



GUATEMALA

CAFÉ REGENERATIVO Y DE ALTA CALIDAD GUÍA AGRONÓMICA

VERSION 2
MARCH 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.

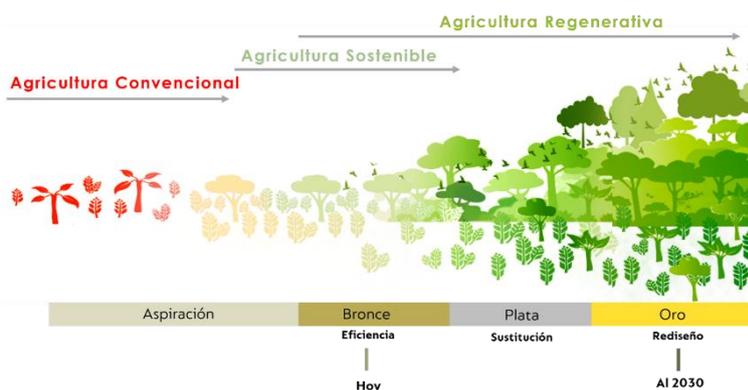
En este nuevo capítulo, Calidad Sostenible™ integrará más cafés de alta calidad con ecosistemas saludables, calidad de vida y comunidades prósperas.

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 vivos 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.



GUATEMALA

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 Nicaragua.

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 Guatemala. 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 Guatemala y está alineada con [el Scorecard de Café Regenerativo de Rainforest Alliance](#).



“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 medio ambiente 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. Los principios son:

- 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 CAPÍTULOS:

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 DISEÑO se basa principalmente en los criterios de la Rainforest Alliance Regenerative Coffee.
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

TABLA DE CONTENIDOS	5
1. DISEÑO DE LA FINCA	6
1.1 REHABILITACIÓN Y RENOVACIÓN	7
1.2 AGROFORESTERÍA	14
1.3 ÁREAS DE CONSERVACIÓN	18
2. SALUD DEL SUELO	20
2.1 ANÁLISIS DE SALUD DEL SUELO	21
2.2 CONSERVACIÓN DEL SUELO	23
2.3 CUBERTURA DEL SUELO	24
2.4 MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES	27
3. NUTRICIÓN DEL CULTIVO	30
3.1 ANÁLISIS DE SUELOS	31
3.2 FERTILIZACIÓN EFICIENTE Y BAJA EN CARBONO	33
3.3 FERTILIZATION ORGÁNICA	36
4. SALUD DEL CULTIVO	39
4.1 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)	40
5. AGUA	46
5.1 USO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA	47
5.2 TRATAMIENTO DE AGUAS	48
6. FINANZAS DE LA FINCA	50
6.1 FINANZAS DE LA FINCA	51
ANEXOS	56
ANEXO 1	57
ANEXO 2	58
REFERENCIAS	60



1.

DISEÑO DE LA FINCA

1.1 REHABILITACIÓN Y RENOVACIÓN



“La planificación de la renovación, y en cierta medida del manejo de tejidos (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.

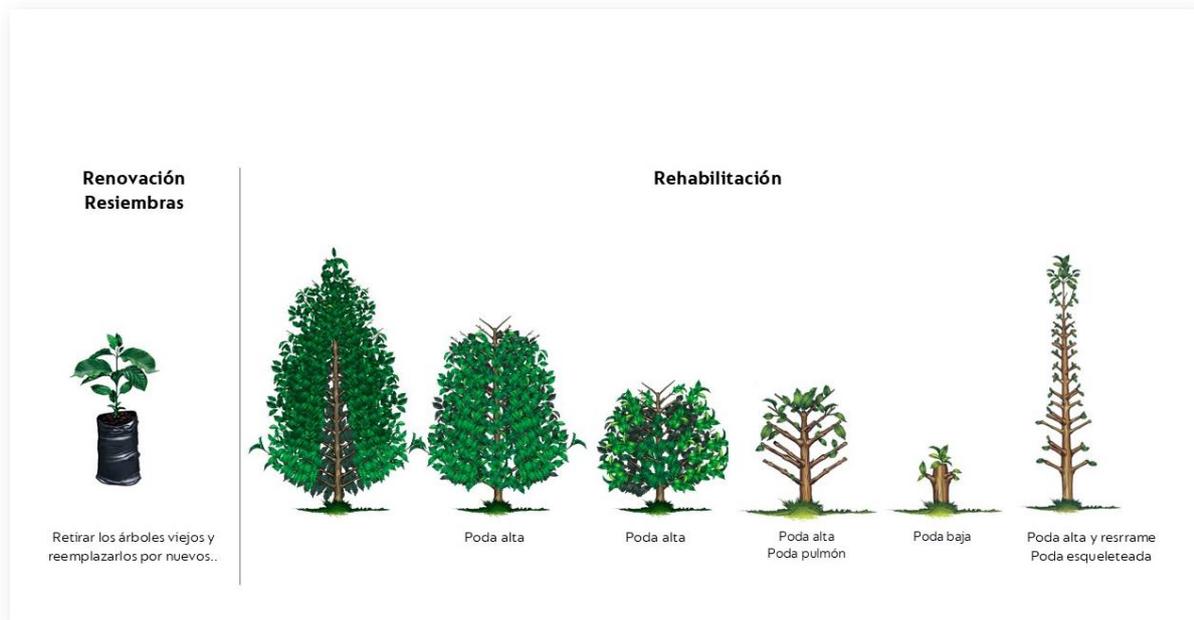


Figura 1. Condiciones de renovación y manejo de tejidos.

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

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

² Pulleman et al., 2023, p 50.

³ Pulleman et al., 2023, p. 48.



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:



"El Manejo de tejidos implica la poda y la recepa del cafetal, manteniendo el sistema radicular actual."⁴

"La poda frecuente mantiene la salud y productividad del cafetal» RA Scorecard Nivel Oro."⁵



⁴ Pulleman et al., 2023, p. 48.

⁵ Rainforest Alliance, 2022.

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 plantación.⁷
- d. La rehabilitación debe realizarse al finalizar la temporada de cosecha de café. Llevar a cabo esta práctica en el momento adecuado permite maximizar el tiempo de recuperación de las plantas, asegurando que el tejido esté listo para producir frutos nuevamente. En el caso de las recepas, estimula la emisión y desarrollo de los brotes para nuevas plantas. En descopes o despuntes, además de brotes, promueve el desarrollo de ramas secundarias y terciarias, mejorando la producción de frutos. Esta práctica se desarrolla generalmente entre marzo y abril, durante el verano, en la mayoría de las regiones productivas.⁸
- e. Manejar una plantación mediante un sistema de rehabilitación que permita generar la misma cantidad de tejido productivo todos los años. Un sistema de manejo que esté conformado por tres componentes: ciclo, tipo y diseño.⁹

⁶ Pulleman et al., 2023, p, article 51.

⁷ Rojas & Ramírez, 2016.

⁸ Anacafé, 2024. P. 19

⁹ Anacafé, 2024, p.19

RENOVATION:



*"La renovación implica arrancar árboles viejos y llenar los espacios con nuevas plantaciones para reemplazar la variedad actual de café. 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 con árboles jóvenes o de mediana edad (≤ 8 años)" RA Scorecard- Nivel Oro.¹¹

"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 el manejo de tejidos (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. El almacigo debe planificarse teniendo en cuenta la edad de trasplante de las plantas al campo. Se recomienda plantar en mayo o junio, 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, aluminio y las deficiencias nutricionales. Un mes antes de la

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.



siembra, se aplican 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 enfermedades ¹⁶.
- d. Entre las variedades de arábica más cultivadas a nivel nacional destacan: Caturra, Catuaí, Pache, Pache Colís, Bourbonn Mundo Novo, Pacamara y Típica. Estas variedades tradicionales han sido clave para alcanzar altos niveles de producción y calidad, contribuyendo al acceso a mercados especiales. ¹⁷
- e. En busca de superar los daños de la roya, además de los Catimores y Sarchimores, resistentes a esta enfermedad, se encuentran disponibles variedades a partir del cruce de otras ya mejoradas que cumplen este objetivo y que sobresalen otras características deseables como la obtención de buena calidad de taza para fortalecer su competitividad en mercados especiales, en algunos casos cierta tolerancia a la sequía y ataque de nemátodos al sistema radicular. Entre las más conocidas se encuentran: Icatú, Anacafé 14, Obatá, Tabí y Catucaí. ¹⁸ The varieties listed in the table meet the quality profile required by Nespresso. According to the renovation programs, the goal is to have at least 50% of the planted area with varieties tolerant to coffee leaf rust.

CULTIVAR	COMPORTAMIENTO CONTRA LA ROYA DEL CAFÉ	DESEMPEÑO FRENTE A NEMATODOS
Marsellesa	Resistente	Resistencia media
Anacafé 14	Resistente	Resistencia media
Catimor	Resistencia media	Susceptible
Caturra	Susceptible	Susceptible
Catuaí	Susceptible	Susceptible
Pache Común	Susceptible	Susceptible
Sarchimor	Resistencia media	Susceptible
Bourbón	Susceptible	Susceptible

Tabla 1. Variedades de café más cultivadas en Guatemala. ¹⁹

- f. 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. Dada la inversión requerida para un cambio de

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

¹⁶ World Coffee Research. 2021.

¹⁷ Velásquez, 2019, p. 4.

¹⁸ Velásquez, 2019, p. 4.

¹⁹ Velásquez. 2019.



variedades, el proceso de renovación debe hacerse gradualmente, a un ritmo del 10-15 % anual sobre el área total de café.

- g. Las camas de germinación deben establecerse a una altura de 20 cm, perpendiculares al nivel del terreno y con un buen drenaje para evitar encharcamientos. El sustrato es fundamental para el desarrollo sano y abundante del sistema radicular de las plantas. Un sustrato de calidad garantiza la absorción de nutrientes y reduce los costos de producción en el vivero.²⁰ Nespresso y los clústeres podrían fomentar la renovación a través de programas de almácigos centralizados que proporcionen materiales de siembra a los productores. Estos almácigos deben seguir las recomendaciones de manejo agronómico relativas a la salud y el manejo general de las plantas.
- h. La densidad/distanciamiento recomendado depende de criterios técnicos, como las condiciones climáticas, la fertilidad del suelo, la duración del ciclo de rejuvenecimiento y las prácticas agronómicas. La densidad de siembra debe superar los 5.000 árboles de café por hectárea. Esto tiene como objetivo optimizar el uso del espacio, mejorar la productividad y promover prácticas agrícolas más eficientes.²¹ Se pueden aplicar diferentes distancias de siembra entre plantas y surcos, con algunos modelos basados en la prevalencia de la estación seca a lo largo del año (Tabla 2).²²

RÉGIMEN DE LLUVIAS	DISTANCIA ENTRE LÍNEAS (M)	DISTANCIA ENTRE ÁRBOLES (M)
La estación seca ESTÁ FUERTEMENTE DEFINIDA	2,00	1,00
	2,20	0,90
	2,40	0,80
La estación seca NO ESTÁ DEFINIDA	2,00	1,00
	2,25	0,85
	2,50	0,80

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

Fuente. Instituto del Café de Costa Rica, 2020.

²⁰ González, 2022.

²¹ López Castillo, J. R. et. al. (2015

²² Instituto del Café de Costa Rica, 2020.



PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



PASOS	ADMINISTRADOR DE CLÚSTERES	AGRÓNOMOS AAA
<i>Promover la estrategia de implementación para el grupo 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, poda, ciclo, y desempeño en productividad. 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 plantas renovados o podados.</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.²³



RECOMENDACIONES



- a. Los proyectos agroforestales implementados por Nespresso y PUR promueven tres plantaciones: árboles plantados alrededor de parcelas de café, cultivos intercalados con sombra de café y plantaciones alrededor de parcelas de café o terrenos degradados o erosionados. Los árboles plantados en los proyectos agroforestales se rastrean mediante geolocalización.²⁴



Figura 2. Diferentes modelos agroforestales implementados en fincas AAA.
Fuente. Nespresso, Adatado de Proyecto PUR, 2021.

²³ Rainforest Alliance, 2022

²⁴ Nespresso, Proyecto PUR, 2021, p. 159.



- b. La elección de las especies se basa en evaluaciones in situ y en las necesidades de los agricultores. Los árboles se seleccionan en función de su idoneidad comprobada para las condiciones del sitio y los propósitos de los árboles en los sistemas agroforestales o forestales (producción de madera, sombra, mejora del suelo, etc.). La mayoría de las especies plantadas serán nativas (Tabla 3). Basado en la experiencia de implementación de proyectos agroforestales (PUR), las recomendaciones para el arreglo se proponen para cada finca y se acuerdan con los cafetaleros, teniendo en cuenta sus necesidades y expectativas. Los modelos pueden variar según la etapa de producción de café.
- c. La disposición espacial de los árboles (densidad y nivel de dosel) se tendrá en cuenta a medida que se seleccionen las especies.
- d. Tradicionalmente, la producción de café en Guatemala ha estado vinculada a un sistema agroforestal, principalmente con árboles de sombra como ingas, gravileas y especies nativas: árboles frutales y forestales. Actualmente, el cultivo de café es el sistema agroforestal más grande del país, abarcando 305.000 hectáreas en 204 de los 340 municipios del país. Se estima que el 98% del café guatemalteco se cultiva en sistemas agroforestales²⁵. La Tabla 3 muestra las especies arbóreas más utilizadas en los modelos agroforestales PUR en los clústeres de Guatemala.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	COMENTARIO
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Nativo
Guachipilín	<i>Diphysa americana (Mill.) M. Sousa</i>	Nativo
Palo de pito	<i>Erythrina sp.</i>	Nativo (algunas especies)
Guaba	<i>Inga insignis</i>	Nativo
Paterna	<i>Inga sp.</i>	Nativo (algunas especies)
Chalum	<i>Inga vera</i>	Nativo
Cuje	<i>Inga spuria</i>	Nativo
Aguacate	<i>Persea americana</i>	Nativo
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Nativo
Encino	<i>Quercus spp.</i>	Nativo (algunas especies)
Palo Blanco	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	Nativo
Gandul	<i>Cajanus cajan</i>	No nativo
Crotalaria	<i>Crotalaria anagyroides</i>	No nativo
Limón	<i>Citrus limon</i>	No nativo
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	No nativo
Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i>	No nativo
Gravilea	<i>Grevillea robusta</i>	No nativo
Cushin	<i>Inga edulis</i>	No nativo
Macadamia	<i>Macadamia spp.</i>	No nativo
Moringa	<i>Moringa oleifera</i>	No nativo
Durazno	<i>Prunus persica</i>	No nativo
Higüero	<i>Ricinus communis L.</i>	No nativo
Barbasco guineano	<i>Tephrosia vogelii</i>	No nativo

Tabla 3. Especies arbóreas para los proyectos agroforestales en Guatemala.

²⁵ Anacafé, 2021.



- e. Durante la renovación, implemente los modelos agroforestales de múltiples estratos basados en árboles nativos diversos (al menos 8 especies de árboles si las condiciones locales lo permiten). La selección de las especies arbóreas se basará en los siguientes criterios críticos: morfología y fisiología arbórea, requisitos de poda, complementariedad y compatibilidad de especies, capacidad para fijar nitrógeno y otros rasgos funcionales beneficiosos, multifuncionalidad y valor económico.²⁶
- f. El centro de investigación del CATIE es una fuente de conocimiento invaluable sobre los beneficios, el manejo técnico de los árboles, las respuestas de los cultivos de café a la sombra y el análisis económico de los sistemas agroforestales. Cuenta con información detallada de experimentos con más de veinte años de evaluación.

Las investigaciones del CATIE indican que los niveles óptimos de sombra en el caso de *Erythrina poeppigiana* son de alrededor del 45-54 % para obtener los mejores niveles de productividad del café.^{27 28}

- g. Los sistemas agroforestales de café bajo sombra pueden ser muy productivos y sostenibles. Al aplicar técnicas adecuadas, estos sistemas permiten consolidar o aumentar la productividad agrícola y forestal, evitando la degradación del suelo y la disminución de la productividad a largo plazo.
- h. La densidad de plantación de árboles de sombra de servicio, con un modelo de poda, como *Erythrina poeppigiana*, varía entre 100 y 160 árboles de sombra por hectárea. La cantidad depende de la luminosidad del sitio y de la densidad de siembra del cultivo de café.
- i. Los arreglos de plantación de árboles varían desde un mínimo de 6 m x 6 m hasta 15 m x 15 m, en cultivos intercalados. En el caso de arreglos en los bordes, se recomienda una distancia de entre 6 y 8 m para 100 a 125 árboles por kilómetro lineal.²⁹



“La poda de los árboles asociados garantiza condiciones óptimas de luz y microclima para el crecimiento, la floración y el desarrollo del grano del café. La regulación de la temperatura y la humedad en el sotobosque también es importante para controlar plagas y enfermedades. Lo ideal es planificar la poda según las condiciones climáticas y los calendarios de poda.”³⁰

“Garantizar que los ecosistemas acuáticos estén rodeados de zonas de amortiguación ribereñas de vegetación natural siguiendo los parámetros de anchura estándar de RA». RA Scorecard - Nivel Oro.”³¹

“El establecimiento de sistemas agroforestales requiere inversión y mano de obra, incluidas habilidades y herramientas específicas (por ejemplo, para podar árboles altos de dosel), y puede



²⁶ Pulleman et al., 2023.

²⁷ Muschler, 1999, p. article 39.

²⁸ Virginio, et al., 2015.

²⁹ Gómez, 2022.

³⁰ Pulleman et al., 2023, p. 64.

³¹ Rainforest Alliance, 2022 a.



PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



PASOS	ADMINISTRADOR DE CLÚSTERES	AGRÓNOMOS AAA
<i>Implementar el programa agroforestal en alianza con PUR.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<i>Integrar la agroforestería en el sistema de producción de café. Para fincas que no participan en el programa PUR o que optan por implementar su modelo de plantación de árboles.</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 se hará a los árboles y al cultivo (conocimientos técnicos, insumos y mano de obra).</i>		<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Seleccione las mejores especies de árboles 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.” (RA Scorecard, definición)³³



RECOMENDACIONES



- a. Las áreas de vegetación natural en fincas AAA son: (i) plantaciones de árboles en los sistemas agroforestales (descritos en la Figura 2), 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 es posible hacer arreglos agroforestales en sus cultivos de café.

³² Rainforest Alliance, 2022 a.

³³ Rainforest Alliance, 2022a.

³⁴ Rainforest Alliance, 2022 a.



- 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.
- d. Las plantaciones de café son un sistema agroforestal que provee bienes y servicios ecosistémicos, tales como fijación de carbono, regulación del ciclo hidrológico, conservación de las zonas de captación y regulación hidrológica, conservación de la biodiversidad, conectividad entre ecosistemas, paisaje, recreación, ecoturismo, café, frutas, madera para leña o construcción, entre otros.³⁵

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"/>

³⁵ Anacafé, n.d.



2. SALUD DEL SUELO

2.1 ANÁLISIS DE 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 3. 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.

RECOMENDACIONES



- 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. Los microorganismos benéficos contribuyen a la salud del suelo. Estos microorganismos fomentan la actividad biológica en el suelo, mejorando su estructura y aumentando la retención de nutrientes, lo que conduce a un crecimiento más vigoroso de las plantas de café. Además, ayudan a controlar patógenos que podrían dañar los cultivos, reduciendo la necesidad de pesticidas químicos. La incorporación estratégica de microorganismos benéficos en la caficultura no solo mejora la salud del suelo y la eficiencia de los nutrientes, sino que también fomenta una producción sostenible de café, reduciendo el impacto ambiental y mejorando la calidad del producto final. Estos microorganismos, por lo tanto, se convierten en aliados fundamentales para los productores de café comprometidos con la sostenibilidad y la excelencia en la producción.³⁶
- c. 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.

³⁶ Anacafé, 2024 b.

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.”³⁷



“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.”³⁸

RECOMMENDATIONS



- 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 cafetal 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 las plantaciones de café en curvas de nivel, transversal a la pendiente.⁴⁰

³⁷ Pulleman et al., 2023, p. 82

³⁸ Rainforest Alliance, 2022 a.

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, zanjas en las laderas y canales de desvío de agua de escorrentía.⁴¹
- g. Siempre que sea posible, priorizar 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.
- i. Las buenas prácticas agrícolas contemplan distintas técnicas para conservar las características físicas y químicas del suelo y mantener o mejorar su fertilidad.⁴²

2.3 CUBERTURA 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.”⁴³



“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.⁴⁴

Los cultivos de cobertura y abonos verdes proporcionan importantes beneficios, como los siguientes: (i) Fijación de nitrógeno con las leguminosas. (ii) Protección directa del suelo y mejoramiento de sus condiciones físicas (textura, estructura y porosidad). (iii) Protección del suelo al no recibir lluvia directa, lo que es un causante de los problemas de erosión. (iv) Solubilidad de muchas sustancias minerales. (v) Sombreado del suelo, con lo cual se

⁴¹ Instituto del Café de Costa Rica, 2021.

⁴² Peña, 2013.

⁴³ Pulleman et al., 2023, p. 85.

⁴⁴ Rainforest Alliance, 2022a.



disminuye la temperatura y favorece ciertos procesos biológicos, como el incremento de los organismos nativos que son benéficos al cultivo.

Las plantas arvenses que se utilizan como cobertura del suelo en el cultivo de café deben tener las siguientes características: rastreras y de buen amarre para que formen un colchón y resistan el pisoteo, de descomposición rápida, que eviten el crecimiento de malezas, que no compitan por nutrientes con el cultivo, que no causen alelopatía y que no sean hospederos de plagas y enfermedades.⁴⁵ Además, las plantas arvenses ideales deben contar con un sistema radicular superficial que no compita con las raíces del café, tener un hábito rastrero que facilite la cobertura uniforme del suelo, y no presentar características trepadoras que puedan invadir el cultivo. También deben ser resistentes a las condiciones de sombra propias del cafetal y tolerar cortes frecuentes a una altura de 10 cm, lo que permite su manejo adecuado sin competir con el cultivo.

RECOMENDACIONES



- 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.

Se sugieren las siguientes especies como cultivos vivos de cobertura: *Vigna radiata*, *Crotalaria spectabilis*, *Avena sativa*⁴⁶, *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha*, *Rye Grass/Mega*, *Panicum maximum/mombaza* y *Panicum maximum/massai*. 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/massai*, *Panicum maximum (massai)*, con información de manejo en Costa Rica, que se evaluarán y ajustarán al contexto de Guatemala.⁴⁷ (Tabla 4).

⁴⁵ Honduran Coffee Institute (IHCAFE), 2021.

⁴⁶ Instituto del Café de Costa Rica, 2020.

⁴⁷ Sustainable Management Services-ECOM, 2024.



ESPECIE	CARACTERÍSTICAS	RECOMENDACIONES DE MANEJO
Crotalaria spectabilis	<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/ha. Riesgo de pérdida de densidad de plantación por ataques de hormigas y aves.</p>
Vigna radiata	<p>Cobertura anual. Fijación de nitrógeno. Atrayente polinizador. Excelente establecimiento. No compite con el cultivo. Permite acercarse a los cafetos sin afectarlos.</p>	<p>Plantío 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 semillas/ha. Riesgo de pérdida de densidad de plantación por ataques de hormigas y aves.</p>
Lilium multiflorum (Rye Grass)	<p>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.</p>	<p>Plantación en líneas Se siembra a 3 cm de profundidad. Debe cubrirse con tierra.</p> <p>Propagación Máximo 6 kg de semillas/ha. Riesgo de pérdida de densidad de plantación por ataques de hormigas y aves.</p>

Tabla 4. Especies de coberturas vivas evaluadas por Anacafé.⁴⁸

- c. 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.⁴⁹
- d. Mantener el mantillo de las hojas de los árboles de sombra que quedan en el suelo (*mulching*).⁵⁰

⁴⁸ Corado, 2024

⁴⁹ Pulleman et al., 2023, p. 81.

⁵⁰ 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.⁵¹



RECOMENDACIONES



- a. El manejo integrado de arvenses (MIA) tiene como objetivo alterar la mezcla de arvenses en el sistema de producción, favoreciendo la presencia de arvenses beneficiosas y limitando el crecimiento de las agresivas. A continuación, en la Tabla 5 se presenta una clasificación de las principales arvenses según su nivel de interferencia con los cultivos de café.^{52 53}

NIVEL DE INTERFERENCIA	ESPECIE DE ARVENSE		
Arvenses 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 erecta</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</i> <i>Argemone mexicana</i> <i>Asclepias sp.</i>	<i>Bidens pilosa</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>Blechnum 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 púdica</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>

Table 5. Especies de arvenses comunes en los cultivos de café y su nivel de interferencia.
Fuente: Adapted from Virginio et al., 2021 a.

⁵¹ Rainforest Alliance, 2022a.

⁵² Virginio et al., 2021 a.

⁵³ Virginio et al., 2021 b.



- b. 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 en la intersección para evitar la erosión del suelo.⁵⁴
- c. Identificar las arvenses más competidoras dentro de las parcelas de café.
- d. 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.
- e. 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.
- f. 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)^{55 56}. La Tabla 6 muestran los herbicidas aprobados en Guatemala. 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.
- g. Eliminar el uso de herbicidas incluidos en la Política de Uso Excepcional del capítulo 4 del Anexo de la RA.

ACTIVE INGREDIENT	CAS Number	CATEGORY: RAINFOREST ALLIANCE
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	38641-94-0	Mitigación de riesgo
Ión Diquat	2764-72-9	Mitigación de riesgo
Metolaclo, (S)	87392-12-9	Mitigación de riesgo
Oxifluorfen	42874-03-3	Mitigación de riesgo
Sulfentrazone	122836-35-5	Mitigación de riesgo
Aminopyralid	150114-71-9	Sin restricciones
Clethodim	99129-21-2	Sin restricciones
Metsulfuron metil	74223-64-6	Sin restricciones
Saflufenacil	372137-35-4	Sin restricciones
Ametryn	834-12-8	Sin restricciones
Indaziflam	950782-86-2	Sin restricciones
Picloram	1918-02-1	Sin restricciones
Atrazina	1912-24-9	Prohibido
Dicloruro de paraquat	1910-42-5	Prohibido
Glufosinato de amonio	77182-82-2	Prohibido
Paraquat	4685-14-7	Prohibido

Tabla 6. Herbicidas utilizados en el café en Guatemala.

⁵⁴ Instituto del Café de Costa Rica, 2020.

⁵⁵ Rainforest Alliance, 2022 b.

⁵⁶ 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.”⁵⁷



“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.⁵⁸



“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.”⁵⁹

⁵⁷ Pulleman et al., 2023. pp. 107-108

⁵⁸ Rainforest Alliance, 2022 a.

⁵⁹ 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 fertilización del suelo requiere de 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 los síntomas de deficiencias nutricionales y análisis foliares⁶⁰. El I análisis químico del suelo es la principal herramienta de diagnóstico para evaluar el estado nutricional de los cultivos y tomar decisiones de manejo.⁶¹
- 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"/>

⁶⁰ Sadeghian y Gonzáles- Osorio, 2022, p. 135-136.

⁶¹ Pulleman et al., 2023, pp. 110.

3.2 FERTILIZACIÓN EFICIENTE Y BAJA EN CARBONO

El análisis de las emisiones equivalentes de CO₂ en las fincas AAA en Guatemala, hecho con la metodología de Cool Farm Tool, revela que el 48% 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 diferente⁶².
- 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 - Guatemala.
Fuente: Nespresso, 2023/2024 cycle.

Existen varias fuentes de fertilizantes nitrogenados con diferentes porcentajes de aporte de nitrógeno. La Tabla 7 detalla algunos fertilizantes con sus diversas formas químicas⁶³. Las pérdidas de nitrógeno relacionadas con las fuentes de fertilizantes se relacionan principalmente 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 lixiviación⁶⁴. 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.

⁶² YARA International, 2011.

⁶³ YARA, 2023, p. 4.

⁶⁴ 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 (Monofostato de amonio)	10-11		10-11	
DAP (Difostato de amonio)	16-21		16-21	
Nitrato de calcio	15,5		1,1	14,4
YaraBela NITROMAG	21		10,5	10,5
YaraVera Amidas	40	35	5	
YaraMila Hydran	19		10	9
YaraLiva Nitrabor	15,5		1,1	14,45
YaraMila Complex	12		7	5
Multifer Lila	17		8,5	8,5
YaraBela NITROMAG	27		13,3	13,7
YaraMila Nitrocomplex	21		13,5	7,5

Tabla 7. Contenido de nutrientes de fertilizantes de uso común y los producidos por YARA.

RECOMENDACIONES



- a. Siguiendo 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 correctos⁶⁵. La fuente de nutrientes se complementará con fertilización orgánica (ver sección 3.3).
- b. Al aplicar fertilizantes nitrogenados a los cultivos, es esencial tener en cuenta las pérdidas del nitrógeno utilizado. Las cantidades por aplicar también deben considerar la fijación inmediata en la materia orgánica del suelo, el complejo de intercambio catiónico del suelo y las pérdidas por desnitrificación, volatilización o lixiviación.

⁶⁵ Pulleman et al., 2023, p. 114.



- c. Utilizar fuentes de nitrógeno eficientes que estén fácilmente disponibles para la planta. La aplicación de nitratos (fertilizantes nitrogenados con menos del 50 % de NO₃-N) es más eficiente que otras fuentes de nitrógeno debido a las bajas pérdidas de volatilización del amoníaco y a una asimilación más rápida por parte de la planta.
- d. Durante la temporada de crecimiento, la dosis de nitrógeno debe ajustarse a la demanda real del cultivo de café. Basados en las necesidades de nitrógeno en las diferentes etapas del cafetal, la disponibilidad según análisis de suelos y apoyados en el diagnósticos de campo.
- e. Dividir las aplicaciones y utilizar herramientas de agricultura de precisión para ajustar la dosis de nitrógeno a los requerimientos del cultivo.
- f. Para corregir la acidez (pH del suelo) y el aluminio, se recomienda aplicar cualquiera de estas fuentes según la interpretación del análisis de suelos: carbonato de calcio, carbonato de magnesio, hidróxido de calcio, sulfato de calcio y yeso agrícola. Es importante que estas enmiendas sean de pureza y granulometría adecuadas. Se recomienda una separación de al menos 30 días entre la aplicación de la enmienda y la aplicación del fertilizante. Utilizar de 500 a 2000 kg por hectárea, dependiendo del resultado del análisis del suelo y de la calidad de la cal⁶⁶.

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"/>

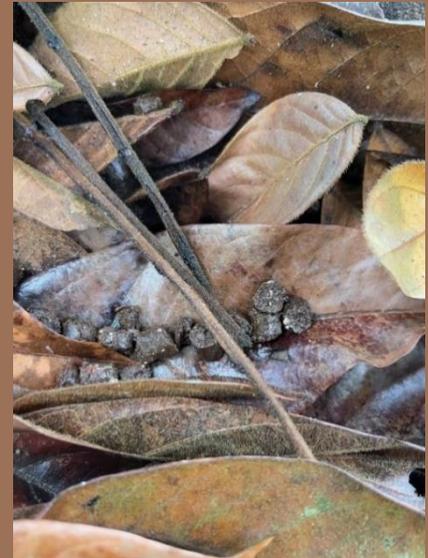
⁶⁶ Instituto del Café de Costa Rica, 2020.

3.3 FERTILIZATION 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.”⁶⁷

“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 Oro⁶⁸



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 plantas⁶⁹.
- b. El manejo de cultivos de cobertura y el *mulching* son fuentes importantes de biomasa y materia orgánica en el suelo. También son críticas para la efectividad de los fertilizantes sintéticos.

⁶⁷ Pulleman et al., 2023, p. 121.

⁶⁸ Rainforest Alliance, 2022a.

⁶⁹ Pulleman et al., 2023, p. 23.



- c. La fertilización química puede ser reemplazada parcial o totalmente por fertilización orgánica sin afectar la producción, siempre que se suministren las fuentes adecuadas y las cantidades requeridas. Además, los fertilizantes orgánicos pueden favorecer las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- d. Planificar la fertilización del cafetal combinando fertilizantes/materia orgánica con fertilizantes químicos. La tercera aplicación de fertilizante en el ciclo anual puede ser reemplazada por fuentes de fertilizantes orgánicos, disponibles para los cafetaleros de los clústeres. Además de la hojarasca de los árboles de sombra, la pulpa de café compostada es la principal fuente disponible para los caficultores como complemento en la fertilización orgánico-mineral.
- e. Aplicar la pulpa compostada cada año para restituir parte de los nutrientes que son exportados por las cosechas. Una buena práctica es utilizar la pulpa en el abonamiento de los hoyos para la siembra de plantas de café en una proporción de 0.45-0.90 kilos/hoyo, de preferencia mezclar la pulpa con la tierra. En planta en desarrollo se puede aplicar de 1,35-2,25 kilos por planta. En el café establecido aplicar de 2,25-4.5 kilos por planta, igual que el fertilizante, se aplica de forma circular si el terreno es plano, y en terrenos con pendiente en forma de medialuna arriba de la planta.⁷⁰
- f. La aireación es determinante para el éxito del compostaje de la pulpa, también se deben considerar los siguientes factores: mezcla, ubicación y tamaño del montículo o cama de compostaje y cuidados de la cama para el manejo de pH y humedad.⁷¹ El compost está listo para usarse cuando se observa que el material está totalmente descompuesto, oscuro, con aroma agradable a tierra fértil, pH entre 6,5-7,5 y que la temperatura ha descendido a menos de 35°C. Todo el proceso puede llevar desde unos 15 días hasta varios meses, como se mencionó anteriormente, la duración del proceso depende del manejo y calidad de los materiales.⁷²
- g. El compost puede aplicarse en el cafetal al inicio de la estación lluviosa, alrededor de 1-2 kg por planta en forma circular. También el compost se puede emplear en la mezcla para viveros en una relación de 1 parte de compost y 3 partes de suelo, o bien se puede cernir para eliminar piedras, colocar en sacos y comercializar el producto. Si se almacena debe estar protegido de la lluvia y el sol directo no más de 6 meses.⁷³

⁷⁰ Anacafé, 2023.

⁷¹ Anacafé, 2022.

⁷² Anacafé, 2022.

⁷³ Anacafé, 2022.



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.⁷⁴



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.

⁷⁴ Rainforest Alliance, 2022



- b. 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.
- 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 RA), siguiendo las instrucciones de uso, como se describe en la etiqueta y de acuerdo con el Capítulo 4 del Anexo Estándar de Rainforest Alliance.⁷⁵

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 podar 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.
- g. Al finalizar la cosecha, se debe realizar la pepena de frutos y una cosecha «sanitaria», cortando las cerezas que quedaron en la planta y recogiendo los frutos que quedaron en el suelo ⁷⁶.
- h. Se utilizan trampas para monitorear las poblaciones de broca y detectar el momento en que los adultos emergen de los granos de café, además de contribuir al control mediante la captura de insectos. Pueden elaborarse con botellas plásticas recicladas, usando como atrayente mezcla de etanol y metanol en partes iguales. Deben instalarse al finalizar la cosecha, a 1.20 metros de altura, con una densidad de 17 a 22 trampas por hectárea, y revisarse cada dos semanas ⁷⁷.
- i. El umbral de control químico para la broca del café se define de manera práctica, considerando los índices de infestación y la producción estimada. Según el Seminario MIB 2021 de Anacafé, los niveles recomendados son: un 5 % de infestación para producciones de hasta 20 qq café pergamino (920 kilogramos), un 4 % para producciones entre 21 y 30 qq (966-1380 kilogramos), y un 3 % para producciones entre 31 y 40 qq (1426-1840 kilogramos). Debajo de este nivel no se requieren medidas de control. Es esencial analizar la dispersión de la broca dentro del lote, identificar las áreas

⁷⁵ Rainforest Alliance, 2022 b.

⁷⁶ Campos, O. G., 2021.

⁷⁷ ANACAFE, 2017.



afectadas y realizar un control localizado para maximizar la eficacia y minimizar el impacto ambiental.⁷⁸ La relación simbiótica entre aves y abejas es crucial para la polinización del café. El impacto de estos polinizadores es significativo en el rendimiento del café. 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 campo⁷⁹.

ROYA DEL CAFÉ

- j. Un adecuado manejo de tejidos es el mejor medio para lograr que las plantas agotadas produzcan tejido nuevo y abundante. Consiste en reducir los factores que predisponen el cultivo a la enfermedad, esto se logra mediante la regulación de sombra, el control de malezas, el manejo del tejido productivo, la densidad de siembra y la fertilización.⁸⁰
- k. 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.
 - (iii) Manejo integral de arvenses para evitar la humedad excesiva.
 - (iv) Regular los árboles de sombra, manteniendo alrededor del 40 % de sombra. Hacer la poda o regulación de la sombra antes de la temporada de lluvias.
 - (v) Realizar una buena fertilización en los momentos adecuados y siguiendo los resultados del análisis del suelo.
 - (vi) El éxito de la aplicación del control químico depende de la época oportuna de las aspersiones, el muestreo para evaluar la eficiencia del programa, el número y frecuencia de aplicaciones por año, los fungicidas y las dosis técnicamente recomendados, la calibración del equipo de aspersión y la buena cobertura en el envés de la hoja, interpretada como calidad de la aplicación. De acuerdo con los índices de incidencia y severidad, se utilizan fungicidas de contacto y de acción sistémica.⁸¹

OJO DE GALLO

- l. 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, distanciamiento 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

- m. Controlar con fungicidas a base de cobre y hacer control biológico con *Bacillus subtilis*.

⁷⁸ Campos Almengor, O. G. (2021).

⁷⁹ Martínez-Salinas, et al., 2022.

⁸⁰ Campos, 2015.

⁸¹ Campos, 2015.



NEMATODOS

- n. Los géneros más importantes son *Meloidogyne* sp. y *Pratylenchus* sp., ya que dañan el sistema radicular de las plantas y favorecen el desarrollo de enfermedades en las raíces. Esta situación disminuye los rendimientos por área y acorta la vida productiva de las plantaciones de café.
- o. 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. En los semilleros y almácigos, se deben producir plantas de café libres de nematodos fitoparásitos. Aunque las plantas de café injertadas con Robusta presentan tolerancia a estos nematodos, no están completamente libres de ataques. Para un control efectivo, es fundamental obtener información sobre el comportamiento de las poblaciones de estos fitoparásitos, lo que permitirá desarrollar tecnologías de control adecuadas en cuanto a épocas y frecuencias, según las condiciones ambientales y del suelo de cada región. Las plantas de café injertadas en *Coffea canephora*, variedad Robusta o Robusta Nemaya, tienen tolerancia al ataque de nematodos fitoparásitos de los géneros *Pratylenchus* y *Meloidogyne*⁸².
- p. Los ingredientes activos de los productos fitosanitarios están registrados en Guatemala y referenciados con la clasificación de la Norma Rainforest Alliance 2020 y sus requisitos (Tabla 8). 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.

GRUPO	INGREDIENTE ACTIVO	NÚMERO CAS	CATEGORIA RAINFOREST ALLIANCE
Fungicida	Azoxistrobina	131860-33-8	Mitigación de riesgos
Fungicida	Hidróxido de cobre	20427-59-2	Mitigación de riesgos
Fungicida	Tiofanato-metil	23564-05-8	Mitigación de riesgos
Fungicida	Oxicloruro de cobre	1332-40-7	Mitigación de riesgos
Fungicida	Óxido de cobre (ous)	1317-39-1	Mitigación de riesgos
Fungicida	Sulfato de cobre (pentahidratado)	7758-99-8	Mitigación de riesgos
Fungicida	Piraclostrobina	175013-18-0	Mitigación de riesgos
Fungicida	Ciproconazol	94361-06-5	Prohibido
Fungicida	Epoxiconazol	133855-98-8	Prohibido
Fungicida	Sulfato dibásico de cobre	8011-63-0	Sin restricciones
Fungicida	Sulfato de cobre básico	1333-22-8	Sin restricciones
Fungicida	Tebuconazol +	107534-96-3	Sin restricciones
Fungicida	Trifloxistrobina	141517-21-7.	Sin restricciones
Fungicida	Sulfato de estreptomina +	3810-74-0	Sin restricciones
Fungicida	Clorhidrato de oxitetraciclina	2058-46-0	Sin restricciones

⁸² Anacafé, 201



Fungicida	Carbonato de calcio	471-34-1	Sin restricciones
Fungicida	Cobre	7440-50-8	Sin restricciones
Fungicida	Difenoconazol	119446-68-3	Sin restricciones
Fungicida	Propineb	12071-83-9	Sin restricciones
Fungicida	Flutriafol	76674-21-0	Sin Restricciones
Fungicida	Prochloraz	67747-09-5	Sin Restricciones
Insecticida	Carbarilo	63-25-2	Mitigación de riesgos
Insecticida	Cipermetrina, alfa	52315-07-8	Mitigación de riesgos
Insecticida	Cipermetrina, beta	65731-84-2	Mitigación de riesgos
Insecticida	Deltametrina	52918-63-5	Mitigación de riesgos
Insecticida	Diazinón	333-41-5	Mitigación de riesgos
Insecticida	Dimetoato	60-51-5	Mitigación de riesgos
Insecticida	Fluopyram	658066-35-4	Mitigación de riesgos
Insecticida	Malatión	121-75-5	Mitigación de riesgos
Insecticida	Acetamiprid	135410-20-7	Mitigación de riesgos

Tabla 8. Ingredientes activos registrados en Guatemala. Estatus de uso de Rainforest Alliance. (Actualizado: Julio 30 de 2024)



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 último recurso y en aplicaciones puntuales. Favorecer la aplicación de productos biológicos o de baja toxicidad.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Eliminar el uso de los pesticidas prohibidos .</i>		<input checked="" type="checkbox"/>



5. 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. ⁸³

"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. ⁸⁴



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 de 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 ancho⁸⁵.
- b. En Guatemala cada productor procesa su café. La optimización del agua y la tecnología utilizada permiten alcanzar en promedio menos de 4,35 litros de agua/kilo de café pergamino seco.⁸⁶

⁸³ Rainforest Alliance, 2022.

⁸⁴ Rainforest Alliance, 2022.

⁸⁵ Rainforest Alliance, 2022 a.

⁸⁶ Anacafé, 2006.



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



Las aguas residuales domésticas deben tratarse en sistemas de fosas sépticas.

- a. De acuerdo con la legislación nacional, Acuerdo Ministerial nro. 37-2021 Sistema de Entes Generadores de Aguas Residuales, Y el Acuerdo Gubernativo 236-2006 Gestión y disposición de aguas residuales y lodos, está prohibida 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 pulpa o miel 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."⁸⁷

"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.⁸⁸



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.

⁸⁷ Pulleman et al., 2023, pp. 34-35

⁸⁸ Rainforest Alliance, 2022.

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

- Riesgos de ingresos actuales y futuros.
- Disponibilidad de recursos para inversión.
- Incertidumbre sobre los resultados esperados.
- 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.⁸⁹

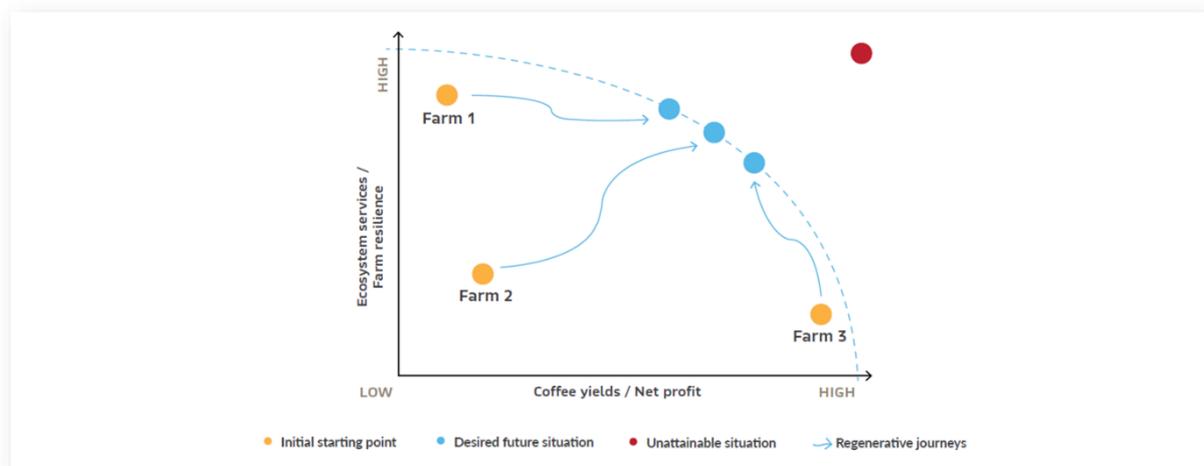


Figura 7. Posibles trayectorias para fincas cafetaleras que buscan mejorar el equilibrio entre dos objetivos productividad y sostenibilidad.

Fuente. Pulleman et al., 2023, p. 46.

⁸⁹ Pulleman et al., 2023.



En la Tabla 9, prevemos 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	EFFECTO 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.
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 9. Impactos esperados de la adopción de la guía agronómica en la economía de las familias AAA.



RECOMENDACIONES



- a. A partir de 2024, Nespresso implementará un plan de monitoreo de indicadores de desempeño técnico-económico de la producción de café en diferentes arquetipos de fincas. La información recopilada servirá como referencia para monitorear la eficiencia económica de la adopción del plan agronómico y como base para las proyecciones en los planes de manejo de las fincas.
- b. Utilizar información de referencia sobre economía de la producción para guiar a los productores de café en la toma de decisiones estratégicas y operativas para la gestión eficiente de sus negocios a través del plan de manejo de la finca.
- c. Planificar renovaciones y rehabilitaciones para estabilizar la producción y mitigar el riesgo de disminución del rendimiento.
- d. Reducir los costos de producción mediante la adopción de prácticas regenerativas, como la conservación del suelo, el manejo integrado de nutrientes y el control natural de arvenses y plagas.
- e. Los productores pueden comenzar la gestión básica registrando la información de la producción y los ingresos por las ventas de café.
- f. Diversificar las fuentes de ingresos a través de la agroforestería y los cultivos intercalados.
- g. Promover el ahorro de ingresos mediante el fomento de la producción de alimentos para el consumo familiar.



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"/>



ANEXOS



ANEXO 1

CAFÉ REGENERATIVO GUÍA AGRONÓMICA

Calendario de las actividades en el cultivo del café en Guatemala

Guía de Rentabilidad Sustentable - Departamento Transferencia de Tecnología Asociación Nacional del Café, Anacafé Calendario de labores agrícolas Guatemala Huehuetenango – San Marcos

GUATEMALA												
	Jan	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Floración del café					■	■						
Cosecha de café	■	■	■							■	■	■
1. DISEÑO DE LA FINCA												
Siembra-Renovación						■	■					
Almácigos						■	■					
Podas			■	■								
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: Adaptado de Anacafé, 2024.



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	<p>Las fincas promueven la salud del suelo al aplicar abono orgánico, o materia orgánica compostada, en al menos el 75 % de la explotación.</p> <p>En lo posible, se recomienda utilizar materia orgánica procedente de la propia finca.</p>
LOCALIZACIÓN PARA GUATEMALA		<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 evolucionaría 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.</p> <p>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 mulching es una fuente importante de biomasa y materia orgánica en el suelo.</p> <p>Como fuente de materia orgánica y otros nutrientes, se puede implementar el manejo de abonos verdes, como Tephrosia o Crotalaria. 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).
LOCALISATION FOR GUATEMALA	<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 de replanting and renovation (resiembra o renovación) del Scorecard de Café Regenerativo de Rainforest Alliance.</p>	



REFERENCIAS

- Asociación Nacional del café Guatemala. (1997). *Agroforestería en las Américas*, 4, 25-27.
- _____. (2006). Calidad de café. En *Guía técnica de caficultura* (págs. 181-188).
- _____. (2017, marzo). Elaboración de trampas para el manejo de la broca del café. <https://www.anacafe.org/uploads/file/822ebefad0e0410ebdaee42eddf2e45c/06-elaboracion-trampas-broca.pdf>
- _____. (2018). Estudio de la dinámica poblacional de nematodos fitoparásitos en la zona cafetalera de la Región I de Anacafé. *Boletín Técnico CEDICAFE*. <https://anacafe.org/Boletin-Tecnico-CEDICAFE-2018-08.pdf>
- _____. (2021). *Memoria de labores 2020-2021. Innovando, trascendiendo e impactando el café de Guatemala*. <https://www.anacafe.org/uploads/file/75f7f1d3e1434358bc075480749ce99e/Memoria-Anacafe-2021.pdf>.
- _____. (2022). *Guía para la implementación de biofábricas*. <https://www.anacafe.org/guia-biofabricas/>.
- _____. (2023). Calidad de los abonos orgánicos. *Boletín Técnico*, 1-6. <https://www.anacafe.org/uploads/file/9ad2b27d866646d79afa77391a37d7b0/Boletin-InterpretacionAbonosOrganicos-Marzo2024.pdf>.
- _____. (2024 a). *Guía de rentabilidad sustentable. Fase 1 – Recuperación financiera* (2ª ed.). Departamento Transferencia de Tecnología. <https://www.anacafe.org/uploads/file/81a9d8e4afa248758a35f078ca49dc29/Guia-Rentabilidad-Sustentable-2024.pdf>.
- _____. (2024 b). *Guía para la captura, reproducción y aplicación artesanal de microorganismos benéficos en la agricultura*. Unidad de Agroecología, Normas y Regulaciones del Departamento del Centro de Investigaciones en Café, Cedicafé. <https://www.anacafe.org/guia-microorganismos/>.
- _____. (s. f.). *Política de ambiente y cambio climático para el sector café de Guatemala*. <https://www.anacafe.org/ambiente/>.
- Campos, O. G. (2015). Manejo integrado de la roya anaranjada *Hemileia vastatrix* Berk et Br. *Boletín Técnico Cedicafé*. <https://www.anacafe.org/uploads/file/a0782d43ce214d408c7077394059f17f/17-situacion-roya.pdf>.
- _____. (2021). *Manejo integrado de plagas y enfermedades –MIFE– Plantas saludables, más resistentes y productivas* [ponencia]. Congreso virtual de la Caficultura, Asociación Nacional del Café, Fundación de la Caficultura para el Desarrollo Rural. https://www.anacafe.org/uploads/file/9ca51328e6734c6b8e0d88f604266591/09_Manejo_integrado_de_plagas.pdf.
- Campos Almengor, O. G. (2021). Seminario MIB 2021 [Presentación]. Anacafé. <https://www.anacafe.org/uploads/file/Obf09a793fd84d9fadddc842a6afdfc8/Seminario-MIB-2021.pdf>
- Corado, S. (2024). Buenas prácticas de conservación de suelo y agua. [clase de maestría]. Diplomado Internacional de Caficultura Innovadora. Formando profesionales en café, CATIE, Turrialba, Costa Rica. [Bienvenidos \(promecafe.net\)](https://www.promecafe.net/).



- Farfán, F. (2014). *Agroforestería y sistemas agroforestales con café*. Federación Nacional de Cafeteros, Centro Nacional de Investigaciones de Café. https://www.cenicafe.org/es/publications/Agroforester%C3%ADa_y_sistemas_agroforestales_con_caf%C3%A9.pdf.
- Gómez, O. (2022). *Manual para la siembra de árboles bajo sistemas agroforestales con café*. Instituto del Café de Costa Rica. [www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/Manual SAF 2022.pdf](http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/Manual_SAF_2022.pdf).
- González, E. (2022). *Guía técnica para la elaboración de viveros de café*. Asociación Nacional del Café. <https://www.anacafe.org/uploads/file/1dfff91b522447728bdcb386e646d47a/Guia-elaboracion-viveros.pdf>.
- Instituto del Café de Costa Rica. (2020). *Guía técnica para el cultivo del café/ICAFFE*. (2ª ed.). ICAFFE-CICAFFE. <https://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GUIA-TECNICA.pdf>.
- _____. (2021). *Guía de buenas prácticas agrícolas para el cultivo del café*. ICAFE, Ministerio de Agricultura, Ganadería de Costa Rica, BID. <http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GuiaBPAsICAFFEbaja.pdf>.
- Instituto Hondureño del Café (IHCAFFE). (2021). *Manual técnico para una caficultura sostenible*. Instituto Hondureño del Café (IHCAFFE). https://issuu.com/cesarmaradiaga2/docs/pdf_manual_t_cnico_para_una_caficultura_sostenible
- López Castillo, J. R. et. al. (2015). Densidades de siembra por área de producción en café. *El Cafetal*, (41), 8-10. <https://www.anacafe.org/uploads/file/97d4875bcd2643a28419e1d2e67f1693/El-Cafetal-08.pdf>
- 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), 7. <https://doi.org/10.1073/pnas.2119959119>.
- Nespresso y PUR Projet. (2021). *Árboles y vidas. 30 relatos de árboles plantados en fincas cafetaleras*. H. Julien y M. Jouret (Eds.). <https://bit.ly/arboles-y-vidas>.
- Muschler, R. (1999). *Árboles en cafetales. Módulo de Enseñanza Agroforestal n.º 5*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/453>.
- Peña, E. H. (2013). Conservación de suelo como estrategia de producción. *El cafetal. La revista del caficultor*, (36), 14-15. <https://www.anacafe.org/uploads/file/7bb2909c788c4bff8bc2ab262a652f75/El-Cafetal-13.pdf>.
- 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/>.
- _____. (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-V1ES-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. 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.
- Sustainable Management Services-ECOM. (2024). *Recomendación SMS de Coberturas Vivas y Fertilización Regenerativa*. Costa Rica.
- Velásquez, R. A. (2019). *Guía de variedades de café Guatemala* (2ª ed.). Asociación Nacional del Café. <https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%ADa-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>.
- Virginio, E., Casanoves, F., Hagggar, J., Staver, C., Soto, G., Avelino, J., Tapia, A., Merlo, M., Salgado, J., Noponen, M., Perdomo, Y. y Vásquez, A. (2015). La productividad útil, la materia orgánica y el suelo en los primeros 10 años de edad en sistemas de producción de café a pleno sol y bajo varios tipos de sombra y niveles de insumos orgánicos y convencionales en Costa Rica. En F. Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola y B. Eibl (eds), *Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales* (p. 461). CIPAV, CATIE. https://publications.cirad.fr/une_notice.php?dk=575471.
- 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/Gu%C3%ADa-2-Viveros.pdf>
- 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-no-2-2023-yaravances-agronomicos-agosto-2023_nitrogeno-comprimido.pdf.