Zonas de recuperación de la cobertura forestal con fines de producción forestal y maderera	Tierras que no tienen cobertura de bosques primarios o secundarios maduros mayor o igual al 30% del área, cuyas condiciones bióticas y abióticas favorecen la instalación de plantaciones forestales con fines de producción de madera y otros productos forestales y de fauna silvestre
	Zonas de recuperación de la cobertura forestal con fines de restauración y conservación	Tierras de aptitud forestal o de protección sin cobertura de bosques primarios o secundarios maduros mayor o igual al 30% del área, cuyas condiciones bióticas y abióticas favorecen la reforestación con especies nativas destinadas a la restauración ecológica, a la provisión de servicios de los ecosistemas y al aprovechamiento de fauna silvestre y de los productos forestales diferentes a la madera
Zonas de tratamiento especial	Reservas de tierras para pueblos indígenas en situación de aislamiento o contacto inicial	No se otorgan en ellas títulos habilitantes. Se rigen por la Ley para la Protección de Pueblos Indígenas u Originarios en Situación de Aislamiento y en Situación de Contacto Inicial (Ley N°28736)
	Zonas de producción agroforestal y silvopastoril	Ecosistemas transformados ubicados sobre tierras forestales (F) o de protección (X) sin cobertura boscosa, en los que se han instalado y desarrollado sistemas sostenibles de producción permanente, compatibles con la ZEE. Se combinan vegetación forestal o leñosa y plantas domesticadas con fines de producción forestal, agrícola o pecuaria en forma sostenible, contribuyendo a la provisión de servicios ecosistémicos

>>

Categoría de zonificación forestal		Descripción
Zonas de tratamiento especial	Bosques residuales o remanentes	Bosques naturales primarios aislados producto de la fragmentación del hábitat por procesos de ocupación y transformación de paisajes anteriormente forestales. Cuentan con valores de biodiversidad menores a los bosques primarios. Pueden destinarse a funciones de protección, aprovechamiento de productos no maderables y los servicios de los ecosistemas forestales y otros tipos de vegetación silvestre. Se permite la extracción de madera con regulaciones estrictas y el aprovechamiento económico de servicios de los ecosistemas según el reglamento
	Asociaciones vegetales no boscosas	Ecosistemas de vegetación silvestre constituida por especies herbáceas y arbustivas principalmente. Pueden destinarse a funciones de protección, aprovechamiento de productos no maderables y al aprovechamiento económico de servicios de los ecosistemas según el reglamento
Adaptado de Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N°29763, Artículo 27°)		





ANEXO 4: Prácticas climáticamente inteligentes a nivel de parcela y/o finca, según la percepción de productores y técnicos de la región San Martín⁴²

Práctica	Nivel de impacto esperado (Bueno ✓, Muy bueno ✓✓, Excelente ✓✓✓)				
	Productividad	Calidad	Adaptación	Mitigación	Paisaje
Producción de abonos orgánicos dentro de la finca y abonamiento orgánico ✓✓✓	Mejora, mantiene o aumenta la productividad	Mejora la calidad física y en taza	Mejora la estructura y fertilidad del suelo, mantiene la biodiversidad e incrementa la resiliencia	Reduce emisiones de GEI al ambiente	Conservación e incremento de la biodiversidad del suelo, conservación del agua superficial y subterránea
	Se obtiene una planta bien nutrida	Buen cerezo (tamaño y calidad)	Ayuda a resistir los cambios de clima	Reutiliza desechos, reduce emisiones	
Siembra de árboles forestales y/o agroforestería ✓✓✓	Buen rendimiento, da valor comercial a la finca	Calidad física (mejor tamaño de grano, sanidad, color, pureza) y mejor taza	Microclimas, sombras, resiliencia a plagas y enfermedades que son favorecidos con el cambio climático	Plantas sanas y fuertes, captura de carbono y fijación de nitrógeno, hierbas controladoras	Generación de microclimas a nivel de parcela, finca y paisaje
Conservación de suelos ✓✓✓	Mejora la producción	Mantiene la calidad	Evita la erosión, mantiene la capa arable y la vida en el suelo	Conserva los reservorios de CO ₂ en el suelo, reduce las emisiones GEI	Impacto positivo en mantener la fertilidad natural del suelo, reservas de CO ₂
Abonamiento con fertilizantes sintéticos y/o abonamiento con fertilizante sintético y orgánico ✓✓	Mejora la producción en quintales por hectárea	Mejora la calidad física y en taza	Resiste a todo tipo de plagas y enfermedades y se adaptan a todo tipo de clima	Secuestro de carbono	Cobertura vegetal perenne (mantiene el secuestro y captura de CO ₂) corredores ecológicos
Control de plagas y enfermedades (orgánico y químico) ✓✓	Mantiene la producción (rendimiento), disminuye el descarte	Mejora y mantiene la calidad	Ayuda a adaptarse, sostenibilidad del SAF y resiliencia al cambio climático	Contribuye indirectamente en el secuestro de carbono	Manejo adecuado del SAF con café contribuye en la sanidad de las plantas, calidad del café y mantiene el dosel
Beneficio húmedo (despulpado, fermentado, lavado de café) ✓✓✓	El uso de aguas mieles y de la pulpa incrementan la productividad	Calidad física y en taza	Reciclaje de nutrientes dentro del SAF con café	Uso de aguas mieles, pulpa de café, reducción de GEI	Reducción de la contaminación de fuentes de agua y suelo.

>>

42 Cuadro elaborado con base en los talleres realizados con profesionales, técnicos, facilitadores (productores) de la región San Martín en las localidades de Moyobamba y Tarapoto en abril del 2016.

Práctica	Nivel de impacto esperado (Bueno ✓, Muy bueno ✓✓, Excelente ✓✓✓)				
	Productividad	Calidad	Adaptación	Mitigación	Paisaje
La siembra de guabas (<i>Inga spp.</i>) ✓✓✓	Mejora la producción	Mejora la calidad física y en taza	Fijación de nitrógeno, sombra, biodiversidad	Captura más nitrógeno y CO ₂	Generación de microclimas, fertilidad, biodiversidad, autoconsumos, energía a nivel de parcela, finca y paisaje
Registro de actividades ✓✓✓	No identificado	No identificado	Más eficiente, ayuda en la trazabilidad del SAF	No identificado	Identificación de puntos críticos de impacto en la sostenibilidad, resiliencia, economía, adaptación y mitigación
Poda sistemática ✓✓	Regeneración de nuevos tejidos y plantas como nuevas, más quintales de café por hectárea	Mantiene la calidad	Mantiene plantas vigorosas y rejuvenecidas	Mantiene la captura y secuestro de CO ₂ por el dosel de hojas y el crecimiento constante	Plantaciones con buen manejo de tejidos permiten mantener la sostenibilidad y resiliencia de los SAF
Control de malezas y deshierbo mecánico ✓	Mantiene la producción, mejora la fertilidad del suelo	Mantiene la calidad	Ayuda a adaptarse, el control mecánico contribuye el control de las malezas, mantiene la vida del suelo	Disminuye plagas y competidores, mantiene la cobertura verde, biodiversidad y secuestro de CO ₂	Las malezas son refugio de organismos vivos (biodiversidad-equilibrio), reducen la evaporación del agua, reduce la erosión del suelo
Cosecha selectiva ✓	Reducción del desarte, mayor rendimiento físico y granos exportables	Mejora la calidad del grano, calidad física y en taza	No identificado	Reduce la contaminación, reducción de emisiones, reduce el uso de agua, secuestro de carbono	Reduce la contaminación del suelo y agua



ANEXO 5. Prácticas climáticamente inteligentes, incentivos y barreras para su implementación por parcela y finca, según la percepción de productores y técnicos de la región San Martín

Práctica	Incentivos	Barreras
Producción de abonos orgánicos dentro de la finca y abonamiento orgánico	Mayor precio (certificación orgánico), reducción de costos de producción (insumos externos), alimentación saludable	Bajo acceso a vías de comunicación, financiamiento y alto costo de producción (mano de obra), no tienen títulos de propiedad y no hay pagos por SS/AA, el precio del café orgánico es bajo
Siembra de árboles forestales y/o agroforestería	Mejores precios, pago por conservar, conocimiento adquirido a través de las diferentes charlas	Falta de capacitaciones, conocimientos, falta de economía, herramientas y tiempo
Conservación de suelo	Asesoría técnica	Falta de conocimiento económico
Abonamiento con fertilizantes sintéticos o abonamiento con fertilizante sintético y orgánico	Mejores ingresos y calidad de la producción, asesoría técnica y conocimientos adquiridos	Falta de conocimientos, herramientas, recursos económicos, la disponibilidad de tiempo y precio
Control de plagas y enfermedades (orgánico y químico)	No hay asesoría, el técnico de campo ayuda a dar ganancias	Falta de recursos económicos
Beneficio húmedo (despulpado, fermentado, lavado de café)	Asesoría técnica apoya en el manejo del sistema para mantener ganancias	Falta de recursos económicos, no hay apoyo institucional, falta de tratamiento de aguas mieles
La siembra de guabas (<i>Inga spp.</i>)	La calidad de la producción	
Registro de actividades		Falta de costumbre
Poda y poda sistemática	Asesoría técnica	Falta de conocimiento y recurso económico
Control de malezas y deshierbo mecánico	Pago por conservar (a futuro)	Impases con el clima
Cosecha selectiva	Mejor precio	Créditos. Falta personal y bajos precios



ANEXO 6. Fertilizantes y respectiva Ley de Nutrientes

Fertilizante	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B
Bayfolan	12,00	12,00	17,00	-	2,00	22,00	0,02
Yara Milla Hydran	19,00	4,00	19,00	-	3,00	1,80	0,10
Yara Liva Nitrabor	15,40	-	-	25,60	-	-	0,30
Compomaster Café	18,00	8,00	18,00	-	3,00	9,00	-
Guano de isla	10,00	10,00	2,00	8,00	0,50	1,50	0,02
Roca fosfórica	-	22,00	-	30,00	0,60	4,40	-
SulpoMag	-	-	-	-	10,00	30,00	-
Sulfato de potasio	-	-	52,00	-	-	18,00	-



ANEXO 7. Lista de productores donde se realizó las mediciones de línea base y cierre para la herramienta CFT y evaluar el balance de CO₂-eq.

N°	Ámbito	Nombre	Sector	Distrito	Provincia
1	Gera	Abilio Sayago Sónдор	Alto Carrizal	Jepelacio	Moyobamba
2	Gera	Adelmo Gálvez Quispe	Pacaypite	Jepelacio	Moyobamba
3	Gera	Alexander Rimarachi Gonzales	Pacaypite	Jepelacio	Moyobamba
4	Gera	Elvis Arbildo Cueva Castañeda	Alto Carrizal	Jepelacio	Moyobamba
5	Gera	Germán Santacruz Celis	Pacaypite	Jepelacio	Moyobamba
6	Gera	José Elmer Sandoval Hernández	Alto Carrizal	Jepelacio	Moyobamba
7	Gera	Marco Muñoz Chávez	Carrizal	Jepelacio	Moyobamba
8	Gera	Mariano Cueva Leyva	Carrizal	Jepelacio	Moyobamba
9	Gera	Pastor Huamán Huamán	Pacaypite	Jepelacio	Moyobamba
10	Gera	Teodomiro Chinchay Cruz	Pacaypite	Jepelacio	Moyobamba
11	Indoche-Tó	Alejandro Mananay Paz	Lucero	Soritor	Moyobamba
12	Indoche-Tó	Dionisio Silva Santa Cruz	Lucero	Soritor	Moyobamba
13	Indoche-Tó	Feliciano Ylatoma Bustamante	Villa Hermosa	Soritor	Moyobamba
14	Indoche-Tonchima	Florián Aré	Villa Hermosa	Soritor	Moyobamba
15	Indoche-Tó	Hipólito Jiménez Jiménez	Soritor	Soritor	Moyobamba
16	Indoche-Tó	Jorge Luis Alcalde García	Villa Hermosa	Soritor	Moyobamba
17	Indoche-Tó	José Aníbal Requejo Herrera	Lucero	Soritor	Moyobamba
18	Indoche-Tó	José Deynis Requejo Delgado	Lucero	Soritor	Moyobamba
19	Indoche-Tó	Orfelina Maluscán Labajos	Selva Alegre	Soritor	Moyobamba
20	Indoche-Tó	Reynaldo Sánchez	Villa Hermosa	Soritor	Moyobamba
21	Yanayacu	Eliseo Chinchay Hernández	Bella Selva	Moyobamba	Moyobamba
22	Yanayacu	Gerardo Álvarez Ascona	Cordillera Andina	Moyobamba	Moyobamba
23	Yanayacu	Ladislao Rivera Oblitas	Creación 2000	Moyobamba	Moyobamba
24	Yanayacu	Lorenzo Carrera Aguilar	Creación 2000	Moyobamba	Moyobamba
25	Yanayacu	Patricio Maldonado Montoya	Playa Hermosa	Moyobamba	Moyobamba
26	Yanayacu	Samuel Cachay Huamán	Los Ángeles	Moyobamba	Moyobamba
27	Yanayacu	Santos Florentina Padilla Livia	Cordillera Andina	Moyobamba	Moyobamba
28	Yanayacu	Santos Primitivo Cueva Cueva	Sugllaquiro	Moyobamba	Moyobamba
29	Yanayacu	Sergio Armando Labán Morales	Cordillera Andina	Moyobamba	Moyobamba
30	Yanayacu	Víctor Antonio Jiménez López	Nuevo Edén	Moyobamba	Moyobamba

N°	Ámbito	Nombre	Sector	Distrito	Provincia
31	Yuracyacu	Antonio Becerra Cueva	San Carlos	Awajún	Rioja
32	Yuracyacu	Daniel Terrones Zapata	Sol de Oro	Awajún	Rioja
33	Yuracyacu	Isafas Pérez Quiroz	Sol de Oro	Awajún	Rioja
34	Yuracyacu	Jorge Silva Jara	Sol de Oro	Awajún	Rioja
35	Yuracyacu	Joselito Mego Delgado	San Carlos	Awajún	Rioja
36	Yuracyacu	Omar Solín Fernández	La Libertad	Awajún	Rioja
37	Yuracyacu	Pablino Huamán Torres	Sol de Oro	Awajún	Rioja
38	Yuracyacu	Pedro Pablo Adrianzén Zurita	Las Viñas	Moyobamba	Moyobamba
39	Yuracyacu	Ronald Gavidia Silva	Sol de Oro	Awajún	Rioja
40	Yuracyacu	Wilson Rodríguez Carrasco	San Ignacio	Yantaló	Moyobamba
41	Sauce-Saposa	Benigno Sangama	Pucamarca	Sauce	San Martín
42	Sauce-Saposa	Emelina León Guevara	Corazón de Jesús	Sauce	San Martín
43*	Sauce-Saposa	José Moisés Julón Irigoí	Nuevo Perú	Saposa	Huallaga
44	Sauce-Saposa	María Hermila Villegas Rojas	Primavera	Sauce	San Martín
45	Sauce-Saposa	Melvi Tocto Tocto	Nuevo Perú	Saposa	Huallaga
46	Sauce-Saposa	Pablo Ramos Araqueda	Miraflores	Sauce	San Martín
47*	Sauce-Saposa	Pedro Barrera Acosta	La Perla	Saposa	Huallaga
48*	Sauce-Saposa	Roque Silva Ramos	Los Laureles	Saposa	Huallaga
49*	Sauce-Saposa	Rosa Alicia Julón	Nuevo Perú	Saposa	Huallaga
50*	Sauce-Saposa	Tobias Tapullima	Nuevo Perú	Saposa	Huallaga
51	Sisa	Alejandro Bancos Fernández	Alto Palmeras	Santa Rosa	El Dorado
52	Sisa	Anthony Keyin Dávila Castillo	Alto Andino	Cuñumbuqui	Lamas
53	Sisa	César Enrique Rodas	Alto Progreso	Cuñumbuqui	Lamas
54	Sisa	Esteban García Chasquero	Buena Vista	San Martín	El Dorado
55	Sisa	José Esteban Chanta Puelles	Flor del Oriente	San Martín	El Dorado
56	Sisa	Mario Berrú Zurita	Corazón de Jesús	San Martín	El Dorado
57	Sisa	Mateo García Carrasco	Monte de los Olivos	San Martín	El Dorado
58	Sisa	Orfiles Fernández Dueñas	Rayos del Sol	Cuñumbuqui	Lamas
59	Sisa	Samuel Collantes Sánchez	San Juan de Talliquihui	Santa Rosa	El Dorado
60	Sisa	Virgilio Yajahuanca Lizana	Buenos Aires	San Martín	El Dorado

* No se volvió a medir: abandonó el cultivo.

SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EN LOS TALLERES GRÁFICOS DE

Tarea Asociación Gráfica Educativa

PASAJE MARÍA AUXILIADORA 156 - BREÑA

CORREO E.: tareagrafica@tareagrafica.com

PÁGINA WEB: www.tareagrafica.com

TELÉF. 332-3229 FAX: 424-1582

FEBRERO 2017 LIMA - PERÚ



Solidaridad

Respaldado por NORAD

Validación técnico-científica



Norad



**Centro Internacional
de Investigación
Agroforestal**

Con el apoyo de



CAMARA PERUANA DEL CAFE Y CACAO



SECOMPETITIVO
Competitividad para el Perú

scan

Sustainable
Commodity
Assistance
Network



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Departamento Federal de Economía,
Formación e Investigación DEFI

Secretaría de Estado para Asuntos Económicos SECO



HELVETAS

Swiss Intercooperation

PERU