



MÉXICO

CAFÉ REGENERATIVO Y DE ALTA CALIDAD GUÍA AGRONÓMICA

VERSION 2
MARZO 2025



Preámbulo

En Nespresso creemos que la naturaleza es el mayor aliado para asegurar el futuro del café de alta calidad. Nuestro programa de abastecimiento, el Programa de Calidad Sostenible™ AAA de Nespresso, ha sido el vehículo para la adopción de prácticas agrícolas innovadoras durante 20 años.

En este nuevo capítulo, el Programa AAA promoverá aún más la inversión en capital natural. El poder transformador de la naturaleza puede proporcionar los servicios que los agricultores y la sociedad necesitan: resiliencia, rendimiento, consistencia en la calidad, diversificación de ingresos, secuestro de carbono y conservación de la biodiversidad.

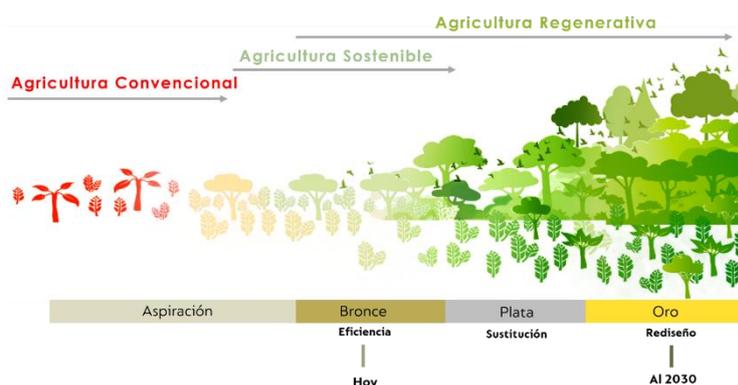
En este nuevo capítulo, Calidad Sostenible™ integrará más cafés de alta calidad con ecosistemas saludables, calidad de vida y comunidades prósperas.

Nespresso y Rainforest Alliance comparten una visión común de la agricultura regenerativa, basada en tres principios fundamentales:

- I. Producir restaurando y protegiendo activamente la biodiversidad dentro y alrededor de las áreas de producción.
- II. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, adaptándose al cambio climático y aumentando la resiliencia en la finca.
- III. Preservar los medios de vida de los agricultores a corto y largo plazo.

Estamos convencidos de que estos principios son la única manera de garantizar un suministro sostenible de café de alta calidad.

El Scorecard de Café Regenerativo de Rainforest Alliance, creado conjuntamente, ayuda a comprender las posiciones durante la transición. **HOY: BRONCE, 2030: ORO.**



Las fincas AAA con el Nivel Oro ofrecerán múltiples beneficios a la sociedad: generarán hábitats y corredores para diversas especies, capturarán carbono y recuperarán cuencas hidrográficas. Además, gracias a la disponibilidad de materia orgánica, el suelo de las fincas mantendrá los organismos necesarios para el ciclo de nutrientes.

Nespresso y sus socios continuarán enriqueciendo este documento con nuevos conocimientos científicos hacia un concepto integral de calidad con perfiles de taza excepcionales, suelos y ecosistemas saludables y comunidades prósperas.

Te invitamos a leer esta guía agronómica que marca el camino hacia el Nivel Oro.



MÉXICO

Este documento tiene como objetivo orientar la implementación de la caficultura regenerativa en campo, el trabajo de capacitación y apoyo a los cafetaleros y las acciones de planificación de clústeres. La guía agronómica conecta la visión del Scorecard de Café Regenerativo de Rainforest Alliance con las investigaciones y las recomendaciones técnicas y ambientales disponibles en México.

La agricultura regenerativa es un proceso de cambio constante, impulsado por la motivación, el conocimiento y los recursos para asegurar la transición de las prácticas. Nespresso proporciona a los Productores AAA las condiciones necesarias para una gestión del cambio sin contratiempos, primas de precio pagadas por el café AAA, inversiones en infraestructura, soluciones alternativas y asistencia técnica. Para motivar el cambio de comportamiento entre los productores y sus familias, los equipos de campo implementan una estrategia de adopción a través de redes locales de productores. Las redes son apoyadas por productores locales influyentes, líderes de opinión, que fomentan el intercambio de experiencias. La innovación y creatividad en el trabajo de los Productores AAA, los Agrónomos AAA, Nespresso y sus socios garantizan el optimismo para transformar la producción de café con un impacto positivo.

Nespresso agradece las contribuciones de ECOM en México. Su experiencia en el campo ha sido un insumo fundamental para construir esta guía agronómica y para la consolidación del trabajo del Programa AAA.



RAINFOREST ALLIANCE AVALA ESTA GUÍA como un conjunto de recomendaciones para el camino hacia la producción de café regenerativo con el Nivel Oro en fincas de café AAA en México y está alineada con [el Scorecard de Café Regenerativo de Rainforest Alliance.](#)



EN NESPRESSO, CREEMOS QUE LA NATURALEZA ES NUESTRO MEJOR ALIADO PARA ASEGURAR EL FUTURO DEL CAFÉ

“La agricultura regenerativa es un enfoque productivo que enfatiza en la protección y restauración de los recursos naturales (principalmente el suelo, pero también el agua y la biodiversidad) para suministrar múltiples beneficios a los agricultores, el medioambiente y la sociedad. Al fortalecer la salud del suelo y los servicios ecosistémicos, la agricultura regenerativa ayuda a que los agroecosistemas sean más productivos y resilientes, al tiempo que mejora los medios de vida de los agricultores. El enfoque hacia la agricultura regenerativa ofrece, además, oportunidades importantes para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).”¹

LA GUÍA AGRONÓMICA SE BASA EN TRES PRINCIPIOS que se transmitirán a los agricultores durante la implementación del Plan Operativo del Clúster. La ejecución de estos principios requiere de un cambio de mentalidad por parte de los productores y de los socios con los que trabaja Nespresso.

- I. La finca, por su diseño, genera materiales orgánicos y biocontrol.
- II. Se trata primero el suelo y luego la planta.
- III. Se busca lograr la resiliencia del sistema productivo, al tiempo que se genera rentabilidad y se mejoran los medios de vida de los productores. Resiliencia y rentabilidad vs. productividad.

EL PAQUETE DE PRÁCTICAS QUE SE DEFINE A CONTINUACIÓN REFLEJA ESTOS PRINCIPIOS A LO LARGO DE LOS SEIS CAPÍTULO:

1. DISEÑO DE LA FINCA
2. SALUD DEL SUELO
3. NUTRICIÓN DEL CULTIVO
4. SALUD DEL CULTIVO
5. GESTIÓN DEL AGUA
6. FINANZAS DE LA FINCA

CADA CAPÍTULO ESTÁ **ORGANIZADO EN TRES NIVELES**, ASÍ:

01	→		La EXPECTATIVA DE DESEMPEÑO DE BASA principalmente en los criterios del Rainforest Alliance Regenerative Coffee Scorecard.
02	→		RECOMENDACIONES DE IMPLEMENTACIÓN que los Agrónomos AAA entregan a los Productores AAA.
03	→		ACCIONES que se planifican a nivel de clúster para facilitar la adopción y el cambio hacia prácticas regenerativas.

¹ Pulleman et al., 2023, p. 16.



TABLA DE CONTENIDOS

1. DISEÑO DE LA FINCA	6
1.1 REHABILITACIÓN Y RENOVACIÓN	7
1.2 AGROFORESTERÍA	15
2. SALUD DEL SUELO	22
2.1 ANÁLISIS DE LA SALUD DEL SUELO	23
2.2 CONSERVACIÓN DEL SUELO	25
2.3 COBERTURA DEL SUELO	27
2.4 MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES	30
3. NUTRICIÓN DEL CULTIVO	34
3.1 ANÁLISIS DE SUELOS	35
3.2 FERTILIZACIÓN EFICIENTE Y BAJA EN CARBONO	37
3.3 FERTILIZACIÓN ORGÁNICA	40
4. SALUD DEL CULTIVO	44
4.1 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)	45
5. GESTIÓN DEL AGUA	51
5.1 USO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA	52
5.2 TRATAMIENTO DE AGUAS	53
6. FINANZAS DE LA FINCA	54
6.1 FINANZAS DE LA FINCA	55
ANEXOS	59
ANEXO 1	60
ANEXO 2	61
REFERENCIAS	63



1. DISEÑO DE LA FINCA

1.1 REHABILITACIÓN Y RENOVACIÓN



"La planificación de la renovación, y en cierta medida de la rehabilitación, ofrece una oportunidad perfecta para implementar otras prácticas regenerativas que requieren una reestructuración del sistema de producción. Estas prácticas incluyen la diversificación del sistema mediante cultivos intercalados bien adaptados y agroforestería, así como prácticas de conservación del suelo y otras medidas para mejorar la salud del suelo."²



"Los árboles sanos y productivos, bien adaptados a las condiciones agroecológicas locales y a los sistemas agrícolas, son un requisito básico para obtener una buena respuesta a la adopción de cualquier práctica [regenerativa]."³

A continuación, en la Figura 1 se ilustran algunos términos que pueden resultar confusos en su traducción y descripción técnica.

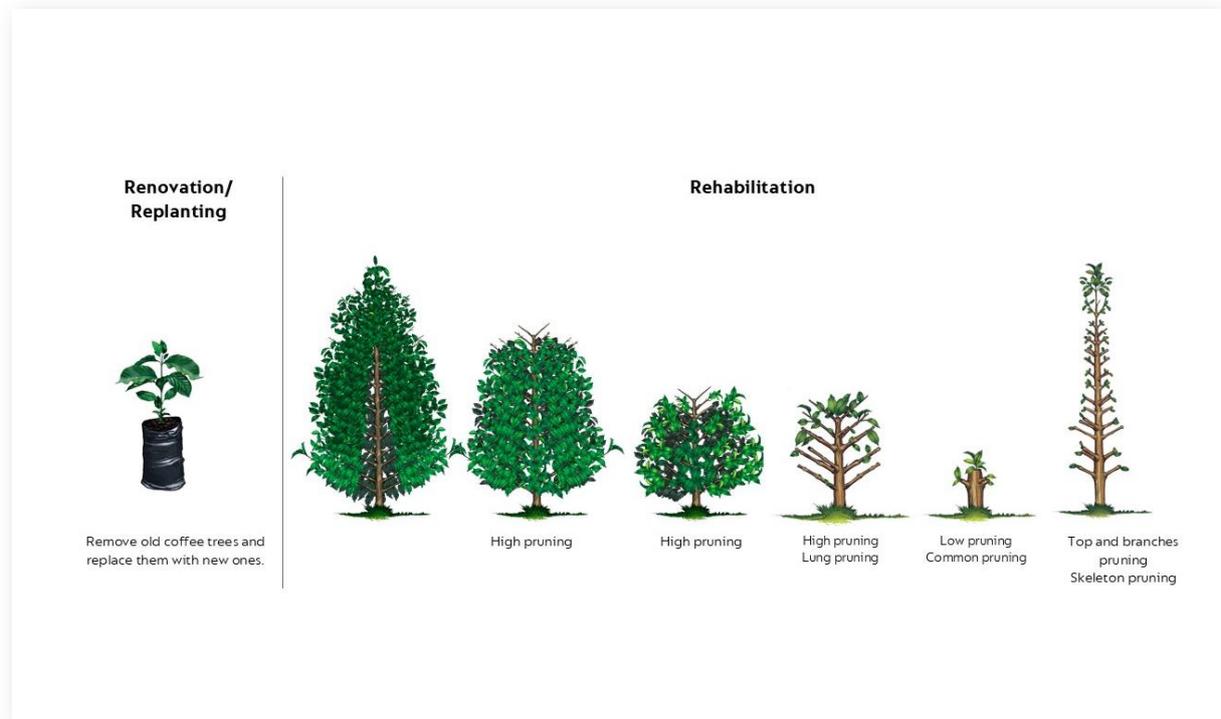


Figura 1. Condiciones de renovación y rehabilitación.

Nota: Para mayor detalle sobre estos términos en el contexto del Scorecard de café regenerativo de Rainforest Alliance, revise el anexo 2.

² Pulleman et al., 2023, p. 50.

³ Pulleman et al., 2023, p. 48.

Fomentar la rehabilitación o renovación de plantaciones de café como una estrategia clave para mejorar la productividad a mediano y largo plazo. Aunque esta práctica es poco adoptada por los caficultores, su impacto positivo en la productividad es significativo. Es importante considerar que esta intervención requiere una inversión considerable y puede generar una disminución temporal en la productividad, por lo que se deben diseñar mecanismos de apoyo financiero y técnico para facilitar su implementación. Se deben definir ciclos de rehabilitación o renovación como una medida de manejo para evitar que la producción disminuya.

RECOMENDACIONES



- a. Realizar un diagnóstico integral del estado de los cultivos de café, evaluando aspectos clave como la calidad de las plantas, la densidad de siembra, el número efectivo de árboles por parcela, el potencial de producción actual y las áreas de las parcelas. Esta información servirá como base para la planificación y toma de decisiones.
- b. Diseñar un plan integral para la finca que contemple acciones específicas de rehabilitación y renovación. Este plan debe incluir ajustes en las variedades y densidades de siembra, además de la incorporación de diseños agroforestales. Todo esto debe alinearse con los objetivos de los caficultores, sus recursos disponibles y las características ambientales de cada finca.

REHABILITACIÓN:



"La rehabilitación implica la poda y la recepa de los cafetos, manteniendo el sistema radicular actual."⁴

"La poda frecuente mantiene la salud y productividad del cafeto».

RA Scorecard Nivel Oro.⁵



⁴ Pulleman et al., 2023, p. 48.

⁵ Rainforest Alliance, 2022 a.

RECOMENDACIONES



- a. La rehabilitación (o poda por el nombre de la práctica específica) busca intervenir en los tejidos del cafetal para promover la formación de tejido joven que restablece la producción. Cuando el cafetal tiene pocas ramas productivas, la rehabilitación pueden restaurar la productividad del café (Figura 1)⁶.
- b. La rehabilitación aumenta la productividad de las plantas a través del manejo de tejidos por medio de la poda. Como primera medida se aplica en plantaciones con baja productividad debido a la edad, plagas, enfermedades o malas prácticas agrícolas. El objetivo en el manejo de la producción es llegar a establecer un programa de rehabilitación de cafetales, como una labor periódica, en diferentes lotes de la finca cada año, para tener una producción estabilizada.
- c. La frecuencia de rehabilitación (o poda) de los tejidos del cafeto se define en función de la evolución de la productividad anual. El ciclo de rehabilitación es el número de años que transcurre entre dos podas sucesivas de una parte (tallo o rama) de una planta o de todas las plantas en una hilera o en un bloque de plantación⁷.
- d. La rehabilitación puede combinar tipos de podas (baja, alta y descope). Se puede aplicar de forma selectiva, por surcos, en un lote completo o de manera combinada⁸.
- e. La definición de los tipos de rehabilitación depende de diversos factores, como la variedad, el contexto biofísico (altitud, lluvia y suelo), la edad de las plantas, el vigor, el manejo agronómico, la incidencia de plagas y las enfermedades⁹.

⁶ Pulleman et al., 2023, p. 51.

⁸ Rojas y Ramírez, 2016.

⁹ Somarriba et al, 2021

RENOVACIÓN:



*"La renovación implica arrancar árboles viejos y llenar los espacios con nuevas plantaciones para reemplazar la variedad actual de café, así como el portainjerto. Esta práctica también permite aumentar las densidades de siembra o cambiar a un diseño de sistema diferente."*¹⁰

"La replantación o renovación es implementada para asegurar al menos el 50 % de la parcela en árboles jóvenes o de mediana edad (≤ 8 años)."
RA Scorecard- Nivel Oro¹¹

"La variedad de café se selecciona en función de la calidad, la productividad y la resistencia a la roya. Use variedades resistentes a la roya en el >50 % de la parcela» RA Scorecard- Nivel Oro.¹²

*"Las principales limitaciones para la implementación de la renovación y la rehabilitación son las altas inversiones iniciales en materiales de siembra y mano de obra, especialmente en el caso de la renovación. Otra desventaja es que la práctica conduce a una pérdida inicial y a corto plazo de rendimiento e ingresos."*¹³



RECOMENDACIONES



- a. La instalación del germinador y vivero debe planificarse teniendo en cuenta la edad de trasplante de las plantas al campo. Se recomienda plantar en mayo, coincidiendo con el inicio de las lluvias.¹⁴
- b. Antes de la renovación, se realiza un análisis de suelo para determinar las necesidades de corrección de pH y aluminio. Un mes antes de la siembra, se aplican

¹⁰ Pulleman et al., 2023, p. 48.

¹¹ Rainforest Alliance, 2022 a.

¹² Rainforest Alliance, 2022 a.

¹³ Pulleman et al., 2023, p. 54.

¹⁴ Instituto del Café de Costa Rica, 2020.



las correcciones necesarias, utilizando opciones como carbonato de calcio, carbonato de magnesio, hidróxido de calcio, sulfato de calcio o yeso agrícola.¹⁵

- c. Como una práctica preventiva se recomienda desinfectar el sustrato en viveros de café usando el método al vapor, calentándolo entre 60°C y 70°C durante 30 minutos para eliminar patógenos y semillas de malezas sin dañar microorganismos benéficos. Otra opción es la solarización, extendiendo el sustrato en una capa delgada y cubriéndolo con plástico transparente durante 4-6 semanas, ideal para climas cálidos. Posteriormente, es clave incorporar microorganismos benéficos como *Trichoderma* o micorrizas para restaurar la microbiología del sustrato y prevenir enfermedades¹⁶.
- d. Las principales variedades cultivadas en México en las cadenas de abastecimiento ECOM son: Costa Rica 95 (28%), Colombia (14%), Catimor (12%) y Marsellesa (9%). Sin embargo, están disponibles otras variedades para la renovación de plantaciones.¹⁷
- e. Los Agrónomos AAA asesorarán y animarán a los agricultores a elegir una variedad o cultivar (híbrido) adecuado en función de un análisis de las variables locales. Todas las variedades y cultivares enumerados en la Tabla 1 se ajustan a los perfiles de calidad de Nespresso asociados con cada grupo.

CULTIVAR	COMPORTAMIENTO CONTRA LA ROYA DEL CAFÉ	COMPORTAMIENTO FRENTE A NEMATODOS
Colombia	Tolerante	Susceptible
Marsellsa	Tolerante	Susceptible
Sarchimor (T5296)	Tolerante	Desconocido
Oro Azteca	Tolerante	Susceptible
ANACAFE 14	Tolerante	Susceptible
Obatá Rojo	Tolerante	Desconocido
EC16 (Mundomaya)	Tolerante	Resistente a algunas especies de <i>Meloidogyne</i>
H1 (Centroamericano)	Tolerante	Susceptible
Romex*	Tolerante	Tolerante

* Única variedad Robusta presente en Clúster AAA y aceptada por el programa en términos de calidad.

Tabla 1. Cultivares de café mejorados plantados en el País. ^{18 19}

- f. Los viveros se pueden construir en el suelo en camas de siembra (1,5 m de ancho, 10-15 cm de altura, máximo 40 m de largo) o en bolsas individuales de material

¹⁵ Instituto del Café de Costa Rica, 2020, p 84.

¹⁶ World Coffee Research, 2021

¹⁷ Servicios de Manejo Sostenible, 2024

¹⁸ Servicios de Manejo Sostenible, 2024

¹⁹ World Coffee Research, 2023.



biodegradable. El tamaño de las bolsas depende de la duración de la etapa de vivero: 15 x 20 cm para 6-10 meses y 18 x 23 para 12 meses²⁰. Nespresso y los clústeres pueden considerar la posibilidad de fomentar la renovación a través de programas de viveros centralizados que proporcionen materiales de siembra a los productores. Estos viveros deben seguir las recomendaciones de manejo agronómico relativas a la salud y el manejo general de las plantas.

- g. A mediano plazo, la renovación y rehabilitación periódicas pueden mejorar considerablemente la productividad y, en general, generar un flujo de caja acumulativo positivo para el agricultor. Dado que la falta de financiación es el principal obstáculo para la inversión en esta práctica, lo mejor es aplicarla de manera gradual, resembrando o rehabilitando entre el 10 y el 20% de la plantación cada año.²¹
- h. Los cultivos intercalados son especialmente importantes durante el establecimiento o la renovación del café, cuando pueden proteger los cafetos jóvenes y el suelo desnudo de la erosión y las condiciones climáticas adversas (calor y sequía), al tiempo que ayudan a controlar las arvenses.²² Esta práctica permite a los agricultores diversificar e intensificar la producción, y mejora la resiliencia de los hogares rurales y las comunidades cafecultoras, al proporcionar una mayor variedad de alimentos y fuentes de ingresos.²³ Para la zona del clúster AAA, SMS México, recomienda el intercalado café-maíz a través del proyecto Cultivando Mejores Vidas (CMV).
- i. La densidad/espaciamento recomendado depende de criterios técnicos, como las condiciones climáticas, la fertilidad del suelo, la duración del ciclo de rejuvenecimiento y las prácticas agronómicas. Se pueden aplicar diferentes distancias de siembra entre árboles y líneas, con algunos modelos basados en la prevalencia de la estación seca a lo largo del año. En México no se cuenta con estudios disponibles sobre densidades óptimas de siembra. Las densidades que se presentan a continuación son resultado de la experiencia de campo de ECOM SMS. (Tabla 2 y 3).²⁴
- j. En la etapa de establecimiento se puede promover un nivel de sombra temporal, con especies de crecimiento rápido. Este nivel de sombra permite mejorar el ambiente de crecimiento del café mientras los árboles de sombra definitivos se establecen

²⁰ Instituto del Café de Costa Rica, 2020.

²¹ Pulleman et al., 2023, p. 54.

²² Pulleman et al., 2023, p. 72.

²³ Pulleman et al., 2023, p. 69.

²⁴ Sustainable Management Services, 2024.



CONDICIÓN	DISTANCIA ENTRE LÍNEAS (M)	DISTANCIA ENTRE PLANTAS (M)	PLANTAS POR HECTÁREA
Brillo solar y pluviosidad adecuados	2	1.5	3,333
	2	1.25	4,000
Brillo solar limitado y pluviosidad alta	3	1	3,333
	2,5	1	4,000

Tabla 2. Algunas alternativas de distancia de siembra para renovaciones de café Arábico en México.

CONDICIÓN	DISTANCIA ENTRE LÍNEAS (M)	DISTANCIA ENTRE PLANTAS (M)	PLANTAS POR HECTÁREA
Brillo solar y pluviosidad adecuados	3	3	1,111
	4	3	833
Brillo solar limitado y pluviosidad alta	4	2.25	1,111
	4	2.5	1,000

Tabla 3. Algunas alternativas de distancia de siembra para renovaciones de café Robusta en México.



PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



PASOS	ADMINISTRADOR DE CLÚSTERES	AGRÓNOMOS AAA
<i>Promover la estrategia de adopción para el grupo de aceleración definido de Agricultores AAA.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Definir e implementar el plan de renovación /rehabilitación considerando la variedad, densidad, arreglos, poda. Ciclo y desempeño productivo. Cada finca define el plan de renovación con la ayuda del Agrónomo AAA. Los clústeres monitorean el progreso anual con respecto al área y el número de árboles renovados o rehabilitados.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Identificar alianzas y coordinar con los programas de renovación y rehabilitación del Gobierno, institutos cafetaleros o empresas privadas.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	

1.2 AGROFORESTERÍA



"Para contribuir a la diversidad del paisaje se sugiere mantener la cobertura agroforestal, incluyendo la diversidad de árboles en la finca en general (parcelas de café o alrededores), con al menos 8 especies (idealmente nativas), manejar la diversidad de especies como se describe en el Nivel Plata, y proporcionar dos estratos de niveles de árboles. Si la cobertura agroforestal no es adecuada según las condiciones ambientales locales, también se pueden plantar árboles alrededor de las infraestructuras, los linderos, etc. RA Scorecard – Nivel Oro."²⁵



RECOMENDACIONES



- Las fincas del clúster establecen un plan de manejo de sombra.
- La elección del diseño y densidad de sombra específica dependerá de un análisis agroclimático de la finca realizado con el apoyo del Agrónomo AAA. Densidades mayores sobrepasan el nivel recomendado de sombra, por lo que es necesario implementar un plan de manejo para optimizar el nivel de sombrío en la finca y así evitar efectos negativos en la productividad.
- En el área de influencia del clúster se han identificado más de 70 especies de árboles de sombra, las especies predominantes se referencian en la tabla 4.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NATIVA - NO NATIVA
Encinos	<i>Quercus spp.</i>	Nativa
Vainillo	<i>Vanilla planifolia</i>	Nativa
Ixpepe	<i>Trema micrantha</i>	Nativa
Xochicuauhtl	<i>Cordia alliodora</i>	Nativa
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Nativa
Guarumbo	<i>Cecropia peltata</i>	Nativa
Jonote	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Nativa
Aguate	<i>Persea americana</i>	Nativa
Ocozote/Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Nativa

²⁵ Rainforest Alliance, 2022 a.



Zopilote	<i>Oreomunnea mexicana</i>	Nativa
Chalahuites, Jinicuales	<i>Inga spp.</i>	Algunas especies nativas
Fresno	<i>Fraxinus spp.</i>	Algunas especies nativas
Naranja y Limón	<i>Citrus spp.</i>	No nativa
Grevilea	<i>Grevillea robusta</i>	No nativa

Tabla 4. Especies más comunes en arreglos agroforestales en los clústeres de Nespresso en México

- d. *Inga spp.* destaca entre el arbolado joven (menos de 5 años) como una especie ideal de sombra en cafetales debido a sus servicios ambientales, como la capacidad de producir biomasa, alojar diversidad de fauna, uso maderable, entre otros.²⁶
- e. Para promover la diversificación se han elegido nueve especies de árboles (sugerencia no limitativa). Según sus características se recomienda su ubicación (Tabla 5).

ZONA EN LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN	ESPECIE	ESTRATO DE SOMBRA
1. Linderos de la finca	Zopilote (<i>Oreomunnea mexicana</i>)	High
2. Orillas de caminos y cuerpos de agua	Ocozote/ liquidámbar (<i>Liquidambar styraciflua L.</i>)	High
2. Orillas de caminos y cuerpos de agua	Pomarrosa (<i>Syzygium jambos</i>)	Medium
3. Intercalado con el café	Vainillo/chalahuite (<i>Inga vera</i>)	Medium
3. Intercalado con el café	Frijolillo (<i>Cojoba arborea</i>)	High
3. Intercalado con el café	Naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	Medium
3. Intercalado con el café	Jinicuil (<i>Inga jinicuil</i>)	High
3. Intercalado con el café	Limón (<i>Citrus limon</i>)	Low

Tabla 5. Recomendación para la distribución de especies por zonas específicas en la finca.

A continuación se presenta una descripción de los diseños agroforestales propuestos para el contexto de los clústeres en México.

DISEÑO 1

El primer modelo corresponde a las zonas donde el productor prefiere mantener las plantaciones con mayor exposición solar. El nivel de sombra es inferior a 75 árboles/ha. En este diseño se concentran los árboles en los linderos y en las orillas de ríos y caminos. Al interior de las fincas se establecen 57 árboles por hectárea, y el resto se distribuyen en los linderos con una distancia de 7 m aproximadamente.

²⁶ Sánchez et al., 2017.



DISEÑO 2

El segundo diseño agroforestal es para plantaciones ya establecidas. Tiene una densidad de árboles de sombra de entre 75-127 árboles/ha. En este caso, la distribución de las especies propuestas para intercalarse directamente con el café es mayor que en el caso anterior.

En este diseño, los árboles de sombra se distribuyen principalmente al interior de la finca, por lo que el productor tiene mayor disponibilidad de aumentar el nivel de sombra al interior y en las orillas de los caminos y los cuerpos de agua.

DISEÑO 3

Corresponde a aquellas áreas en etapa de renovación. La distribución de especies recomendadas para colocar en linderos e intercaladas con el café se muestran en la Tabla 6.

ESPECIE	ESTADO DE SOMBRA	DISTRIBUCIÓN (%)	ÁRBOLES NECESARIOS POR HECTÁREA
Vainillo/chalahuite (<i>Inga vera</i>)	Media	25%	32
Frijolillo (<i>Cojoba arborea</i>)	Alta	25%	32
Limón (<i>Citrus limon</i>)	Baja	20%	25
Zopilote (<i>Oreomunnea mexicana</i>)	Alta	15%	19
Total		100%	127

Tabla 6. Diseño agroforestal para plantaciones nuevas o en renovación.²⁷

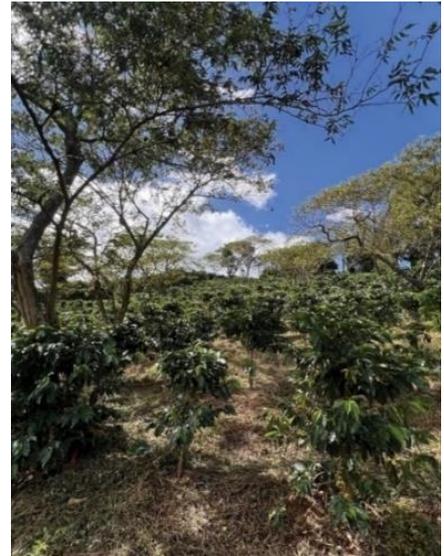
Fuente: ECOM – SMS, México. 2024

- f. En el clúster es común intercalar cultivos como plátano, palma camedor, limón y últimamente maíz (Proyecto Cultivando Mejores Vidas-CMV) para complementar ingresos. Además de practicarse el policultivo comercial café-plátano, recientemente se han establecido plantaciones forestales con la especie nativa de pino (*Pinus chiapensis*) en asociación con el cafetal.²⁸



²⁷ Sustainable Management Services, 2024.

²⁸ López & Díaz, 2020.



²⁹ Pulleman et al., 2023, p. 64.

³⁰ Rainforest Alliance, 2022 a.

³¹ Pulleman et al., 2023, p. 67.



PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



PASOS	ADMINISTRADOR DE CLÚSTERES	AGRÓNOMOS AAA
<i>Implementar el programa agroforestal según las condiciones de la finca.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<i>Integrar la agroforestería en el sistema de producción de café.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Definir con los productores las parcelas para la siembra de los árboles de acuerdo con la oferta climática, los suelos y los cultivos asociados.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Seleccionar con los productores el modelo agroforestal a implementar y definir con ellos el manejo que recibirán los árboles y al cultivo (conocimientos técnicos, insumos y mano de obra).</i>		<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Seleccionar las mejores especies arbóreas de acuerdo con el beneficio esperado, la adaptación local, la disponibilidad y la posibilidad de propagación local.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

1.3 ÁREAS DE CONSERVACIÓN



*“Si la cobertura agroforestal no es adecuada según las condiciones ambientales locales, también se pueden plantar árboles alrededor de la infraestructura, los linderos, etc., manteniendo un área equivalente al 15 % del área de la finca en vegetación natural” RA Scorecard- Nivel Oro.*³²

*“Vegetación natural: vegetación compuesta predominantemente por especies nativas o adaptadas localmente, que se asemeja en composición y estructura a la vegetación que se produce o se produciría en ausencia de interferencia humana. La vegetación natural puede manejarse (o, en el caso de restauración, establecerse) para incorporar un componente minoritario de especies exóticas si estas son beneficiosas para la regeneración del terreno, la adaptación del ecosistema a los climas actuales o futuros o la mejora de la biodiversidad. Si hay especies invasoras, la vegetación natural se gestiona para reducir su presencia.”*³³



RECOMENDACIONES



- a. Las áreas de vegetación natural en fincas AAA son: (i) plantaciones de árboles en los sistemas forestales, y (ii) zonas de amortiguamiento, como se describe más adelante en la sección 5.1 Uso y conservación del agua, de acuerdo con la descripción del área y la ubicación. (iii) Áreas de conservación dentro de la finca, (iv) Plantaciones en bordes, cercas vivas y barreras alrededor de viviendas e infraestructura, u otras disposiciones similares.³⁴
- b. Los Productores AAA pueden definir áreas de conservación y restauración que representen al menos el 15 % del área total de la finca. Esta opción aplica cuando no

³² Rainforest Alliance, 2022 a.

³³ Rainforest Alliance, 2022a.

³⁴ Rainforest Alliance, 2022 a.



es posible hacer arreglos agroforestales en sus cultivos de café.

- c. Las áreas de conservación pueden contribuir aún más a la conservación de la biodiversidad si se establecen como corredores o áreas de conexión con otras áreas de vegetación. Esta iniciativa se coordina con otros agricultores a nivel de paisaje.

PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



PASOS	ADMINISTRADOR DE CLÚSTERES	AGRÓNOMOS AAA
<i>Identificar la ubicación geográfica de las fincas en relación con las áreas de interés para la conservación, las zonas de amortiguamiento y los corredores biológicos.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Planificar las áreas de conservación en cada finca, especialmente cuando la implementación de modelos agroforestales no es factible.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Selecciona las especies más adecuadas para corredores biológicos en colaboración con los agricultores, promoviendo especies nativas que se alineen con los objetivos de conservación</i>		<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Mantener un inventario actualizado de las áreas de conservación en las fincas AAA.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>



2. SALUD DEL SUELO

2.1 ANÁLISIS DE LA SALUD DEL SUELO

La salud del suelo es un principio fundamental de la agricultura regenerativa. Se define como la capacidad continua del suelo para funcionar como un ecosistema vivo vital que sostiene plantas, animales y seres humanos. Sus funciones importantes incluyen: retener y ciclar nutrientes, secuestrar carbono, permitir la infiltración, facilitar el almacenamiento y la filtración de agua, suprimir plagas y enfermedades, y desintoxicar sustancias químicas nocivas. **La salud del suelo está vinculada a la salud de las plantas y viceversa.**

Cada suelo tiene una capacidad de funcionamiento. Cuanto más se entiende esta capacidad, menos se necesita de insumos externos. ¡Es un ciclo virtuoso!

La salud del suelo implica la integración de condiciones biológicas, físicas y químicas. Aunque los laboratorios aún están en las primeras etapas de proporcionar análisis integrados para medir la salud del suelo, es la única forma de informar la adopción de prácticas regenerativas para mejorar la calidad y estabilidad del suelo, más allá de la optimización de la fertilización.

Un análisis de la salud del suelo puede indicar si el suelo está en plena capacidad de funcionamiento, si se está degradando o si se está regenerando.



Figura 2. Los beneficios de la materia orgánica del suelo a través de su efecto en los procesos biológicos, químicos y físicos.

Fuente: Pulleman et al., 2023, p. 23.

RECOMMENDATIONS



- a. Los suelos saludables son esenciales para una producción agrícola de alta calidad y resiliente a gran escala.

Las prácticas agrícolas, como el uso de pesticidas y la aplicación de fertilizantes, desbalancean las condiciones biológicas del suelo, y las actividades mecanizadas compactan las condiciones físicas del suelo. Por su parte, prácticas como la siembra de árboles, la aplicación de materia orgánica, los cultivos de cobertura y la aplicación de biochar impactan positivamente las condiciones del suelo, lo que lleva a una mejor retención de agua, reducción de la erosión, retención de nutrientes, entre otros.

Mantener suelos saludables es una inversión en el capital natural y los activos de la finca. Son un desafío para cambiar nuestra perspectiva temporal en las decisiones de manejo. Estamos acostumbrados a planificar actividades basadas en el ciclo del cultivo del café, e incluso la fertilización a menudo se limita a los resultados esperados de un solo año o cosecha. Sin embargo, este horizonte a corto plazo es insuficiente para observar mejoras que requieren más tiempo y persistencia. La mejora y la salud del suelo deben considerarse a largo plazo, ya que muchos cambios no pueden evaluarse con resultados inmediatos.

Regenerar un suelo degradado lleva tiempo, y las prácticas regenerativas óptimas (lamentablemente) no darán resultados productivos de inmediato. Un nuevo enfoque de la fertilización debe centrarse en mejorar la capacidad funcional del suelo. Las orientaciones sobre análisis de la salud del suelo y las recomendaciones sobre prácticas seguirán evolucionando y estarán disponibles para la toma de decisiones informadas.

- b. La medición de la salud del suelo es un tema amplio, y actualmente se están desarrollando herramientas para definir indicadores que permitan una gestión efectiva a nivel local. Un punto de partida fundamental es realizar análisis de suelos para determinar los niveles de carbono y materia orgánica, ya que estos son elementos clave vinculados al concepto de salud del suelo.

2.2 CONSERVACIÓN DEL SUELO



“Además de la cobertura del suelo [...], las estructuras físicas, como terrazas, zanjas, barreras de erosión vegetal o barreras de piedra, pueden ayudar a controlar la erosión y la escorrentía. Los canales de drenaje y la siembra en surcos permiten que el agua se infiltre en el suelo durante eventos de alta lluvia. Las terrazas tienen la ventaja adicional de facilitar las operaciones agrícolas en laderas empinadas, pero requieren una mano de obra considerable y una inversión inicial.

Se deben priorizar las soluciones vegetativas sobre la construcción de estructuras físicas siempre que sea posible, ya que estas últimas generalmente implican una inversión considerable en mano de obra o maquinaria.”³⁵



“Para promover la salud del suelo es necesario el monitoreo de la cobertura y pérdida de suelo, aplicando prácticas básicas de conservación de acuerdo con la pendiente de la finca, y ajustando las prácticas de conservación según sea necesario» RA Scorecard-Nivel Oro.”³⁶

México ocupa el primer lugar en cafetales con sistemas establecidos bajo sombra permanente³⁷, lo que ha favorecido la conservación del suelo por las coberturas naturales durante más de 200 años. Los sistemas de producción de café en México se clasifican como rusticano; policultivo tradicional; policultivo comercial, con una menor diversidad de árboles e integrando especies introducidas; y especializado, caracterizado por sombra monoespecífica.³⁸ El conocimiento de estos sistemas de producción permite comprender mejor las características y cualidades de las coberturas de suelo de los cafetales (Figure 3).

³⁵ Pulleman et al. , 2023, p. 82

³⁶ Rainforest Alliance, 2022 a.

³⁷ Consejo Consultivo Nacional de Desarrollo Sustentable (CCNDS), 2004.

³⁸ Moguel y Toledo, 2024.



Figura 3. Sistemas de cultivo de café en México.

RECOMENDACIONES



- a. Identificar las áreas de la finca susceptibles o afectadas por la erosión.
- b. Seguir un programa de conservación del suelo y prevención de la erosión. Implementar prácticas de conservación de suelos con base en la identificación realizada y de acuerdo con la pendiente de la finca.
- c. Las ramas y hojas podadas del cafeto pueden servir de mantillo para cubrir la superficie del suelo.
- d. Los sistemas agroforestales son una estrategia eficaz para la conservación del suelo, ya que proporcionan un suministro constante de hojarasca y un dosel protector que reduce la tasa de descomposición de la materia orgánica. Esto los hace más eficientes para minimizar la erosión del suelo y la pérdida de humedad.³⁹
- e. Establecer los cafetos plantando en curvas de nivel transversal a la pendiente.⁴⁰

³⁹ Pulleman et al., 2023, p. 85.

⁴⁰ Instituto del Café de Costa Rica, 2021.

- f. Implementar barreras vegetales para reducir la velocidad del agua de escorrentía. Otras prácticas de conservación incluyen terrazas para plantar cafetos, zanjas en las laderas y canales de desvío de agua de escorrentía.⁴¹
- g. Siempre que sea posible, priorice la solución vegetal sobre la construcción de estructuras físicas, ya que estas últimas generalmente implican una inversión considerable de mano de obra o maquinaria.
- h. Identificar si es necesario hacer ajustes en las prácticas de conservación implementadas y adaptarlas en consecuencia. Continuar monitoreando la cobertura y la pérdida de suelo.

2.3 COBERTURA DEL SUELO



“Aunque los cultivos de cobertura pueden establecerse en plantaciones existentes, esto puede resultar difícil en plantaciones con altas densidades de siembra y niveles de sombra (por ejemplo, en sistemas agroforestales). Esta práctica es más adecuada en los primeros años después del establecimiento del cultivo o en fincas con mayores distancias entre surcos o sin sombra (como en fincas mecanizadas y en monocultivos de café). Durante los primeros años después del establecimiento del café, los pequeños agricultores pueden preferir los cultivos intercalados (por ejemplo, con banano, que también proporciona suficientes residuos de biomasa) y así fortalecer la seguridad alimentaria y de ingresos de los hogares.”⁴²

“Para promover la salud del suelo es importante «mantener al menos un 80 % de suelo cubierto con mantillo o cultivos de cobertura»

RA Scorecard- Nivel Oro.”⁴³

⁴¹ Instituto del Café de Costa Rica, 2021.

⁴² Pulleman et al., 2023, p. 85.

⁴³ Rainforest Alliance, 2022a.

RECOMMENDATIONS



- a. Evaluar la cobertura existente, incluyendo las malezas de bajo nivel de interferencia, es esencial como primer paso para establecer una cobertura del suelo. Esto ayudará a identificar las áreas donde sean necesarios y viables cultivos de cobertura adicionales para mejorar la protección del suelo.
- b. Identificar las áreas/parcelas más factibles para introducir cultivos de cobertura y seleccionar las especies.
- c. Identificar las fincas con coberturas vivas establecidas naturalmente.
- d. Identificar la capacidad de atención y de manejo correcto de coberturas vivas de los productores.
- e. ECOM ha evaluado las siguientes especies de cobertura viva en campo: *Vigna radiata*, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis*, *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha*, Rye Grass/Mega, Rye Grass/Tetillo, *Panicum maximum* (mombaza), *Panicum maximum* (massai), con información de manejo.⁴⁴ (Table 7).

ESPECIE	CARACTERÍSTICAS	RECOMENDACIONES DE MANEJO
<i>Crotalaria spectabilis</i>	<p>Cobertura anual. Tasa de crecimiento lenta. Fijación de 200-240 kg atmosférico N/año. Se recomienda podar antes de la floración para alargar la vida útil de la cobertura. Atrayente polinizador. Efecto nematicida. Incorpora materia orgánica. Mejora la estructura del suelo.</p>	<p>Plantación en líneas Se siembra a 3 cm de profundidad. Debe cubrirse con tierra.</p> <p>Propagación Máximo 6 kg de semillas/há. Riesgo de pérdida de densidad de plantación por ataques de hormigas y aves.</p>
<i>Vigna radiata</i>	<p>Cobertura anual. Fijación de nitrógeno. Atrayente polinizador. Excelente establecimiento. No compite con el cultivo. Permite acercarse a los cafetos sin afectarlos.</p>	<p>Plantación en líneas 2 semillas/sitio. Se siembra a 3 cm de profundidad. Distancia entre plantas de 15-20 cm. Debe cubrirse con tierra.</p> <p>Propagación Máximo 6 kg de semilla/ha. Riesgo de pérdida de densidad de plantación por ataques de hormigas y aves .</p>

⁴⁴Sustainable Management Services-ECOM, 2024.



**Lolium
multiflorum
(Rye Grass)**

Hierba anual.
Crecimiento medio.
No compite con el cultivo.
No produce estolones.
Baja demanda de mano de obra.
Puede presentar
tolerancia/resistencia a herbicidas.
No permite el desarrollo de otras
arvenses.

Plantación en líneas

Se siembra a 3 cm de profundidad.
Debe cubrirse con tierra.

Propagación

Máximo 6 kg de semillas/há.
Riesgo de pérdida de densidad de
plantación por ataques de hormigas y aves.

Tabla 7. Especies de coberturas vivas evaluadas por ECOM en el programa SMS.⁴⁵

- f. Introducir cultivos de cobertura durante la renovación ayuda a conservar la salud del suelo y reduce el uso de herbicidas en las áreas de renovación, especialmente si no existe un sistema agroforestal. Los cultivos de cobertura generalmente benefician la producción de café al mejorar la disponibilidad de agua y nutrientes. Sin embargo, pueden competir con las plantas de café por agua y nutrientes, provocando pérdidas de rendimiento. Por lo tanto, se recomienda limitarlos a espacios entre hileras. El área alrededor del dosel de la planta de café se puede cubrir con recortes de estos cultivos.⁴⁶
- g. Mantener el mantillo de las hojas de los árboles de sombra que quedan en el suelo (*mulching*).⁴⁷
- h. Considerar a la especie *Oplismenus burmannii*, la cual se desarrolla de manera natural en los cafetales de México.

⁴⁵ Sustainable Management Services-ECOM, 2024.

⁴⁶ Pulleman et al., 2023, p. 81.

⁴⁷ Farfán, 2014, pp. 146, 159.

2.4 MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES



“El manejo integrado de arvenses incluye el uso de como máximo un ingrediente activo herbicida de la lista de plaguicidas de mitigación de riesgos en el Anexo Capítulo 4 del Estándar de Rainforest Alliance.” RA Scorecard- Nivel Oro - Criterios obligatorios ⁴⁸



Arvense: Aquellas plantas acompañantes, espontáneas o adventicias, asociadas a los cultivos en los espacios modificados por actividades agrícolas.⁴⁹

RECOMENDACIONES



- a. a. El Manejo Integrado de Arvenses (MIA) es un enfoque diseñado para modificar la composición de las poblaciones de malezas en el sistema de producción, promoviendo las malezas beneficiosas y limitando el crecimiento de las agresivas. Este enfoque busca clasificar y gestionar las malezas según su nivel de interferencia con los cultivos, como se muestra en la Tabla 8, que categoriza las principales malezas que afectan los cultivos de café.^{50 51}
- b. Los cafetales libres de arvenses por periodos prolongados pueden tener problemas igual de serios que si se mantuvieran completamente enyerbados.⁵²
- c. Los cambios abruptos de la dinámica poblacional de las arvenses promueven la aparición de yerbas menos comunes con mayor dificultad para controlar.⁵³ A mayor manejo intensivo de arvenses, menor será la diversidad de estas plantas.⁵⁴
- d. Mantener en equilibrio en la diversidad y cantidad de arvenses en el cafetal promueve un ecosistema edáfico sano, disminuyendo la necesidad de manejo intensivo, reduciendo los costos de producción y promoviendo prácticas más sostenibles.

⁴⁸ Rainforest Alliance, 2022a.

⁴⁹ Chacón and Gliessman, 1982.

⁵⁰ Virginio et al., 2021 a.

⁵¹ Virginio et al., 2021 b.

⁵² García-Mayoral et al., 2024.

⁵³ García-Mayoral et al., 2024.

⁵⁴ García-Mayoral et al., 2024.



NIVEL DE INTERFERENCIA	ESPECIE DE ARVENSE		
Arveses Nobles: BUENA COBERTURA	<i>Arachis pintoii</i> <i>Borreria laevis</i> <i>Borreria sp.</i> <i>Commelina difusa</i> <i>Commelina elegans</i> <i>Commelina erect</i> <i>Commelina virginica</i> <i>Desmodium canum</i> <i>Desmodium sp.</i> <i>Dichondra repens</i>	<i>Drymaria cordata</i> <i>Drymaria villosa</i> <i>Euphorbia hirta</i> <i>Euphorbia prostrata</i> <i>Hydrocotyle bowlesioides</i> <i>Hydrocotyle mexicana</i> <i>Hydrocotyle umbellata</i> <i>Hyptis atrorubens</i> <i>Indigofera spicata</i> <i>Jaegeria hirta</i>	<i>Mucuna urens</i> <i>Oplismenus burmannii</i> <i>Oxalis acetosella</i> <i>Oxalis corniculata</i> <i>Oxalis latifolia</i> <i>Oxalis sp.</i> <i>Phyllanthus niruri</i> <i>Phyllanthus sp.</i> <i>Richardia scabra</i>
Medio: COBERTURA REGULAR	<i>Ageratum conyzoides</i> <i>Amaranthus hybridus</i> <i>Amaranthus viridis</i> <i>Arachis hypogaea Mexican</i> <i>Argemone</i> <i>Asclepias sp..</i>	<i>Bidens hairy</i> <i>Cajanus cajan</i> <i>Canavalia ensiformis</i> <i>Centrosema pubescens</i> <i>Chamaesyce hirta</i> <i>Chenopodium album</i>	<i>Conyza apurensis</i> <i>Conyza bonariensis</i> <i>Impatiens walleriana</i> <i>Indigofera suffruticosa</i> <i>Llum pinnatum</i>
ESPECIES COMPETIDORAS	<i>Amaranthus spinosus</i> <i>Blechum pyramidatum</i> <i>Borreria alata</i> <i>Eichornia crassipes</i> <i>Emilia fosbergii</i> <i>Equisetum arvense</i> <i>Euphorbia heterophylla</i> <i>Galinsoga ciliata</i>	<i>Galinsoga parviflora</i> <i>Glicina max</i> <i>Hyptis capitata</i> <i>Impatiens balsamina</i> <i>Ipomea batatas</i> <i>Ipomea nil</i> <i>Ipomea quamoclit</i> <i>Lantana camara</i>	<i>Ludwigia sp.</i> <i>Mikania micrantha</i> <i>Mimosa pudica</i> <i>Momordica charantia</i> <i>Plantago major</i> <i>Pseudelephantopus spicatus</i> <i>Rumex crispus</i>
ESPECIES MUY COMPETIDORAS	<i>Andropogon bicornis</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Cyperus rotundus</i> <i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Eleusine indica</i> <i>Phytolacca icosandra</i> <i>Polygonum nepalense</i> <i>Portulaca oleracea</i>	<i>Pteridium aquilinum</i> <i>Ricinus communis</i> <i>Rottboellia cochinchinensis</i> <i>Rumex obtusifolius</i>

Tabla 8. Especies de arvenses comunes en los cultivos de café y su nivel de interferencia.
Fuente: Adapted from Virginio et al., 2021 a.

- e. En las plantaciones de café recién plantadas, los primeros 12 a 18 meses después de la siembra son críticos para controlar las arvenses que compiten con el cultivo. El control de arvenses debe tener como objetivo mantener limpia la franja de fertilización y promover una cobertura adecuada para evitar la erosión del suelo.⁵⁵
- f. Identificar las arvenses más competidoras dentro de las parcelas de café.
- g. Seguir un plan de Manejo Integrado de Arvenses (MIA) que priorice el control mecánico y la aplicación localizada de herbicidas para gestionar de manera efectiva las poblaciones de malezas competidoras. Al emplear múltiples estrategias, el MIA ofrece un enfoque sostenible tanto económica como ambientalmente, reduciendo la dependencia de herbicidas, mejorando la productividad y promoviendo un ecosistema equilibrado dentro del sistema de producción de café.
- h. Definir y seguir un plan de reducción de aplicaciones de herbicidas con objetivos específicos a lo largo del tiempo. Se recomienda promover el uso del Eco-Weeder (selector de arvenses) para el control focalizado y la reducción de las dosis de herbicida.

⁵⁵ Instituto del Café de Costa Rica, 2020.



- i. Utilizar como máximo un ingrediente activo de la lista de plaguicidas de mitigación de riesgos y eliminar los herbicidas prohibidos según la Norma Rainforest Alliance (Anexo Capítulo 4: Agricultura Documento SA-S-SD-22).^{56 57} La Tabla 9 muestran lo categorías de los herbicidas disponibles en México. Solo se pueden utilizar los productos marcados como pertenecientes a la lista de mitigación de riesgos, y solo uno de ellos, según el Nivel Oro de Regenerative Coffee Scorecard de Rainforest Alliance.
- j. Eliminar el uso de herbicidas incluidos en la Política de Uso Excepcional del capítulo 4 del Anexo de Rainforest Alliance.

INGREDIENTE ACTIVO	NÚMERO CAS	CATEGORÍA RAINFOREST ALLIANCE
Saflufenacil	372137-35-4	Sin restricciones
Clethodim	99129-21-2	Sin restricciones
Aminopyralid	151114-71-9	Sin restricciones
Thifensulfuron-metil	79277-27-3	Sin restricciones
Metsulfuron metil	74223-64-6	Sin restricciones
2,4-D, 2-Etilhexil éster	1928-43-4	Mitigación de riesgo
Bromacilo	314-40-9	Mitigación de riesgo
Diurón	330-54-1	Mitigación de riesgo
Flumioxazina	103361-09-7	Mitigación de riesgo
Glifosato, sal de isopropilamina (1)	38641-94-0	Mitigación de riesgo
Ion Diquat	2764-72-9	Mitigación de riesgo
Metolaclo, (S)	87392-12-9	Mitigación de riesgo
Oxifluorfenó	42874-03-3	Mitigación de riesgo
Atrazina	1912-24-9	Prohibido
Dicloruro de paraquat	1910-42-5	Prohibido
Glufosinato de amonio	77182-82-2	Prohibido

Tabla 9. Herbicidas utilizados en el café en México. (Actualizado: 30-Abril-2024)

(1) No promovido por ECOM SMS México

⁵⁶ Rainforest Alliance, 2022 b.

⁵⁷ Rainforest Alliance, 2022 b.



PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



PASOS	ADMINISTRADOR DE CLÚSTERES	AGRÓNOMOS AAA
<i>Hacer un análisis de la salud del suelo y definir prácticas para su conservación y mejora, antes de centrarse en la nutrición del cultivo.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Promover con los productores acciones de protección y conservación del suelo, tales como manejo de taludes y escorrentías, terrazas, drenajes y barreras vivas.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Implementar acciones de conservación del suelo, como el manejo integrado de arvenses, la siembra de cobertura y los cultivos de cobertura.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Eliminar el uso de herbicidas prohibidos.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>



3. NUTRICIÓN DEL CULTIVO

3.1 ANÁLISIS DE SUELOS



“Los componentes clave del manejo integrado de nutrientes (MIN) incluyen: (i) abordar las restricciones que limitan la respuesta de los cultivos a la fertilización, como la acidez del suelo, el envejecimiento de las plantas de café y la densidad de sombra, (ii) el uso equilibrado y eficiente de fertilizantes basado en el concepto de las 4R (fuente correcta, dosis correcta, momento correcto y lugar correcto), y (iii) la gestión de los recursos orgánicos para mejorar la salud del suelo y estimular el ciclo biológico de los nutrientes. En línea con los principios de la agricultura circular, el MIN busca reciclar los nutrientes de los residuos y los flujos de desechos generados en la finca y sus alrededores. Las condiciones agroecológicas (como el tipo de suelo, la topografía y el clima), las prácticas de producción y la edad, así como el estado fenológico de las plantas de café, tienen un fuerte efecto en los requerimientos de nutrientes, lo cual debe tenerse en cuenta al hacer planes de fertilización.”⁵⁸



“Para promover la salud del suelo es necesario llevar a cabo una evaluación y análisis del suelo que incluya, si es relevante, las zonas propensas a la erosión y la pendiente, la estructura del suelo, la profundidad del suelo y los horizontes del suelo, la densificación de áreas de compactación, la humedad del suelo y el nivel de agua en el suelo, las condiciones de drenaje, la identificación de áreas con síntomas visuales de deficiencias de nutrientes y la materia orgánica del suelo. RA Scorecard- Nivel Oro.”⁵⁹

“Los análisis de suelo deben realizarse en el momento adecuado (al menos 3-4 meses después de la última fertilización) y repetirse regularmente (cada 2 o 3 años). El uso de protocolos de muestreo adecuados también es fundamental para garantizar que los resultados sean representativos de la parcela o finca específica. Las fincas grandes y heterogéneas requieren múltiples muestras”⁶⁰



⁵⁸ Pulleman et al., 2023. pp. 107-108

⁵⁹ Rainforest Alliance, 2022 a.

⁶⁰ Pulleman et al., 2023. p.113

RECOMENDACIONES



- El análisis del suelo debe entenderse como el análisis de su salud, proporciona información sobre sus condiciones físicas, químicas y biológicas. Evaluar la fertilidad del suelo requiere análisis químicos, físicos y biológicos.
- Se recomienda realizar una evaluación del suelo, al menos cada dos años, por medio de una muestra representativa del área cafetalera.
- Con base en la evaluación del suelo, se pueden identificar las medidas de manejo y las acciones relevantes para mantener las mejores condiciones de crecimiento y mejorar la productividad.
- Observar síntomas visuales de deficiencias nutricionales y análisis foliares⁶¹. El análisis químico del suelo es la principal herramienta de diagnóstico para evaluar su estado nutricional y tomar decisiones de manejo.⁶²
- Diseñar y seguir un plan de fertilización basado en los resultados de la evaluación del suelo, las medidas de manejo del suelo identificadas y las recomendaciones adicionales de los Agrónomos AAA.

PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



PASOS	ADMINISTRADOR DE CLÚSTERES	AGRÓNOMOS AAA
<i>Identificar la composición química, física y biológica del suelo con el análisis del suelo.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Identificar las limitaciones de la respuesta a la fertilización; considerar la corrección de la acidez del suelo, la edad del cultivo, el nivel de sombra, la compactación y la degradación del suelo.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Considerar soluciones basadas en mejorar los niveles de materia orgánica del suelo y la diversidad de microorganismos entre las alternativas para mitigar la acidez del suelo.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Proponer planes de fertilización considerando las condiciones agroecológicas del cultivo, las prácticas de manejo del cultivo y los resultados del análisis de suelos .</i>		<input checked="" type="checkbox"/>

⁶¹ Sadeghian y Gonzáles-Osorio, 2022, p. 135-136.

⁶² Pulleman et al., 2023, pp. 110.

3.2 FERTILIZACIÓN EFICIENTE Y BAJA EN CARBONO

El análisis de las emisiones equivalentes de CO₂ en fincas de México, hecho con la metodología de Cool Farm Tool, revela que el 53% de la huella de GEI a nivel de finca está relacionado con la producción y el uso de fertilizantes. Para reducir esta huella, los esfuerzos se centrarán en tres principios:

- (i) Un suelo saludable es un suelo fértil. Su mejora favorecerá todo el ecosistema, lo cual beneficiará la producción de café.
- (ii) La elección de la fuente de nitrógeno (nitrato, amonio o urea) es clave, ya que cada una tiene una reacción y un factor de emisión de GEI diferente.⁶³
- (iii) El nitrógeno es la principal fuente de emisión de GEI, por lo que su uso debe optimizarse en relación con la producción.



Figura 4. Contribución de la fertilización a la huella de GEI – México.
Fuente: Nespresso, ciclo 2023/2024

Existen varias fuentes de fertilizantes nitrogenados con diferentes porcentajes de aporte de nitrógeno. La Tabla 10 detalla algunos fertilizantes que aportan nitrógeno con sus diversas formas químicas.⁶⁴ ⁶⁵ En cuanto a las pérdidas de nitrógeno relacionadas con las fuentes de fertilizantes, las diferencias más significativas se relacionan con los procesos de volatilización y lixiviación. Las pérdidas de nitrógeno por volatilización son más significativas en la urea que en el nitrato de amonio; lo contrario ocurre con la lixiviación.⁶⁶ Es fundamental comprender las emisiones potenciales de dióxido de nitrógeno (NO₂), considerando su impacto en términos de CO₂ equivalente. Deben evitarse los fertilizantes a base de N-Ureico.

⁶³ YARA International, 2011.

⁶⁴ YARA, 2023, p. 4.

⁶⁵ Servicios de Manejo Sostenible, 2024.

⁶⁶ Sadeghian y Gonzáles-Osorio, 2022.



FUENTE DE NITRÓGENO	CONTENIDO DE NUTRIENTES (%)			
	N-Total	CO(NH ₂) ₂ N-Ureico	N-amonio NH ₄	N-Nitrato NO ₃
Urea	46	46		
Sulfato de amonio	21		21	
Nitrato de amonio	33,5		16,9	16,9
MAP (Monofosfato de amonio)	10-11		10-11	
DAP (Difosfato de amonio)	16-21		16-21	
M.F. SMS Producción	15		8.2	6.8
Yara Bela Nitromag	27		13,3	13,7
Yara Mila Star	21		13,5	7,5
Yara Mila Hydran	19		9.6	9.4
Yara Liva Nitabor	15,4		1,0	14,4

Tabla 10. Contenido de nutriente de fertilizantes de uso común y los producidos por YARA.

RECOMENDACIONES



- Seguendo el concepto de las 4R, se busca aplicar niveles eficientes de fertilizante sintético para la productividad. El concepto de las 4R se centra en optimizar la eficiencia y la eficacia del uso de fertilizantes mediante la aplicación de la fuente correcta de nutrientes en la proporción correcta, en el momento y lugar correctos.⁶⁷ La fuente de nutrientes se complementará con fertilización orgánica (ver sección 3.3)
- Utilizar fertilizantes de fórmula balanceada diseñados para cubrir los requerimientos nutricionales del café, con fuentes de nitrógeno a base de nitratos. Esta elección optimiza la fertilización al minimizar las pérdidas por volatilización del amoníaco y favorece la rápida absorción por parte de la planta. Para la etapa de producción, los fertilizantes SMS Producción y Yara Mila Hydran cumplen con estas características.
- Dosifique la fertilización considerando la densidad de plantas, el nivel de sombrero, el rendimiento esperado y el análisis de suelo.
- Una vez seleccionados los fertilizantes, será necesario definir las épocas de su aplicación. Para ello, se deben tener en cuenta aspectos, como la cantidad y la distribución de la lluvia, las épocas fenológicas del cultivo, la cantidad y el tipo de fertilizante⁶⁸. Utilice como guía el paquete regenerativo SMS-México.

⁶⁷ Pulleman et al., 2023, p. 114.

⁶⁸ Sadeghian S. 2022, p. 190.



- e. La elevada acidez del suelo (pH <5) es una limitación común que afecta la efectividad de los fertilizantes en todas las regiones cafeteras, reduce la disponibilidad de nutrientes esenciales como el fósforo, el calcio y el magnesio. Además, puede inducir la toxicidad por aluminio y manganeso, afectando negativamente el desarrollo de las raíces y la productividad del cultivo. El encalado suele ser efectivo para elevar el pH de los suelos ácidos y mitigar la toxicidad de aluminio y manganeso, aportando a su vez calcio y magnesio.⁶⁹ Se recomienda aplicarlo aproximadamente dos meses antes o después de fertilizar y ajustar las dosis según las etapas de renovación, después de la recepa y la cosecha, respectivamente.⁷⁰
- f. Complementar con la aplicación de microorganismos benéficos al suelo, también llamados biofertilizantes, como estrategia para estimular la producción vegetal. Los microorganismos benéficos, exceptuando las bacterias fijadoras de nitrógeno, no añaden nutrientes directamente al sistema; en cambio, mejoran la salud y el crecimiento de las plantas al aumentar la disponibilidad y la absorción de nutrientes ya presentes en el suelo.⁷¹ ECOM SMS ofrece algunas alternativas de estos biofertilizantes que han mostrado buenos resultados en la zona del clúster.

PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



PASOS	ADMINISTRADOR DE CLÚSTERES	AGRÓNOMOS AAA
<i>Recomendar fuentes de fertilización con la mejor eficiencia en el uso del nitrógeno y una planificación adecuada de la dosis, el momento y el lugar de aplicación.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Definir intervenciones para promover e incentivar la adopción del uso eficiente de fertilizantes nitrogenados, con base en las recomendaciones anteriores.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Colabora con los productores para implementar prácticas de fertilización organo-mineral, validando su efectividad a través de parcelas demostrativas en las fincas.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>

⁶⁹ Pulleman et al., 2023, p. 110-111.

⁷⁰ Sadeghian S. 2022, p. 79-80.

⁷¹ Pulleman et al., 2023, p. 119.

3.3 FERTILIZACIÓN ORGÁNICA



“La disponibilidad de residuos orgánicos determina en qué medida los insumos orgánicos pueden sustituir o complementar a los fertilizantes minerales. En general, las fincas cafetaleras no generan suficientes residuos orgánicos para satisfacer plenamente la demanda de nutrientes de las plantas. La sincronización de la disponibilidad de nutrientes con la demanda de los cultivos también puede plantear desafíos cuando se utilizan insumos orgánicos. Por lo tanto, el uso combinado de fertilizantes minerales y orgánicos es la opción recomendada. También se debe fomentar el establecimiento de capacidad local para producir insumos orgánicos de calidad a partir de flujos de desechos locales en fincas cafetaleras más grandes o en comunidades cafetaleras de pequeños agricultores.”⁷²



“Para promover la salud del suelo se recomienda aplicar abono orgánico, o materia orgánica compostada, en al menos el 75 % de la finca, cuando sea posible utilizando material orgánico procedente de la propia finca» RA Scorecard- Nivel Oro ⁷³

RECOMENDACIONES



- a. Incrementar la materia orgánica es crucial para mantener la salud del suelo. La materia orgánica del suelo impacta positivamente las propiedades y procesos químicos, físicos y biológicos. En los procesos químicos, influye en la retención y el ciclo de nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y la amortiguación de la acidez del suelo. En los procesos físicos, la materia orgánica mejora la estructura del suelo, regula su temperatura y mejora la retención y purificación del agua. También es la principal fuente de energía para la biota del suelo, afectando el ciclo de nutrientes, la eficiencia de los fertilizantes y la regulación de enfermedades en las plantas.⁷⁴
- b. El manejo de cultivos de cobertura y el mulching son fuentes importantes de biomasa y materia orgánica en el suelo.

⁷² Pulleman et al., 2023, p. 121.

⁷³ Rainforest Alliance, 2022a.

⁷⁴ Pulleman et al., 2023, p. 23.



- c. La pulpa de café descompuesta, al incorporarse al suelo, contribuye a mejorar su fertilidad al elevar el pH, reducir la toxicidad por aluminio y aumentar el contenido de la materia orgánica y nutrientes como potasio, calcio y magnesio. Aunque su uso puede igualar la producción obtenida con fertilizantes químicos, la alta demanda de pulpa (más de 20 toneladas por hectárea al año) limita su aplicación a gran escala en muchas fincas.⁷⁵
- d. Con la fertilización órgano-mineral es posible lograr producciones similares o mejores que al emplear fertilizantes de síntesis química al 100% de la recomendación según el análisis de suelos. En muchos casos será suficiente emplear el 75% de la dosis recomendada de abonos químicos y entre 1,500 y 1,700 kg ha año⁻¹ de pulpa descompuesta con 60 a 65% de humedad. Estas cantidades pueden obtenerse con una producción cercana a 2,875 kg ha-año⁻¹ de café pergamino seco.⁷⁶
- e. Considerando la información del párrafo y de las experiencias exitosas de productores del clúster AAA, se recomienda emplear pulpa de café compostada, ajustando las dosis según la etapa fenológica del cultivo, tal como se indica en la siguiente Tabla 11.

ESTADO DEL CULTIVO	RECOMENDACIÓN PARA SUSTITUIR APROXIMADAMENTE EL 25% DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA		RECOMENDACIÓN PARA ALCANZAR APROXIMADAMENTE EL 100% DE LOS REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CAFÉ	
	Arábica*	Robusta**	Arábica*	Robusta**
Renovación (Siembra)	Mezclar de 3 a 4 kg de pulpa compostada con la tierra para el llenado de los hoyos.	Mezclar de 3 a 4 kg de pulpa compostada con la tierra para el llenado de los hoyos.	-	-
Renovación (establecimiento)	Aplicar 0.15 kg/planta en la zona de goteo.	Aplicar 0.45 kg/planta en la zona de goteo.	Aplicar 2.25 kg/planta en la zona de goteo.	Aplicar 7.5 kg/planta en la zona de goteo.
Producción	Aplicar 0.5 kg/planta en la zona de goteo.	Aplicar 1.5 kg/planta en la zona de goteo.	Aplicar 7.5 kg/planta en la zona de goteo.	Aplicar 25 kg/planta en la zona de goteo.

* Considerando una densidad de 3.333 plantas/ha y una dosis de pulpa de 25 t/ha.

** Considerando una densidad de 1.000 plantas/ha y una dosis de pulpa de 25 t/ha.

Tabla 11. Recomendaciones para el uso de compost a base de pulpa de café.⁷⁷

⁷⁵ Salazar and Sadeghian, 2023.

⁷⁶ Salazar and Sadeghian, 2023.

⁷⁷ Sustainable Management Services, 2024.



- f. En México, el café se procesa en el beneficio húmedo de Ixhuatlán del Café, donde la pulpa de café se transforma en compost en condiciones aeróbicas. Este proceso centralizado controla la calidad del proceso de compostaje (aireación, humedad y temperatura). El compost debe tener un nivel de humedad final entre el 25-60 %. El compost estabilizado puede distribuirse de nuevo a los cafetaleros y aplicarse a los cultivos.⁷⁸
- g. En otras regiones de Latinoamérica, los agricultores aplican biol, elaborado a partir de miel de café, como complemento de la fertilización orgánica. El biol es el resultado de la fermentación aeróbica de diferentes materiales orgánicos y minerales, transformados por microorganismos. Además del componente mineral, los bioles pueden contener hormonas vegetales para estimular el crecimiento. Puede provocar la respuesta de la planta a los ataques de plagas y enfermedades, y pueden contribuir a unificar la maduración.⁷⁹
- h. AMSA (ECOM) desarrolla un proyecto para producir bioles a nivel industrial con calidad estandarizada y grado comercial, elaborados a base de miel de café, minerales y microorganismos benéficos. Este producto se recomienda como fuente de micronutrientes, promotor de la solubilización de nutrientes en el suelo y estimulante de la uniformidad de maduración. La recomendación para el uso de bioles a partir de la experiencia de campo de ECOM es la siguiente: aplicar 5 litros por hectárea vía foliar, en cualquier etapa fenológica, hasta un máximo de 4 veces al año. Para aplicaciones al suelo (drench), mezclar 5 litros de biol en 200 litros de agua y aplicar 0.1 litros por planta, preferentemente al inicio de la temporada de lluvias, con un máximo de 2 aplicaciones al año y un intervalo de 2 meses entre ellas.

⁷⁸ Hafner et al., 2018.

⁷⁹ COMSA, 2020.



PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



PASOS	ADMINISTRADOR DE CLÚSTERES	AGRÓNOMOS AAA
<i>Promover la aplicación del compostaje de acuerdo con la disponibilidad de materia orgánica en la finca; priorizar su uso y el de otras fuentes de materia orgánica disponibles en la finca. Integrar las fuentes orgánicas en el plan de fertilización del café.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Identificar la disponibilidad de otras fuentes de materia orgánica en productos comerciales dentro del contexto local.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Apoya a los agricultores en la adopción gradual de prácticas de fertilización orgánica, garantizando una productividad sostenida durante el proceso de transición.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



4. SALUD DEL CULTIVO

4.1 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)



“El manejo integrado de plagas requiere la reducción del uso de plaguicidas (2 o menos ingredientes de la lista de mitigación de riesgos) y la eliminación del uso de nematicidas químicos sintéticos en la finca.” RA Scorecard- Nivel Oro - Criterios obligatorios) ⁸⁰



Figura 5. Componentes clave de un enfoque de manejo integrado de plagas.
Fuente: Pulleman et al., 2023, p. 97.

RECOMENDACIONES



Para todos los problemas fitosanitarios:

- Seguir los principios de MIP y crear planes de MIP a nivel de clúster y finca.
- Reservar la aplicación de agroquímicos para casos específicos cuando se hayan agotado los métodos culturales y físicos, y se alcancen los niveles umbral de intervención para las plagas y enfermedades.

⁸⁰ Rainforest Alliance, 2022a.



- c. Utilizar agroquímicos con la menor toxicidad posible y la mayor selectividad.
- d. Aplicar agroquímicos solo en las áreas o plantas de café afectadas.
- e. Considerar el control químico como último recurso y mantener el uso al mínimo. Usar solo la dosis correcta y las aplicaciones precisas de plaguicidas selectivos (con 2 o menos ingredientes de la lista de mitigación de riesgos de Rainforest Alliance) siguiendo las instrucciones de uso, como se describe en la etiqueta y de acuerdo con el Capítulo 4 del Anexo Estándar de Rainforest Alliance.⁸¹

BROCA DEL CAFÉ

- f. El control cultural es el componente crucial del manejo integrado de la broca del café. Se basa en la manipulación del ambiente para hacerlo menos favorable a las poblaciones de insectos plaga. Algunas medidas de control cultural incluyen:
 - (i) Edad del cultivo y distancia de siembra para permitir una buena cosecha.
 - (ii) Renovar y rehabilitar oportunamente los cafetales y así evitar la propagación de la broca.
 - (iii) Manejo integrado de arvenses para promover la presencia de fauna beneficiosa y el control natural.
 - (iv) Buen control de la recolección de café durante la cosecha y al final de la temporada para reducir la población de broca en el cafetal.^{82 83}
 - (v) Noventa días después de la floración principal, implementar control etológico mediante trampas a base de atrayentes (mezcla de etanol y metanol 1:1). Se recomienda la trampa BROCAP, debido a su mayor eficiencia.
- g. Los insecticidas solo se aplican cuando la infestación en el campo supera el 4 %; el umbral económico es del 2 % de infestación. No se necesitan medidas de control por debajo de este nivel.⁸⁴ Teniendo en cuenta la dispersión de la broca en el lote, se deben identificar las áreas afectadas y realizar un control localizado.
- h. La relación simbiótica entre aves y abejas es crucial para la polinización del café, el impacto es significativo en su rendimiento. Los resultados de las investigaciones sugieren que la contribución combinada de las aves y las abejas a la polinización representa el 24,7 % del rendimiento total del café. Además, las aves y las abejas actúan como enemigos naturales de la broca del café en el campo.⁸⁵

ROYA DEL CAFÉ

- i. La principal recomendación es renovar las plantaciones con variedades o híbridos tolerantes.
- j. Se recomienda implementar las siguientes medidas para un adecuado control de la enfermedad:
 - (i) Establecer distancias de siembra apropiadas para la variedad y región cafetalera.
 - (ii) Podar las plantas agotadas o enfermas para estimular el crecimiento del tejido vegetal productivo y eliminar parte del inóculo y el tejido dañado por la roya.

⁸¹ Rainforest Alliance, 2022 b.

⁸² Benavides et al., 2013.

⁸³ Constantine, 2023.

⁸⁴ Instituto del Café de Costa Rica, 2021.

⁸⁵ Martínez-Salinas, et al., 2022.



- (iii) Manejo integral de arvenses para evitar la humedad excesiva.
- (iv) Regular los árboles de sombra, manteniendo alrededor del 40 % de sombra.
- (v) Realizar una buena fertilización en los momentos adecuados y siguiendo los resultados del análisis del suelo.
- (vi) El control químico de la roya del café debe basarse en el monitoreo constante de la enfermedad en el cafetal. Si la incidencia de roya en el cafetal es menor al 10 %, se deben utilizar fungicidas protectores (cúprico). Si el nivel de infección es superior al 10 %, se deben usar fungicidas sistémicos (curativos). Es importante realizar muestreos de roya en épocas oportunas del año para definir estrategias de acción. Los fungicidas biológicos podrían considerarse dentro del MIP (por ejemplo, Best Ultra/Roya Out).

OJO DE GALLO

- k. Las recomendaciones de manejo para el MIP de la roya también son efectivas para controlar el ojo de gallo. Estas incluyen: poda, manejo de la sombra, manejo de arvenses hospederas, nutrición adecuada, espaciamiento de las plantas y manejo de la humedad del suelo. En el caso del control químico, se pueden considerar aplicaciones de fungicidas de contacto como la mezcla de bordelés o el oxiclورو de cobre por sus buenos resultados en el control del patógeno.

ANTRACNOSIS

- l. Para el adecuado control de la antracnosis, se requiere establecer un manejo integrado de la enfermedad:
 - (i) Realizar la fertilización en el momento adecuado, de acuerdo con los resultados del análisis de suelo y la producción.
 - (ii) Utilizar sombra y barreras vivas para reducir altas temperaturas, luminosidad y viento.
 - (iii) Hacer un adecuado manejo de las malezas y evitar los suelos desnudos.
 - (iv) Podar plantas muy agotadas.
 - (v) Deshijar dos veces al año, dejando dos ejes por punto de siembra.
 - (vi) Utilizar fungicidas durante la etapa de la apertura floral, luego de la canícula (julio-agosto) y antes del mes más lluvioso (octubre).
 - (vii) Se recomienda utilizar *Bacillus subtilis* (Best Ultra F) como parte del control biológico.⁸⁶

NEMATODOS

- m. Hacer tratamientos de control en los sustratos de los semilleros con productos biológicos, especialmente con materia orgánica descompuesta. Es fundamental eliminar el uso de nematicidas químicos sintéticos en las fincas. ECOM recomienda el uso de Nemaxxion, compuesto por *Bacillus spp.*, *Trichoderma spp.*, *Paecilomyces spp.*, extracto de *Tagetes erecta* y acondicionadores orgánicos. La dosis recomendada es de 3 a 4 litros por hectárea, con tres aplicaciones al año.
- n. Ante la presencia confirmada de nematodos en finca, se recomienda la injertación usando como patrón la especie Robusta, esta práctica se ha utilizado exitosamente en la zona del clúster AAA desde hace más de veinte años.

⁸⁶ Instituto del Café de Costa Rica, 2020, p.60.



BARRENADOR DEL TALLO

Para disminuir el ataque del barrenador (*Hammuderus spp.*) antes (*Plagiohammus*) se sugieren los siguientes métodos de control:

- (i) Eliminar la maleza de la zona de goteo y limpiar el musgo de los tallos de los cafetos con el objetivo de que las larvas queden expuestas a sus enemigos naturales o eliminarlas mecánicamente.
- (ii) Realizar poda sanitaria en plantas improductivas.
- (iii) Recepar o renovar las plantas adultas que estén infestadas, según sea la condición.
- (iv) Aplicar hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, es efectivo hacerlo con jeringa en la galería del barrenador.
- (v) Inyectar una solución insecticida con ataque reciente del barrenador en la perforación por donde sale el aserrín y taponar inmediatamente el orificio. Este es el último recurso una vez que los métodos culturales, mecánicos y biológicos han sido ineficientes.⁸⁷

CÁNCER DEL TRONCO O LLAGA MACANA

p. El cáncer de tronco (*Ceratocystis fimbriata*) es una enfermedad común en la especie *Coffea canephora*. Una vez infectada, la planta suele morir. La principal vía de infección ocurre durante el manejo de los tejidos. Para prevenir esta enfermedad, es necesario implementar las siguientes medidas fitosanitarias:

- (i) Utilizar exclusivamente serruchos o tijeras de poda desinfectadas con hipoclorito al 3%.⁸⁸
- (ii) No emplear herramientas que hayan estado en contacto con el suelo; por ejemplo: machetes.
- (iii) Aplicar selladores o pastas en cortes realizados; por ejemplo: pasta bordelesa, Cura Bien® y pintura Vinimex®.

q. Las plantas enfermas deben eliminarse y quemarse inmediatamente. Se sugiere aplicar cal dentro de los hoyos donde se sembrarán plantas nuevas.

Estas prácticas, adoptadas por los Productores AAA durante más de veinte años, han reducido de manera significativa las pérdidas económicas causadas por esta enfermedad en los cafetales robustas.

r. Los ingredientes activos de los productos fitosanitarios están registrados en México y referenciados con la clasificación de la Norma Rainforest Alliance 2020 (Tabla 12). Se deben respetar las condiciones de seguridad en la aplicación, los tiempos de reingreso al lote y los períodos de seguridad antes de la cosecha.

⁸⁷ Constantino Chuaire, L. M., & Benavides Machado, P. (2015)

⁸⁸ Instituto del Café de Costa Rica, 2020, p.58



GRUPO	INGREDIENTE ACTIVO	NÚMERO CAS	CATEGORÍA RAINFOREST ALLIANCE
Fumigante	1,3-Dicloropropeno	542-75-6	Mitigación de riesgo
Fungicida	Azoxistrobina	131860-33-8	Mitigación de riesgo
Fungicida	Hidróxido de cobre	20427-59-2	Mitigación de riesgo
Fungicida	Oxicloruro de cobre	1332-40-7	Mitigación de riesgo
Fungicida	Piraclostrobina	175013-18-0	Mitigación de riesgo
Fungicida	Sulfato de cobre (anhidro)	7758-98-7	Mitigación de riesgo
Fungicida	Trifloxistrobina	141517-21-7	Mitigación de riesgo
Fungicida	Flutriafol	76674-21-0	Sin restricciones
Fungicida	Tebuconazole	107534-96-3	Sin restricciones
Fungicida	Epoxiconazol	133855-98-8	Prohibido
Insecticida	Ciantraniliprol	736994-63-1	Sin restricciones
Insecticida	Clorantraniliprol	500008-45-7	Sin restricciones
Insecticida, acaricida	Cihalotrina, lambda	91465-08-6	Mitigación de riesgo
Insecticida, acaricida	Cipermetrina, alfa	52315-07-8	Mitigación de riesgo
Insecticida, acaricida	Malatión	121-75-5	Mitigación de riesgo
Insecticida, acaricida	Imidacloprid	138261-41-3	Prohibido
Insecticida, acaricida	Tiametoxam	153719-23-4	Prohibido

Tabla 12. Ingredientes activos registrados en México. Estatus de uso de Rainforest Alliance (Actualizado Julio 30, 2024)



s. La Tabla 13 muestra algunos productos de biocontrol disponibles con registros para su uso en café en México (Tabla 12).

PRODUCTO DE CONTROL BIOLÓGICO	TIPO	INGREDIENTE ACTIVO	OBJETIVO DE LA PLAGA
Roya Out	Microbiano	Aceite de clavo <i>Bacillus subtilis</i> (1×108 ufc/ml)	Roya del café
Best Ultra F	Microbiano	<i>Bacillus</i> spp. (1×107 ufc/ml) <i>Azotobacter</i> spp. (1 × 105 ufc/ml) <i>Pseudomonas</i> spp. (1×105 ufc/ml)	Roya del café
Zinathron	Sustancia natural	Extracto de ajo Extracto de canela Sales de Potasio de ácidos grasos	Broca del café
Timorex® ACT	Sustancia natural	Extracto de árbol de té	Roya del café
Serenade ASO	Microbiano	<i>Bacillus amyloliquefacie</i> NS cepa QST 713	Roya del café

Tabla 13. Productos de biocontrol disponibles con registros para su uso en café en México.⁸⁹

PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



PASOS	ADMINISTRADOR DE CLÚSTERES	AGRÓNOMOS AAA
<i>Promover la implementación del Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Usar pesticidas teniendo en cuenta las listas de productos prohibidos y de uso restringido. Aplicar plaguicidas químicos solo como últimos recursos y en aplicaciones puntuales. Favorecer la aplicación de productos biológicos o de baja toxicidad, como los productos del Portal de Bioprotección CABI.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Eliminar el uso de los pesticidas prohibidos.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>

⁸⁹ Portal de Bioprotección CABI, 2024.



5. GESTIÓN DEL AGUA

5.1 USO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA



"Para conservar el agua es importante reducir el uso total de agua durante el procesamiento (por unidad de producto) y reducir significativamente el riego desde las fuentes de agua fuera de la finca." RA Scorecard- Nivel Oro ⁹⁰

"Es necesario garantizar que los ecosistemas acuáticos estén rodeados de zonas de amortiguamiento ribereñas de vegetación natural y sigan los parámetros de ancho del estándar de RA" RA Scorecard- Nivel Oro. ⁹¹



RECOMENDACIONES



- a. Se sugiere que los agricultores conserven las zonas de amortiguamiento ribereñas de vegetación natural adyacentes a los ecosistemas acuáticos. Estas zonas tienen los siguientes parámetros de anchura:
 - (i) 5 metros de ancho horizontal a lo largo de ambos lados de los cursos de agua entre 1 y 5 metros de ancho. En el caso de las fincas de menos de 2 ha, la anchura de la zona de amortiguación podrá reducirse a 2 metros a ambos lados.
 - (ii) 8 metros de ancho horizontal a ambos lados de los cursos de agua entre 5 y 10 metros de ancho, y alrededor de manantiales, humedales y otros cuerpos de agua.
 - (iii) 15 metros de ancho horizontal a ambos lados de ríos de más de 10 metros de ancho.⁹²
- b. En México, el café se procesa en un beneficio húmedo centralizado. La economía de escala del agua y la tecnología utilizada permiten alcanzar menos de 2 litros de agua/kilo de café pergamino seco.

⁹⁰ Rainforest Alliance, 2022 a.

⁹¹ Rainforest Alliance, 2022a.

⁹² Rainforest Alliance, 2022 a.

5.2 TRATAMIENTO DE AGUAS

La producción cafetalera está asociada con un consumo significativo de agua, tanto para uso doméstico como durante el procesamiento húmedo del café. Estas actividades pueden generar contaminación del agua si las aguas residuales no se gestionan adecuadamente. Por lo tanto, es esencial tratar el agua antes de descargarla en los ecosistemas acuáticos para mitigar los impactos ambientales y garantizar prácticas sostenibles.

RECOMENDACIONES

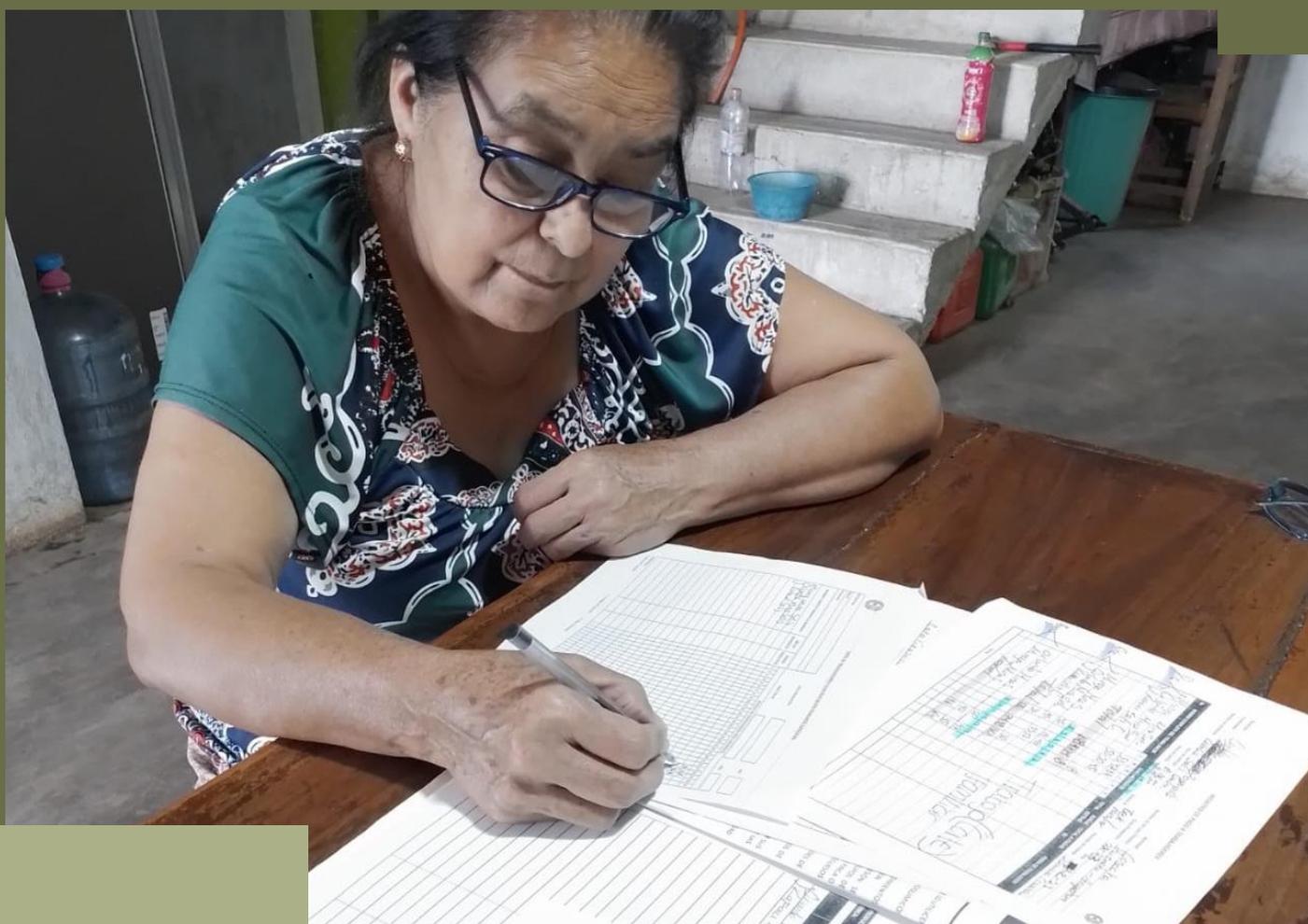


- a. Las aguas residuales domésticas deben tratarse en sistemas de fosas sépticas.
- b. En México, la legislación nacional NOM 001 SEMARNAT 2021 prohíbe la descarga de aguas residuales sin tratamiento previo en todos los recursos hídricos. Las plantas de procesamiento deben garantizar el tratamiento de las aguas residuales como condición para poder operar.

PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



PASOS	ADMINISTRADOR DE CLÚSTERES	AGRÓNOMOS AAA
<i>Definir con los productores acciones para el uso racional del agua, considerando el mantenimiento de las redes de distribución de agua y la reducción del consumo en el hogar.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Mantén el consumo de agua para el procesamiento del café por debajo de 10 L/kg de café pergamino seco, que es el umbral máximo de Nespresso, y si el consumo actual es menor, consévalo mientras se siguen buscando mayores eficiencias.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Promover e incentivar el procesamiento de la celulosa como abono orgánico.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Identificar y conservar en cada finca las zonas de amortiguamiento ribereñas siguiendo los criterios del Rainforest Alliance Regenerative Coffee Scorecard (Nivel Oro).</i>		<input checked="" type="checkbox"/>



6. FINANZAS DE LA FINCA

6.1 FINANZAS DE LA FINCA



“La agricultura regenerativa busca mejorar los medios de vida de los caficultores mediante el logro de estos objetivos:

- **Optimizar la productividad y los ingresos**
- **Fortalecer la seguridad alimentaria**
- **Garantizar buenas condiciones laborales, de salud y seguridad**
- **Diversificar la producción y las fuentes de ingresos.”**⁹³

“Asimismo, es importante monitorear los costos de producción y calcular los ingresos por la venta de café, crear planes de negocios o de manejo de fincas, y cuando corresponda, diversificar las fuentes de ingresos y ajustar las prácticas de administración según sea necesario.” RA Scorecard- Nivel Oro.⁹⁴



Los principales impulsores de los ingresos familiares son la producción anual de café, el precio de venta y otros ingresos familiares. Todas estas variables contribuyen al ingreso familiar. Sin embargo, al considerar el tamaño limitado de la tierra de los pequeños productores, los cambios en la productividad aumentan el riesgo de tener bajos ingresos familiares (ingresos netos) (Figura 6).

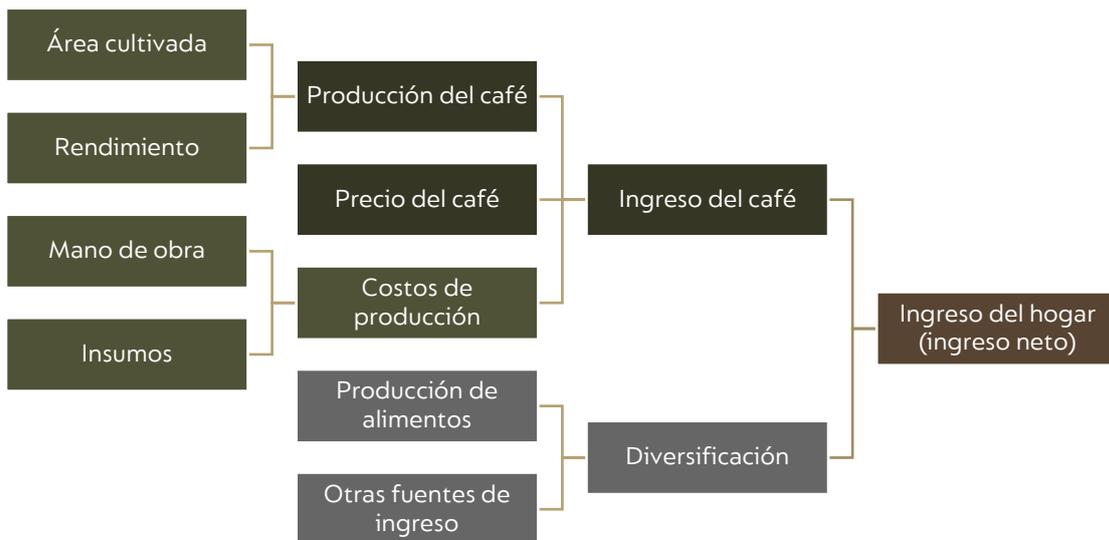


Figura 6. Impulsores de los ingresos del hogar.

⁹³ Pulleman et al., 2023, pp. 34-35

⁹⁴ Rainforest Alliance, 2022 a.

Desde la perspectiva de los productores, la adopción de la caficultura regenerativa es un juego de decisiones que considera:

- Riesgos de ingresos actuales
- Riesgos para sus futuros ingresos.
- Disponibilidad de recursos para inversión.
- Incertidumbre sobre los resultados esperados.
- Acceso al mercado.
- El momento de cambiar.
- Incentivos disponibles.
- Beneficios y ahorro de costos
- Efecto en la adaptación y resiliencia de las fincas.

Las acciones para implementar la caficultura regenerativa pueden contribuir a mejorar los ingresos familiares. No obstante, la adopción de la agricultura regenerativa es un proceso de transición que depende de la disponibilidad de mano de obra, insumos, capital y la capacidad de los agricultores para hacer frente a los riesgos.

Cada productor toma decisiones para su finca en un momento diferente. Por un lado, depende de las condiciones de uso de los insumos, la resiliencia de la finca y los servicios ecosistémicos. Por otro lado, depende del nivel de productividad e ingresos.

La Figura 7 muestra las posibles trayectorias de tres fincas cafeteras. La curva punteada en azul muestra la llamada «frontera productividad-sostenibilidad». El punto rojo representa una situación que los productores no pueden alcanzar, porque maximizar los rendimientos o las ganancias del café (que se muestra en el eje horizontal) no es consistente con maximizar los servicios ecosistémicos y la resiliencia (que se muestra en el eje vertical). Sin embargo, dependiendo del punto de partida, las explotaciones agrícolas pueden seguir teniendo margen de mejora para uno o ambos objetivos sin incurrir necesariamente en una compensación, hasta que lleguen a la frontera. Las condiciones de las fincas 1 y 2 se cambiarán para aumentar sus ingresos, a partir de un mejor uso de los recursos, en algunos casos optimizando los servicios ecosistémicos que reciben. En el caso de la finca 3, podría ganar en resiliencia y servicios ecosistémicos, pero en última instancia con una menor rentabilidad.⁹⁵

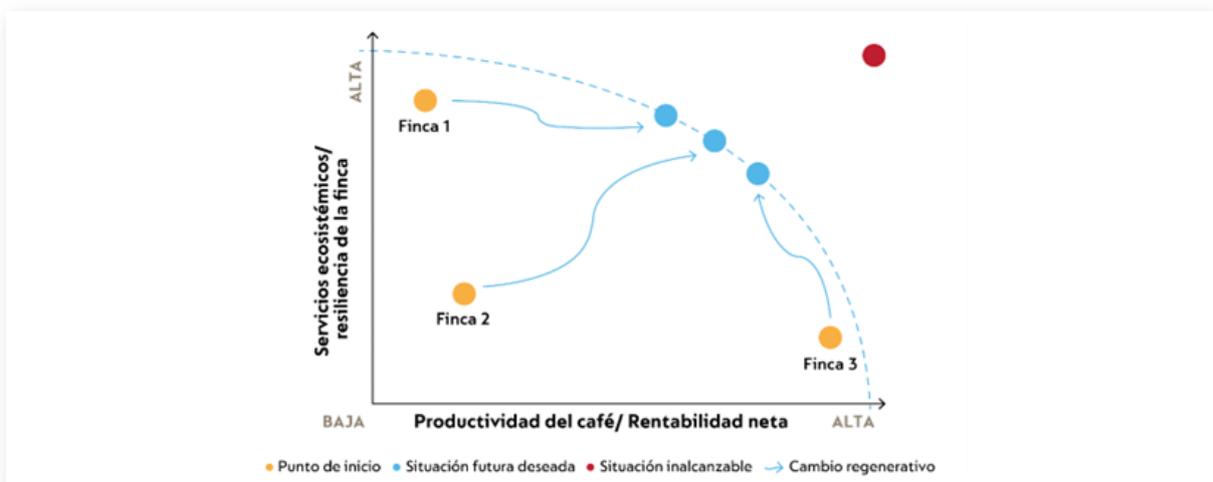


Figura 7. Posibles trayectorias para fincas cafetaleras que buscan mejorar el equilibrio entre dos objetivos: productividad y sostenibilidad. Fuente: Pulleman et al., 2023, p. 46.

⁹⁵ Pulleman et al., 2023.



La Tabla 14 muestra algunos impactos de la adopción de la guía agronómica sobre los ingresos, la resiliencia y los riesgos potenciales. Como se describe en la Figura 7, la misma tecnología puede producir resultados diferentes dependiendo de las condiciones iniciales del modelo de producción.

	INGRESOS MÁS ALTOS	EFECTO EN LA RESILIENCIA	RIESGOS E INCERTIDUMBRES PARA LOS AGRICULTORES
DISEÑO DE LA FINCA Renovación y rehabilitación	+++	+++	Menor productividad a corto plazo, etapa de elevación de la renovación.
DISEÑO DE LA FINCA Agroforestería	++	+++	El nivel de sombra en algunas fincas puede reducir la productividad. El diseño del arreglo agroforestal y el nivel de sombra son factores determinantes en este efecto. Existe poca experiencia en el manejo de sistemas agroforestales.
SALUD DEL SUELO Y MANEJO DE LA MATERIA ORGÁNICA	++ --	+++	Los costos de la práctica pueden ser considerables a corto plazo, especialmente si hay una sustitución de insumos por orgánicos y la demanda de mano de obra es mayor.
NUTRICIÓN DEL CULTIVO	+++	+	La demanda de capital a corto plazo es principalmente de insumos para la corrección de la acidez del suelo y mejores fuentes y dosis de fertilización.
SALUD DEL CULTIVO Y MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS	+++	++	El Manejo Integrado de Plagas (MIP) puede demandar más costos en comparación con el control de plagas convencional con pesticidas químicos. La adopción de un MIP requiere un plan de transición que proteja los niveles actuales de producción e ingresos. A mediano plazo, los resultados en calidad e ingresos pueden ser positivos si se dispone de alternativas viables y eficientes de control natural.
GESTIÓN DEL AGUA	+	+++	Es necesario invertir en tecnología para los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas .

Tabla 14. Impactos esperados de la adopción de la guía agronómica en la economía de las familias AAA.

RECOMENDACIONES



a.

PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



PASOS	ADMINISTRADOR DE CLÚSTERES	AGRÓNOMOS AAA
<i>Definir niveles de productividad esperados sostenibles y proponer planes de manejo de fincas.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Promover el mantenimiento de registros de la producción de café, los costos, las ventas y otros ingresos.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Promover e incentivar proyectos de diversificación de ingresos</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

A large, solid white rectangle positioned on the left side of the page, partially overlapping the text.

ANEXOS



ANEXO 1

CAFÉ REGENERATIVO GUÍA AGRONÓMICA

Calendario de las actividades en el cultivo del café en México

MÉXICO												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Floración del café			■	■	■							
Cosecha de café	■	■	■								■	■
1. DISEÑO DE LA FINCA												
Almácigos					■	■						
Podas-Rehabilitación				■	■							
Siembra de árboles de café en los lotes						■	■	■				
Siembra de árboles de sombra						■	■	■				
Poda de los árboles de sombra						■	■	■				
Intercalado de cultivos temporales (maíz, frijol)						■	■				■	■
2. SALUD DEL SUELO												
Análisis de salud del suelo				■	■							
Prácticas de prevención de la erosión							■	■	■			
Aplicación de la pulpa de café compostada							■	■				
3. NUTRICIÓN DEL CULTIVO												
Análisis de suelos				■	■							
Enmiendas y corrección de pH						■						
Fertilización en lotes en renovación		■				■				■		
Fertilización de lotes en etapa de producción		■				■				■		
Aplicación foliar		■		■			■				■	
Aplicaciones al suelo							■	■				
4. SALUD DEL CULTIVO												
Época crítica para monitorear el ataque de broca						■	■					
Control de broca				■				■	■			
Época crítica para monitorear la roya del café					■	■		■	■			
Control de la roya del café					■	■		■	■			
5. GESTIÓN DEL AGUA	■	■	■				■	■			■	■
6. FINANZAS DE LA FINCA												
Planeación y presupuesto				■	■							
Monitoreo de productividad, ingresos y gastos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente. Servicios de Manejo Sostenible (SMS) México.



ANEXO 2

UBICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SCORECARD DEL CAFÉ REGENERATIVO-RAINFOREST ALLIANCE

Estos criterios han sido revisados por Rainforest Alliance con base en las recomendaciones y argumentos de esta guía agronómica.

	NIVEL	CRITERIO DEL SCORECARD
SUELO	Oro	Las fincas promueven la salud del suelo al aplicar abono orgánico, o materia orgánica compostada, en al menos el 75 % de la explotación. En lo posible, se recomienda utilizar materia orgánica procedente de la propia finca.
LOCALIZACIÓN PARA MÉXICO		<p>Nespresso recomienda utilizar la totalidad de la pulpa de café disponible y, de ser posible, reemplazarla con materia orgánica según las recomendaciones del análisis de suelo. Sin embargo, no existe una aplicación mínima definida para un porcentaje de materia orgánica o área de la finca. Esta condición evoluciona mejorando primero los niveles de productividad.</p> <p>Los Productores AAA utilizan toda la materia orgánica disponible en la finca a través del compostaje de la pulpa de café. Priorizan su uso y lo combinan como parte de la recomendación de fertilización. La principal fuente de materia orgánica en las fincas cafeteras es la pulpa de café, ya que representa el 44 % del total del café cosechado.</p> <p>El manejo de los cultivos de cobertura y el <i>mulch</i> es una fuente importante de biomasa y materia orgánica en el suelo. Como fuente de materia orgánica y otros nutrientes, se puede implementar el manejo de abonos verdes con <i>Tephrosia</i> o <i>Crotalaria</i>. Además, estas especies y otras de características similares podrían utilizarse como sombra transitoria durante el establecimiento de la parcela.</p>



	NIVEL	CRITERIO DEL SCORECARD
RESILIENCIA DEL CULTIVO Las fincas implementan buenas prácticas agrícolas, incluyendo:	Oro	Resiembra o renovación, implementada para asegurar al menos el 50% de la parcela con árboles jóvenes o de mediana edad (≤ 8 años).
LOCALIZACIÓN PARA MÉXICO	<p>Como se ilustra en la Figura 1, existen definiciones locales para entender las diferentes intervenciones que permiten mantener jóvenes los árboles de café, promoviendo así una mejor productividad y calidad. En general, el término «renovación» se utiliza de manera amplia para referirse tanto a nuevas siembras como a distintos tipos de podas o manejo de tejidos.</p> <p>Todas estas intervenciones, ya sea el manejo del tejido o el reemplazo de árboles mediante nuevas siembras, son equivalentes a los conceptos replanting and renovation (resiembra o renovación) del Scorecard de Café Regenerativo de Rainforest Alliance.</p>	



REFERENCIAS

- Benavides, M. P., Gil, P. Z., Góngora, B. C. y Arcila, M. A. (2013). Manejo integrado de plagas. En Federación Nacional de Cafeteros. *Manual del Cafetero Colombiano. Tomo II* (pp. 179-214).
https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/Manual_Cafetero
- CABI BioProtection Portal. (2024). *Find bioprotection products for your crop*.
<https://bioprotectionportal.com/>.
- CHACÓN, J. C. Y S. R. GLIESSMAN (1982). USE OF THE "NON-WEED" CONCEPT IN TRADITIONAL TROPICAL AGROECOSYSTEMS OF SOUTH-EASTERN MEXICO. *AGRO-EECOSYSTEMS*, 8(1), 1-11. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/0304-3746\(82\)90010-5](https://doi.org/10.1016/0304-3746(82)90010-5)
- COMSA. (2020, enero 13). El Biol, nuestro mejor aliado. <https://www.comsa.hn/el-biol-nuestro-mejor-aliado/>.
- Consenjo Consultivo Nacional de Desarrollo Sustentable. (2004). *Café de calidad, medio ambiente y desarrollo sostenible*.
- Constantino Chuaire, L. M., & Benavides Machado, P. (2015). El barrenador del tallo y la raíz del café, *Plagiohammus colombiensis*. *Cenicafé*, 17-24
- Constantino, L. M. (2023, septiembre 18). Control cultural para el manejo de la broca del café (*Hypothenemus hampei*). *Cenicafé* [video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=DAiro-ThlBl>.
- Coto, J., & Rivera, M. (Octubre de 2005). Control de taltuzas (*Orthogeomys spp*) en cultivos de banano y plátano dentro de plantaciones de café. La Lima, Cortés, Honduras: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Obtenido de <https://www.fhia-hn.org/>
- Farfán, F. (2014). *Agroforestería y sistemas agroforestales con café*. Federación Nacional de Cafeteros, Centro Nacional de Investigaciones de Café.
https://www.cenicafe.org/es/publicaciones/Agroforester%C3%ADa_y_sistemas_agroforestales_con_caf%C3%A9.pdf.
- Farfán, F. (2016). *Sistemas Agroforestales para establecer en la finca*. *Avances Técnicos Cenicafé* 474, 1-8.
<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4214/1/AVT0474.pdf>.
- García-Mayoral, L. E., Granados-Argüello, R. I., López-Morgado, R., Gálvez-Marroquín, L. A., y Barbosa-Moreno, F. (2024). Flora arvense en regiones cafetaleras de la zona centro de Veracruz, México. *Polibotánica*, (57), 23-43.
<https://doi.org/10.18387/polibotanica.57.2>.
- Hafner, G., Reiser, M. y San Martín, M. (2018). Principios básicos del compostaje de pulpa de café. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
https://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/industrializacion/Manual_compostaje_pulpa.pdf.
- Instituto del Café de Costa Rica. (2020). *Guía técnica para el cultivo del café/ICAFFE*. (2ª ed.). ICAFE-CICAFFE. <https://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GUIA-TECNICA.pdf>.
- Instituto del Café de Costa Rica. (2021). *Guía de buenas prácticas agrícolas para el cultivo del café*. ICAFFE, Ministerio de Agricultura, Ganadería de Costa Rica, BID.



<http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GuiaBPAsICAfEbaja.pdf>.

- López, R., Padilla, G., García. (2013). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- López, R. y Díaz, G. (2020). Diagnóstico, productividad y ambiente en cafetales. Estudios regionales y de caso. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Martínez-Salinas, A., Chain-Guadarrama, A., Aristizabal, N., Vilchez-Mendoza, S., Cerda, R. y Ricketts, T. H. (2022). Interacting pest control and pollination services in coffee systems. PNAS, 19(15). <https://doi.org/10.1073/pnas.2119959119>.
- Moguel, P. y Toledo, V. M. (2001). Biodiversity Conservation in Traditional Coffee Systems of México. Conservation Biology, (13), 1-12. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.97153.x>.
- Pulleman, M., Rahn, E. y Valle, J. F. (2023). Regenerative agriculture for low-carbon and resilient coffee farms: A practical guidebook. Version 1.0. International Center for Tropical Agriculture. <https://hdl.handle.net/10568/131997>.
- Rainforest Alliance. (2022, a). Regenerative Coffee Scorecard. A Best Practices Guide. <https://www.rainforest-alliance.org/resource-item/regenerative-coffee-scorecard/>.
- Rainforest Alliance. (2022 b). Anexo al capítulo 4: Agricultura. Documento SA-S-SD-22. <https://www.rainforest-alliance.org/wp-content/uploads/2022/06/SA-S-SD-22-VIES-Anexo-al-Capi%CC%81tulo-4-Agricultura.pdf>.
- Rojas, M. y Ramírez, D. (2016, abril 22). Avance poda de esqueletamiento. [conferencia]. V Simposio Nacional de Caficultura, Costa Rica. <https://onx.la/aaec5>.
- Sadeghian S. (2022). Nutrición de café. Consideraciones para el manejo de la fertilidad del suelo. Cenicafé. <https://doi.org/10.38141/cenbook-0017>.
- Sadeghian, S. y González-Osorio, H. (2022). Fertilizantes nitrogenados. Implicaciones agronómicas para el cultivo del café en Colombia. Avances Técnicos Cenicafé, 544, 1-8. https://publicaciones.cenicafe.org/index.php/avances_tecnicos/article/view/269/329.
- Salazar, G. y Sadeghian K. (2023). Fertilización órgano-mineral en el cultivo del café. Consideraciones para su implementación. Avances Técnicos Cenicafé, 549, 1-8. <https://doi.org/10.38141/10779/0549>.
- Sánchez, S., Mendoza, M. A. y García, R. V. (2017). Diversificación de la sombra tradicional de cafetales en Veracruz mediante especies maderables. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 8(40). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322017000200007.
- Sustainable Management Services-ECOM. (2024). Recomendación SMS de Coberturas Vivas y Fertilización Regenerativa, México.
- Virginio, E., Andrade, R., y Sánchez, L. (2021 a). Manejo integral de hierbas en cafetales. Guía ilustrativa para la identificación. CATIE, Rainforest Alliance. <https://www.rainforest-alliance.org/wp-content/uploads/2022/02/guia-illustrativa-manejo-integral-hierbas-cafetales.pdf>.



- Virginio, E., Andrade, R. y Sánchez, L. (2021 b). Manejo integral de hierbas en cafetales. CATIE, Rainforest Alliance. <https://www.rainforest-alliance.org/wp-content/uploads/2022/02/manejo-integral-hierbas-cafetales-1.pdf>.
- World Coffee Research. (2021). Guía técnica de viveros: Producción de plántulas de café de alta calidad. Recuperado de <https://cdn2.assets-servd.host/worldcoffee-research/production/documents/Gui%CC%81a-2-Viveros.pdf>
- World Coffee Research. (2023). Coffee Varieties Catalog. A global catalogue of Arabica and Robusta coffee varieties from around the world. <https://varieties.worldcoffeeresearch.org/>.
- YARA International (2011). Nitrogen Cycle in the soil. Youtube video. <https://www.youtube.com/watch?v=Ekx84-T5GLk&t=5s>
- YARA El conocimiento crece. (2023). YarAvances Agronómicos Edición n.o 2. Nitrógeno, su realidad, reto y futuro - Parte I. https://www.yara.com.co/globalassets/edicion-no2-2023_-yaravances-agronomicos-agosto-2023_nitrogeno-comprimido.pdf.