



NICARAGUA

CAFÉ REGENERATIVO Y DE ALTA CALIDAD GUÍA AGRONÓMICA

VERSIÓN 3
MARZO 2025



Preámbulo

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

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

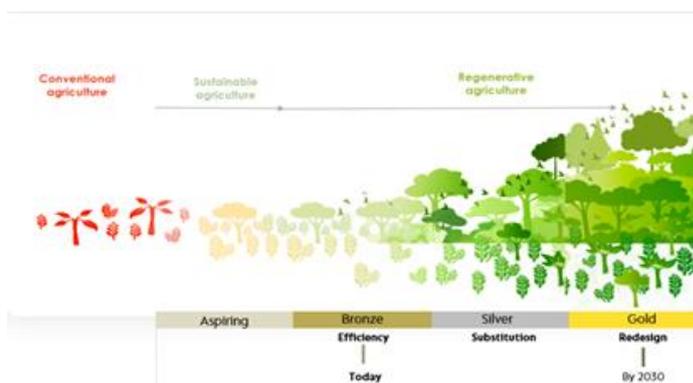
En este nuevo capítulo, Calidad Sostenible™ integrará más cafés de alta calidad con ecosistemas saludables, calidad de vida y comunidades prósperas.

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

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

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

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



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



NICARAGUA

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 y NicaFrance en Nicaragua. 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 Nicaragua y está alineada con el [Rainforest Alliance Regenerative Coffee Scorecard](#).



La agricultura regenerativa es un enfoque productivo que enfatiza en la protección y restauración de los recursos naturales (principalmente el suelo, pero también el agua y la biodiversidad) para suministrar múltiples beneficios a los agricultores, el medioambiente y la sociedad. Al fortalecer la salud del suelo y los servicios ecosistémicos, la agricultura regenerativa ayuda a que los agroecosistemas sean más productivos y resilientes, al tiempo que mejora los medios de vida de los agricultores. El enfoque hacia la agricultura regenerativa ofrece, además, oportunidades importantes para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). (Pulleman et al., 2023, p. 16)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 DESEMPEÑO DE BASA** principalmente en los criterios del Rainforest Alliance regenerative Coffee Scorecard.

02



RECOMENDACIONES DE IMPLEMENTACIÓN que los agrónomos AAA entregan a los productores AAA.

03



ACCIONES que se planifican a nivel de clúster para facilitar la adopción y el cambio hacia prácticas **REGENERATIVAS**.

¹ Pulleman et al., 2023, p. 16.



TABLA DE CONTENIDO

1. DISEÑO DE LA FINCA	6
1.1 REHABILITACIÓN Y RENOVACIÓN	7
1.2 AGROFORESTERÍA	15
1.3 ÁREAS DE CONSERVACIÓN	21
2. SALUD DEL SUELO	23
2.1 ANÁLISIS DE SALUD DEL SUELO	24
2.2 CONSERVACIÓN DEL SUELO	26
2.3 COBERTURA DEL SUELO	27
2.4 MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES	29
3. NUTRICIÓN DEL CULTIVO	33
3.1 ANÁLISIS DE SUELOS	34
3.2 FERTILIZACIÓN EFICIENTE Y BAJA EN CARBONO	36
3.3 FERTILIZATION ORGÁNICA	39
4. SALUD DEL CULTIVO	42
4.1 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)	43
5. AGUA	48
5.1 USO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA	49
5.2 TRATAMIENTO DE AGUAS	50
6. FINANZAS DE LA FINCA	52
6.1 FINANZAS DE LA FINCA	53
ANEXOS	58
ANEXO 1	59
ANEXO 2	60
REFERENCIAS	62



1. DISEÑO DE LA FINCA

1.1 REHABILITACIÓN Y RENOVACIÓN



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

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



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



Figura 1. Condiciones de renovación y rehabilitación.

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

² Pulleman et al., 2023, p. 50.

³ Pulleman, et al., 2023, p. 48.

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

RECOMENDACIONES



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

REHABILITACIÓN:



«La rehabilitación implica la poda y el recepo de los cafetos, manteniendo el sistema radicular actual»⁴

«La poda frecuente mantiene la salud y productividad del cafeto» RA Scorecard - Nivel Oro⁵



⁴ Pulleman et al., 2023, p. 48.

⁵ Rainforest Alliance, 2022 a.

RECOMENDACIONES



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

RENOVACIÓN:

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

⁸ Rojas y Ramírez, 2016.

⁹ Somarriba et al, 2021



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

«La replantación o renovación es implementada para asegurar al menos el 50 % de la parcela en árboles jóvenes o de mediana edad (≤ 8 años)» RA Scorecard - Nivel 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 la rehabilitación son las altas inversiones iniciales en materiales de siembra y mano de obra, especialmente en el caso de la renovación. Otra desventaja es que la práctica conduce a una pérdida inicial y a corto plazo de rendimiento e ingresos.¹³



RECOMENDACIONES



- a. La instalación del germinador y vivero debe planificarse teniendo en cuenta la edad de trasplante de las plantas al campo. Se recomienda plantar al inicio de las lluvias¹⁴.
- b. Antes de la renovación, se realiza un análisis de suelo para determinar las necesidades de corrección de pH y aluminio. Un mes antes de la siembra, se aplican las correcciones

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.



necesarias, utilizando opciones como carbonato de calcio, carbonato de magnesio, hidróxido de calcio, sulfato de calcio o yeso agrícola¹⁵.

- 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. En el mercado están disponibles dos productos para ser aplicados en drench al suelo. El primero es Nemaxxion, compuesto por *Bacillus spp.*, *Trichoderma spp.*, *Paecilomyces spp.*, extracto de *Tagetes erecta* y acondicionadores orgánicos. Su dosis recomendada es de 3 a 4 litros por hectárea, con una frecuencia de 3 aplicaciones al año. El segundo producto es Best Ultra, que contiene *Bacillus spp.*, *Trichoderma spp.*, *Paecilomyces spp.*, *Beauveria spp.*, estabilizadores y extractos vegetales. La dosis recomendada para este producto es de 2 a 3 litros por hectárea, también con una frecuencia de 3 aplicaciones anuales.
- e. La renovación permite incorporar material vegetativo resistente a plagas y enfermedades y adaptable a cambios climáticos. A su vez, permite el establecimiento de nuevas raíces, el desarrollo de tallos vigorosos y el aumento de la productividad durante el ciclo de crecimiento de la planta¹⁹.
- f. The Las principales variedades de café arábica cultivadas en Nicaragua son: Costa Rica 95, Caturra, Parainema, Marsellesa, Catuaí rojo, entre otras. Las variedades son de buena productividad y calidad, pero algunas de ellas susceptibles a la roya del café. ECOM y otras empresas han desarrollado nuevas variedades e híbridos (cultivares)

CULTIVAR	COMPORTAMIENTO CONTRA LA ROYA DEL CAFÉ	COMPORTAMIENTO FRENTE A NEMATODOS
Marsellesa	Tolerante	Susceptible
Starmaya	Tolerante	Tolerante
Centroamericano (H1)	Tolerante	Injertado sobre <i>C. canephora</i> es resistente a algunas especies de nematodos del género <i>Meloidogyne</i>
Mundo Maya (EC16)	Tolerante	Resistente a algunas especies de nematodos del género <i>Meloidogyne</i>
Parainema	Tolerante	Resistente a algunas especies de nematodos del género <i>Meloidogyne</i>
Obatá Rojo	Tolerante	
Costa Rica 95	Tolerante	
Lempira	Tolerante	

Tabla 1. Cultivares de café disponibles en Nicaragua^{17 18}

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

¹⁶ World Coffee Research. 2021.

¹⁷ World Coffee Research, 2023.

¹⁸ Starbucks, 2023.

¹⁹ MOCCA, 2021, p 4.



disponibles para la renovación de plantaciones (Tabla 1)²⁰. Las variedades incluidas en la tabla alcanzan el perfil de calidad demandado por Nespresso. De acuerdo con los programas de renovación, se buscará llegar a tener al menos el 50% del área plantada con variedades tolerantes al ataque de roya del café.

- g. 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 variedades, el proceso de renovación debe hacerse gradualmente, a un ritmo del 10-15 % anual sobre el área total de café.
- h. Los viveros se pueden construir en el suelo en camas de siembra (1,5 m de ancho, 10-15 cm de altura, máximo 40 m de largo)- En Nicaragua, están disponibles bolsas biodegradables y tecnologías como los pellets Jiffy y los pilones biodegradables de Ellepot. Los pellets contienen turba comprimida biodegradable y sostienen la planta por 12-16 semanas. En ECOM Nicaragua, los pilones son reutilizados con tubetes de polipropileno, duraderos hasta 10 años. Los sustratos combinan 65-70% de material inerte, 30% fibra de coco y 5% compost de pulpa de café. Nespresso y los clústeres pueden considerar la posibilidad de fomentar la renovación a través de programas de viveros centralizados que proporcionen materiales de siembra a los productores. Estos viveros deben seguir las recomendaciones de manejo agronómico relativas a la salud y el manejo general de las plantas. Es importante que los viveros cuenten con certificación de la autoridad nacional competente, en Nicaragua corresponde al programa de certificación del Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA).
- i. Los cultivares tipo híbrido, como es el caso del H1 y EC16 no se deben reproducir a partir de semilla, por la variación o segregación hacia las características de sus progenitores.
- j. La densidad/espaciamento recomendado depende de criterios técnicos, como la variedad, las condiciones climáticas, la fertilidad del suelo, la duración del ciclo de rejuvenecimiento y las prácticas agronómicas. Se pueden aplicar diferentes distancias de siembra entre árboles y líneas, con algunos modelos basados en la prevalencia de la estación seca a lo largo del año (Tabla 2)²¹.
- k. En la etapa de establecimiento se puede promover un nivel de sombra temporal, con especies de crecimiento rápido. Este nivel de sombra permite mejorar el ambiente de crecimiento del café mientras los árboles de sombra definitivos se establecen. En Nicaragua se usan especies como el frijol guandul, la higuierilla o el banano.

²⁰ Pacheco et al., 2018, p 9.

²¹ Instituto del Café de Costa Rica, 2020.



VARIEDAD	DISTANCIA ENTRE SURCOS (M)	DISTANCIA ENTRE PLANTAS (M)	DENSIDAD DE SIEMBRA (ÁRBOLES/HECTAREA)
Marsellesa	2	1,25	4000
Parainema	1,90	1,10	4784
Catimor	1,75	1,25	4571
Obatá Rojo	2,0	1	5000
Starmaya	3	1	3333
Centroamericano (H1)	2,0	1,50	3333
Mundo Maya (EC16)	3	1	3333

Tabla 2. Algunas alternativas de distancia de siembra para renovaciones de café en Nicaragua.
Fuente. Servicios de Manejo Sostenible (SMS), Nicaragua, 2024.



PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



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

1.2 AGROFORESTERÍA



Para contribuir a la diversidad del paisaje se sugiere mantener la cobertura agroforestal, incluyendo la diversidad de árboles en la finca en general (parcelas de café o alrededores), con al menos 8 especies (idealmente nativas), manejar la diversidad de especies como se describe en el Nivel Plata, y proporcionar dos estratos de niveles de árboles. Si la cobertura agroforestal no es adecuada según las condiciones ambientales locales, también se pueden plantar árboles alrededor de las infraestructuras, los linderos, etc. RA Scorecard - Nivel Oro.²²



RECOMENDACIONES



- a. Los proyectos agroforestales implementados por Nespresso y PUR promueven tres plantaciones: setos 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 geolocalización²³.



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

²² Rainforest Alliance, 2022 a.

²³ 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, especies fijadoras de nitrógeno, 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. Las olas de siembra ocurren durante la temporada de lluvias, los mismos meses indicados para la renovación del café.
- e. La Tabla 3 muestra las especies arbóreas más utilizadas en los modelos agroforestales PUR en los clústeres de Nicaragua.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	TIPO (NATIVO/NO NATIVO)
Búcaro	<i>Erythrina fusca</i>	Nativo
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Nativo
Cedro	<i>Carapa guianensis</i>	Nativo
Cedro real	<i>Cedrela odorata</i>	Nativo
Chaperno	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	Nativo
Coyote	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Nativo
Granadillo de montaña	<i>Dalbergia cf. cubilquitzensis</i>	Nativo
Guaba	<i>Inga spp.</i>	Nativo/Naturalizado
Helequeme	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Naturalizado
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Nativo
Nogal	<i>Juglans olanchana</i>	Nativo
Roble macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	Nativo
Chilamate	<i>Ficus obtusifolia</i>	Nativo
Aguacate	<i>Persea americana</i>	No nativo
Limón	<i>Citrus limon</i>	No nativo
Naranja	<i>Citrus x sinensis</i>	No nativo

Tabla 3. Especies arbóreas para los proyectos agroforestales en Nicaragua

- f. 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 económico²⁴.

²⁴ Pulleman et al., 2023.



- g. 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 40 % para obtener los mejores niveles de productividad del café^{25 26}.
- h. De acuerdo con un meta-análisis reciente, se recomienda mantener un nivel de sombra entre el 10% y el 40% para optimizar el rendimiento del *Coffea arabica*. Este estudio demuestra que este rango de sombra puede tener efectos neutros o positivos en la productividad de varios cultivares, proporcionando beneficios adicionales frente a condiciones climáticas adversas y mejorando la salud del suelo²⁷.
- i. Los sistemas de sombra con *Erythrina poeppigiana* (poró) y la combinación con *Chloroleucon eurycyclum* (cashá) han mostrado la mayor productividad de café. La implementación de sistemas agroforestales ha demostrado ser eficaz para evitar la acidificación del suelo y mejorar las propiedades físicas y químicas²⁸.
- j. 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.
- k. 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 lineal²⁹. (Tabla 4)

EN LA SIEMBRA (DISTANCIA EN METROS)	N.O ÁRBOLES/HECTÁREA	DESPUÉS DE RALEO 50 % (ENTRE 7 Y 8 AÑOS)	N.O ÁRBOLES/HECTÁREA
MADERABLES			
5 x 5	400	10 x 10	100
10 x 10	100	20 x 20	25
15 x 15	44	30 x 30	11
FRUTALES			
15 x 15	44	No se aplica cuando es permanente	44
20 x 20	25		25
ARBUSTOS (< A 3 M DE ALTURA)			
6 x 6	277	Si es cultivo temporal se elimina cuando ya cumpla sus funciones. Si es permanente se da manejo continuo y se define necesidad de raleo.	
7 x 8	178		
10 x 10	100		

Tabla 4. Definición de las distancias de siembras adecuadas (maderables, frutales, arbustos) en cafetales³⁰

²⁵ Muschler, 1999, p. artículo 39.

²⁶ Virginio, et al., 2015.

²⁷ Koutouleas et al.2022.

²⁸ Virginio, et al., 2015.

²⁹ Gómez, 2022.

³⁰ Virginio, 2024.



- I. El Cornell Lab ha identificado en Nicaragua árboles de alto valor para la fauna silvestre y los servicios ecosistémicos. Se recomienda promover especies clave en las plantaciones de café, las cuales se detallan en la Tabla 5. Estas especies favorecen la biodiversidad y benefician a aves específicas, aunque algunas tengan un bajo valor comercial. La selección debe priorizar especies resistentes al cambio climático, destacando familias como Lauráceas, Fabáceas y Anacardiáceas. En las cercas vivas y los bosques, se promueve la regeneración natural junto con especies como Cedros y Ceibas. La conservación de los bosques busca mantener la biodiversidad en los paisajes cafetaleros, conectando parches a través de reforestación y cercas vivas. Los bosques existentes ofrecen refugio y alimento a diversas especies, contribuyendo también al control de plagas como la broca. Además, se fomenta la restauración de los bordes de fuentes de agua y la mejora de las prácticas en las fincas para fortalecer la conectividad ecológica.³¹

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	TIPO (NATIVO/NO NATIVO)
Búcaro	<i>Erythrina fusca</i>	Nativo
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Nativo
Cedro	<i>Carapa guianensis</i>	Nativo
Cedro real	<i>Cedrela odorata</i>	Nativo
Ceiba	<i>Ceiba petandra</i>	Nativo
Chaperno	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	Nativo
Coyote	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Nativo
Copalchi	<i>Croton niveus</i>	Nativo
Granadillo de montaña	<i>Dalbergia cf. cubilquitzensis</i>	Nativo
Guaba	<i>Ingas</i>	Nativo
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Nativo
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Nativo
Helequeme	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Naturalizado
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Nativo
Nogal	<i>Juglans olanchana</i>	Nativo
Roble macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	Nativo
Chilamate	<i>Ficus obtusifolia</i>	Nativo
Aguacate	<i>Persea americana</i>	No nativo
Limón	<i>Citrus limon</i>	No nativo
Naranja	<i>Citrus x sinensis</i>	No nativo

Tabla 5. Especies arbóreas en Nicaragua que proporcionan un alto valor para la vida silvestre y servicios ecosistémicos.

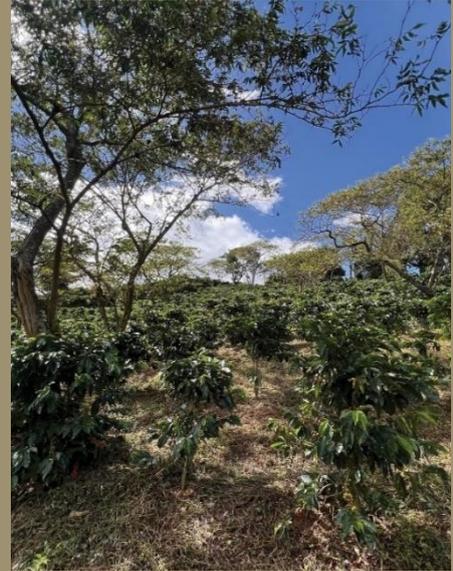
³¹ Tórrez, M., Molina, I., et al. 2023



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.³²

«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.³³

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 llevar mucho tiempo antes de que los agricultores consigan beneficios económicos (generalmente de 5 a 20 años para árboles frutales y maderables).³⁴



³² Pulleman et al., 2023, p. 64.

³³ Rainforest Alliance, 2022 a.

³⁴ Pulleman et al., 2023, p. 67.



PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



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

1.3 ÁREAS DE CONSERVACIÓN



«Si la cobertura agroforestal no es adecuada según las condiciones ambientales locales, también se pueden plantar árboles alrededor de la infraestructura, los linderos, etc., manteniendo un área equivalente al 15 % del área de la finca en vegetación natural» RA Scorecard- Nivel Oro.³⁵



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.³⁶

RECOMENDACIONES



- a. Las áreas de vegetación natural en fincas AAA son: (i) plantaciones de árboles en los sistemas forestales (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.³⁷

³⁵ Rainforest Alliance, 2022 a.

³⁶ Rainforest Alliance, 2022 a.

³⁷ Rainforest Alliance, 2022 a.



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

PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



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



2. SALUD DEL SUELO

2.1 ANÁLISIS DE 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 sintéticos, 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 y retención de nutrientes.

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.

En Nicaragua, los productores de café suelen procesar el grano en sus fincas, generando subproductos importantes, principalmente la pulpa de café que representa un volumen considerable. Aunque muchos productores ya utilizan esta pulpa como abono, la producción de compost ofrece un proceso más estable y de calidad³⁸.

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

³⁸ López, 2020.

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.³⁹



«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.⁴⁰

RECOMENDACIONES



- a. Identificar las áreas de la finca susceptibles o afectadas por la erosión.
- b. Seguir un programa de conservación del suelo y prevención de la erosión, implementando prácticas de conservación de suelos con base en la identificación realizada y de acuerdo con la pendiente de la finca.
- c. Las ramas y hojas podadas del cafeto pueden servir de mantillo para cubrir la superficie del suelo.
- d. Los sistemas agroforestales son una estrategia eficaz para la conservación del suelo, ya que proporcionan un suministro constante de hojarasca y un dosel protector que reduce

³⁹ Pulleman et al., 2023, p. 82

⁴⁰ Rainforest Alliance, 2022 a.

la tasa de descomposición de la materia orgánica. Esto los hace más eficientes para minimizar la erosión del suelo y la pérdida de humedad.⁴¹.

- e. Establecer los cafetos plantando en curvas de nivel transversalmente a la pendiente⁴².
- f. Implementar barreras vegetales para reducir la velocidad del agua de escorrentía. Otras prácticas de conservación incluyen terrazas para plantar cafetos, zanjas en las laderas y canales de desvío de agua de escorrentía⁴³.
- g. Siempre que sea posible, priorizar la solución vegetal como por ejemplo las barreras con vetiver, sobre la construcción de estructuras físicas, ya que estas últimas generalmente implican una inversión considerable de mano de obra o maquinaria.
- h. Identificar si es necesario hacer ajustes en las prácticas de conservación implementadas y adaptarlas en consecuencia. Continuar monitoreando la cobertura y la pérdida de suelo.

2.3 COBERTURA DEL SUELO



Aunque los cultivos de cobertura pueden establecerse en plantaciones existentes, esto puede resultar difícil en plantaciones con altas densidades de siembra y niveles de sombra (por ejemplo, en sistemas agroforestales). Esta práctica es más adecuada en los primeros años después del establecimiento del cultivo o en fincas con mayores distancias entre surcos o sin sombra (como en fincas mecanizadas y en monocultivos de café). Durante los primeros años después del establecimiento del café, los pequeños agricultores pueden preferir los cultivos intercalados (por ejemplo, con banano, que también proporciona suficientes residuos de biomasa) y así fortalecer la seguridad alimentaria y de ingresos de los hogares.⁴⁴

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.⁴⁵



⁴¹ Pulleman et al., 2023, p. 85.

⁴² Instituto del Café de Costa Rica, 2021.

⁴³ Instituto del Café de Costa Rica, 2021.

⁴⁴ Pulleman et al., 2023, p. 85.

⁴⁵ Rainforest Alliance, 2022 a.

RECOMENDACIONES



- 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.
- Identificar las qué áreas/parcelas más factibles para introducir cultivos de cobertura y seleccionar las especies.
- Se sugieren las siguientes especies como cultivos vivos de cobertura: *Canavalia ensiformis*, *Vigna radiata*, *Crotalaria cause* y *Cajanus cajan*, con información de manejo (Tabla 6). También *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha*, *Rye Grass/Mega*, *Panicum maximum/mombaza* y *Panicum maximum/massai*.

ESPECIES	CARACTERÍSTICAS	RECOMENDACIONES DE MANEJO
<i>Canavalia ensiformis</i>	Fijación de 50 kg atmosférico N/año	<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>
<i>Crotalaria sp.</i>	<p>Cobertura anual. Tasa de crecimiento lenta. Fijación de 33-55 kg atmosférico N/ha. Se recomienda podar antes de la floración para alargar la vida útil de la cobertura. Atrayente polinizador. Efecto nematocida. 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>
<i>Vigna radiata</i>	<p>Cobertura anual. Fijación de nitrógeno 40-55 kg atmosférico N/ha. 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 semilla/ha. Riesgo de pérdida de densidad de plantación por ataques de hormigas y aves.</p>
<i>Cajanus cajan</i>	Fijación de 33-45 kg atmosférico N/ha	<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 6. Especies de coberturas vivas⁴⁶

⁴⁶ Corado, 2024.

- d. 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 también competir con las plantas de café por luz, 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 cultivos⁴⁷.
- e. Mantener el mantillo de las hojas de los árboles de sombra que quedan en el suelo (*mulching*)⁴⁸.

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.⁴⁹



RECOMMENDATIONS



- a. El Manejo Integrado de Arvenses (MIA) es un enfoque diseñado para modificar la composición de las poblaciones de malezas en el sistema de producción, promoviendo las malezas beneficiosas y limitando el crecimiento de las agresivas. Este enfoque busca clasificar y gestionar las malezas según su nivel de interferencia con los cultivos, como se muestra en la Tabla 7, que categoriza las principales malezas que afectan los cultivos de café.^{50 51}

⁴⁷ Pulleman et al., 2023, p. 81.

⁴⁸ Farfán, 2014, pp. 146, 159.

⁴⁹ Rainforest Alliance, 2022 a.

⁵⁰ Virginio et al., 2021 a.

⁵¹ Virginio et al., 2021 b.



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>Blechum pyramidatum</i> <i>Borreria alata</i> <i>Eichornia crassipes</i> <i>Emilia fosbergii</i> <i>Equisetum arvense</i> <i>Euphorbia heterophylla</i> <i>Galinsoga ciliata</i>	<i>Galinsoga parviflora</i> <i>Glicina max</i> <i>Hyptis capitata</i> <i>Impatiens balsamina</i> <i>Ipomea batatas</i> <i>Ipomea nil</i> <i>Ipomea quamoclit</i> <i>Lantana camara</i>	<i>Ludwigia sp.</i> <i>Mikania micrantha</i> <i>Mimosa 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>

Tabla 7. Especies de arvenses comunes en los cultivos de café y su nivel de interferencia
Fuente. Adaptado de Virginio et al., 2021 a.⁵²

- 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 suelo⁵³.
- 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.
- d. 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.

⁵² Virginio et al., 2021 a

⁵³ Instituto del Café de Costa Rica, 2020.



- e. 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)⁵⁴ ⁵⁵. La Tabla 8 muestra la categoría para los herbicidas utilizados en Nicaragua. 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.
- f. Eliminar el uso de herbicidas incluidos en la Política de Uso Excepcional del capítulo 4 del Anexo de Rainforest Alliance.

INGREDIENTE ACTIVO	NÚMERO CAS	CATEGORÍA RAIN FOREST ALLIANCE
2,4-D	53404-37-8	Mitigación de riesgo
Diuron	330-54-1	Mitigación de riesgo
Diquat	2764-72-9	Mitigación de riesgo
Flumioxazina	103361-09-7	Mitigación de riesgo
Glifosato	38641-94-0	Mitigación de riesgo
Metribuzin	21087-64-9	Mitigación de riesgo
Oxadiazon	19666-30-9	Mitigación de riesgo
Oxiflurfeno	42874-03-3	Mitigación de riesgo
Dicloruro de parquat	1910-42-5	Prohibido
Paraquat	4685-14-7	Prohibido
Glufosinato de amonio	77182-82-2	Prohibido

Tabla 8. Herbicidas utilizados en el café en Nicaragua. (Updated: Julio 30 de 2024).

⁵⁴ Rainforest Alliance, 2022 b.

⁵⁵ 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.⁵⁶



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.⁵⁷

«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»⁵⁸



⁵⁶ Pulleman et al., 2023, pp. 107-108.

⁵⁷ Rainforest Alliance, 2022 a.

⁵⁸ Pulleman et al., 2023. p.113.

RECOMENDACIONES



- El análisis del suelo debe entenderse como el análisis de su salud, proporciona información sobre las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. 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 foliares⁵⁹. El análisis químico del suelo es la principal herramienta de diagnóstico para evaluar el estado nutricional de los cultivos y tomar decisiones de manejo⁶⁰.
- 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"/>

⁵⁹ Sadeghian y Gonzáles-Osorio, 2022, p. 135-136.

⁶⁰ 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 Nicaragua, hecho con la metodología de Cool Farm Tool, revela que el 51% de la huella de GEI a nivel de finca está relacionado con 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 diferente⁶¹.
- (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 – Nicaragua
Fuente. Nespresso, ciclo 2023/2024.

Existen varias fuentes de fertilizantes nitrogenados con diferentes porcentajes de aporte de nitrógeno. La Tabla 9 detalla algunos fertilizantes con sus diversas formas químicas⁶². 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 lixiviación⁶³. 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.

⁶¹ YARA International, 2011.

⁶² YARA, 2023, p. 4.

⁶³ Sadeghian y Gonzáles-Osorio, 2022.



FUENTE DE NITRÓGENO	N-Total	CO(NH ₂) ₂ N-Ureico	N-amonio NH ₄	N-Nitrato NO ₃
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
Urea	46	46		
Sulfato de amonio	21		21	
Nitrato de amonio	33,5		16,9	16,9
MAP (Monofosfato de amonio)	10-11		10-11	
DAP (Difosfato de amonio)	16-21		16-21	
Nitrato de calcio	15,5		1,1	14,4

Tabla 9. Contenido de nutrientes de fertilizantes de uso común y los producidos por YARA

RECOMENDACIONES



- Following 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 correctos⁶⁴. La fuente de nutrientes se complementará con fertilización orgánica (ver sección 3.3)
- 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.
- Utilizar fuentes de nitrógeno eficientes que estén fácilmente disponibles para la planta. La aplicación de nitratos (fertilizantes nitrogenados con más del 50 % de NO₃) es eficiente debido a las bajas pérdidas de volatilización del amoníaco y a una asimilación más rápida por parte de la planta.

⁶⁴ Pulleman et al., 2023, p. 114.



- 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 cafeto, la disponibilidad según análisis de suelos y apoyados en el diagnósticos de campo. Fraccionar la dosis de nitrógeno para optimizar su eficiencia en el uso por parte del cultivo, teniendo en cuenta factores como la textura del suelo, el tipo de fuente de nitrógeno y las condiciones de precipitación.
- e. Escoger un buen momento para encalar y fertilizar, por lo general durante las primeras lluvias; agregar materia orgánica a lo largo del año para que el suelo pueda retener más humedad y hacer una aplicación foliar como suplemento de algunos nutrientes en época de baja lluvia⁶⁵.
- f. En épocas de lluvia, si el suelo es muy ácido, encalar antes de aplicar el fertilizante. Fraccionar las aplicaciones de fertilizante. Algunos productores mezclan el fertilizante con compost antes de aplicarlo para que se retenga más en el suelo. Es importante evaluar si es más funcional esta práctica o bien aplicar el fertilizante y encima el compost, así como separar la aplicación⁶⁶.
- g. Para corregir la acidez (pH del suelo) y neutralizar 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 cal⁶⁷.

PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



PASOS

ADMINISTRADOR
DE CLÚSTERES

AGRÓNOMOS
AAA

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.



Definir intervenciones para promover e incentivar la adopción del uso eficiente de fertilizantes nitrogenados, con base en las recomendaciones anteriores.



⁶⁵ López, 2020.

⁶⁶ López, 2020.

⁶⁷ 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.⁶⁸

«Para promover la salud del suelo se recomienda aplicar abono orgánico, o materia orgánica compostada, en al menos el 75 % de la finca, cuando sea posible utilizando material orgánico procedente de la propia finca» RA Scorecard - Nivel Oro.⁶⁹



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 plantas⁷⁰.

⁶⁸ Pulleman et al., 2023, p. 121.

⁶⁹ Rainforest Alliance, 2022 a.

⁷⁰ Pulleman et al., 2023, p. 23.



- b. El manejo de cultivos de cobertura, el mulch y la hojarasca que producen las especies de sombra son fuentes importantes de biomasa y materia orgánica en el suelo.
- 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. En Nicaragua, el café se procesa en su mayoría en beneficios a nivel de finca, seguido por en beneficios húmedos centralizados. La pulpa de café generada puede compostarse en condiciones aeróbicas. En los procesos centralizados se controla la calidad del proceso de compostaje (aireación, humedad y temperatura). Es importante transferir este conocimiento a los productores para que obtengan un producto estable y de alta calidad. Al obtener el compost se han manejado dosis desde 0,5 kg por planta hasta 2 kg, por lo que es importante evaluar la dosis óptima para generar mejores resultados en la plantación de café⁷¹.
- e. Agregar elementos que permiten mejorar la estructura del suelo con el uso de productos como compost, bokashi, lombricompost⁷².
- f. Algunas experiencias de campo en Nicaragua, han mostrado que si el nivel de material orgánica en el suelo es menor al 2%, se puede observar respuestas en el cultivo a partir de agregar 0.5 – 1 kilo de compost , lombricompost o estiércol compostado, por planta. incorporándolo 2-5 cm en el suelo.

ECOM transforma las aguas mieles en Biol, la pulpa de café en compost, y los residuos de poda en biocarbón mediante pirolisis controlada . El compost se elabora integrando 70% pulpa de café, 25% *Crotalaria juncea* y 5% biocarbón, ofreciendo un producto de bajo costo y alta calidad. El biocarbón mejora la retención de nutrientes y agua, y estabiliza el carbono del suelo. Se recomienda aplicar 1 kg de compost al año durante la siembra o fertilización. Los bioles se aplican 2-3 L/ha, de 2 a 3 veces al año mediante Drench.

⁷¹ López, 2020.

⁷² López, 2020.



PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



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



4. SALUD DEL CULTIVO

4.1 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)



«El manejo integrado de plagas requiere la reducción del uso de plaguicidas (2 o menos ingredientes de la lista de mitigación de riesgos) y la eliminación del uso de nematocidas químicos sintéticos en la finca» RA Scorecard- Nivel Oro - Criterios obligatorios.⁷³



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

RECOMENDACIONES



Para todos los problemas fitosanitarios:

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

⁷³ Rainforest Alliance, 2022 a.



- c. Realizar un monitoreo mensual de la incidencia de plagas para detectar, evaluar y gestionar a tiempo las poblaciones de plagas en cultivos y tomar decisiones para prevenir pérdidas en el rendimiento.
- d. Utilizar agroquímicos con la menor toxicidad posible y la mayor selectividad.
- e. Aplicar agroquímicos solo en las áreas o plantas de café afectadas.
- f. Considerar el control químico como último recurso y mantener el uso al mínimo. Usar solo la dosis correcta y las aplicaciones precisas de plaguicidas selectivos (con 2 o menos ingredientes de la lista de mitigación de riesgos de Rainforest Alliance), siguiendo las instrucciones de uso, como se describe en la etiqueta y de acuerdo con el Capítulo 4 del Anexo Estándar de Rainforest Alliance⁷⁴.

BROCA DEL CAFÉ

- g. 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 (cafetales jóvenes, de porte bajo y de alta producción, podrán tener un mejor manejo cultural y buena calidad de control del corte del café) y distancia de siembra para permitir una buena cosecha.
 - (ii) Renovar y rehabilitar oportunamente los cafetales y así evitar la propagación de la broca⁷⁵.
 - (iii) Manejo integrado de arvenses para promover la presencia de fauna beneficiosa y el control natural.
 - (iv) Buen control de la recolección de café durante la cosecha y al final de la temporada para reducir la población de broca en el cafetal^{76 77}.
- 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 semanas⁷⁸.
- i. Los insecticidas solo se aplican cuando la infestación en el campo supera el 5 %. No se necesitan medidas de control por debajo de este nivel⁷⁹. Teniendo en cuenta la dispersión de la broca en el lote, se deben identificar las áreas afectadas y realizar un control localizado.
- j. La relación simbiótica entre aves y abejas es crucial para la polinización del café, el impacto es significativo en su rendimiento. Los resultados de las investigaciones

⁷⁴ Rainforest Alliance, 2022 b.

⁷⁵ Somarriba et al 2021.

⁷⁶ Benavides et al., 2013.

⁷⁷ Constantino, 2023.

⁷⁸ ANACAFE, 2017.

⁷⁹ Instituto del Café de Costa Rica, 2021.



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 campo⁸⁰.

ROYA DEL CAFÉ

- k. La principal recomendación es renovar las plantaciones con variedades o híbridos tolerantes.
- l. 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 entre el 30 y 40 % de sombra, en función del tipo de condiciones agroecológicas que predominen en la zona⁸¹.
 - (v) Realizar una buena fertilización en los momentos adecuados y siguiendo los resultados del análisis del suelo.
 - (vi) El control químico de la roya del café debe basarse en el monitoreo constante de la enfermedad en el cafetal. Si la incidencia de roya en el cafetal es menor al 10 %, se deben utilizar fungicidas protectores (cúprico). Si el nivel de infección es superior al 10 %, se deben usar fungicidas sistémicos (curativos). Es importante realizar muestreos de roya en épocas oportunas del año para definir estrategias de acción. Los fungicidas biológicos podrían considerarse dentro del MIP (por ejemplo, Best Ultra/Roya Out; *Bacillus subtilis*, *Trichoderma hazianum*, etc).
 - (vii) Promover el uso de barrera rompevientos para evitar diseminación de hongos.

OJO DE GALLO

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

ANTRACNOSIS

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

NEMATODOS

- 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 nematocidas químicos sintéticos en las fincas.

⁸⁰ Martínez-Salinas, et al., 2022.

⁸¹ De Melo y Astorga, 2015.



- p. Los ingredientes activos de los productos fitosanitarios están registrados en Nicaragua y referenciados con los requerimientos de la Norma Rainforest Alliance 2020 (Tabla 10). 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	CATEGORÍA RAINFOREST ALLIANCE
Fungicida	Flutriafol	76674-21-0	Sin restricciones
Fungicida	Hexaconazol	119446-68-3	Sin restricciones
Fungicida	Hidróxido de cobre	20427-59-2	Sin restricciones
Fungicida	Tebuconazole	107534-96-3	Sin restricciones
Fungicida	Azoxistrobina	131860-33-8	Mitigación de riesgo
Fungicida	Oxicloruro de cobre	1332-40-7	Mitigación de riesgo
Fungicida	Óxido de cobre	1317-39-1	Mitigación de riesgo
Fungicida	Sulfato de cobre (pentahidratado)	7758-99-8	Mitigación de riesgo
Fungicida	Epoxiconazol	133855-98-8	Prohibido
Fungicida	Clorotalonil	1897-45-6	Prohibido
Insecticida	Diazinón	333-41-5	Mitigación de riesgo
Insecticida	Cipermetrina	52315-07-8	Mitigación de riesgo
Insecticida	Cihalotrina, lambda	91465-08-6	Mitigación de riesgo
Insecticida	Hexacloro-endometileno	115-29-7	Prohibido
Insecticida	Tiametoxam	153719-23-4	Prohibido
Insecticida	Imidacloprid	105827-78-9	Prohibido
Insecticida	Clorpirifos	2921-88-2	Prohibido

Tabla 10. Ingredientes activos registrados en Nicaragua. Estatus de uso de Rainforest Alliance. (actualizado: Julio 30, 2024)

- q. La Tabla 11 muestra algunos productos de biocontrol disponibles con registros para su uso en café en Nicaragua. El Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria de Nicaragua, cuenta con un registro de productos que pueden ser consultados como alternativas de control con insumos biológicos⁸².

⁸² Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria, 2022. [https://chatgpt.com/c/67033a47-5cb8-8004-a1f5-b1aed93beae6#:~:text=Agropecuaria%20\(IPSA\).-https%3A/www.ipsa.gob.ni/Portals/0/4%2520Sanidad%2520Vegetal%2520y%2520Semillas/Insumos/vigente_enero_2022.pdf.-Recuerda%20que%20debes](https://chatgpt.com/c/67033a47-5cb8-8004-a1f5-b1aed93beae6#:~:text=Agropecuaria%20(IPSA).-https%3A/www.ipsa.gob.ni/Portals/0/4%2520Sanidad%2520Vegetal%2520y%2520Semillas/Insumos/vigente_enero_2022.pdf.-Recuerda%20que%20debes)



PRODUCTO DE CONTROL BIOLÓGICO	INGREDIENTE ACTIVO	OBJETIVO DE LA PLAGA
Roya Out	Aceite de clavo, <i>Bacillus subtilis</i>	Roya del café
Best Ultra F	<i>Bacillus spp.</i> , <i>Azotobacter spp.</i> , <i>Pseudomonas spp.</i> , extractos vegetales	Roya del café
Bralic	Extracto de ajo	Broca del café
Bio-Bass	<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i>	Broca del café

Tabla 11. Productos de biocontrol disponibles con registros para su uso en café en Nicaragua

PASOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA CLÚSTERES



PASOS	ADMINISTRADOR DE CLÚSTERES	AGRÓNOMOS AAA
Promover la implementación del Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
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.		<input checked="" type="checkbox"/>
Eliminar el uso de los pesticidas prohibidos.		<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 (Rainforest Alliance, 2022a)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 (Rainforest Alliance, 2022a)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. Promote Garantizar la gestión adecuada de subproductos del café para evitar la contaminación de fuentes hídricas.
- c. Promover la reforestación cerca de las fuentes de agua.
- d. Todo beneficio húmedo debe contar con prácticas que permitan optimizar el consumo de agua. Los que tengan sistema de tubería o mangueras para transporte de agua deben mantenerlas en buen estado, evitando fugas. Durante la limpieza diaria de las instalaciones, se debe emplear la menor cantidad de agua posible⁸⁶.

⁸³ Rainforest Alliance, 2022 a.

⁸⁴ Rainforest Alliance, 2022 a.

⁸⁵ Rainforest Alliance, 2022 a.

⁸⁶ Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, 2007.



- e. Durante el proceso de despulpado, se debe realizar el transporte de café uva utilizando medios mecánicos o agua recirculada. El despulpado debe ser seco o utilizar la menor cantidad de agua posible. Se recomienda utilizar pilas de fermentación con esquinas y paredes del fondo redondeadas, rejillas en el centro y una pendiente de 4 a 6% dirigida hacia las rejillas y el canal. Los canales de correteo o de clasificación deben ser acordes al volumen de producción, y el agua utilizada en el último lavado del café deberá ser reutilizada⁸⁷.

5.2 TRATAMIENTO DE AGUAS

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

RECOMENDACIONES



- a. Las aguas residuales domésticas deben tratarse en sistemas de fosas sépticas.
- b. En Nicaragua, la legislación 620 (Decreto No 21-2017), Ley General de Aguas Nacionales y su reglamento en instrumento de gestión ambiental, indica dentro de sus restricciones que los vertidos domésticos, industriales, agroindustriales, comerciales y de servicio no podrán introducir al cuerpo receptor efluentes que modifiquen y alteren las características de calidad de agua para los diferentes usos a los que se destine. Prohíbe la descarga directa o indirecta de aguas residuales tratadas o no tratadas de cualquier índole a los ecosistemas de lagos volcánicos o lagunas⁸⁸.
- c. Construir pulperos para depositar la pulpa proveniente del proceso de despulpado, asegurando que estén protegidos de la intemperie. Estos pulperos deben ser contruidos considerando el volumen de café procesado diariamente y deben facilitar la descomposición de la pulpa para su posterior uso⁸⁹.
- d. Los sistemas de tratamiento de aguas residuales deben cumplir con las normativas establecidas, que controla las descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias⁹⁰.

⁸⁷ Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, 2007.

⁸⁸ Asamblea Nacional de Nicaragua, 2017.

⁸⁹ Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, 2007.

⁹⁰ Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, 2007.



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, consérvalo mientras continúas buscando mayores eficiencias.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Promover e incentivar el procesamiento de la pulpa 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.⁹¹

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.⁹²



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

⁹¹ Pulleman et al., 2023, pp. 34-35

⁹² Rainforest Alliance, 2022 a.

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

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

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

Cada productor toma decisiones para su finca en un momento diferente. Por un lado, depende de las condiciones de uso de los insumos, la resiliencia de la finca y los servicios ecosistémicos. Por otro lado, depende del nivel de productividad e ingresos. La Figura 7 muestra las posibles trayectorias de tres fincas cafeteras. La curva punteada en azul muestra la llamada «frontera productividad-sostenibilidad». El punto rojo representa una situación que los productores no pueden alcanzar, porque maximizar los rendimientos o las ganancias del café (que se muestra en el eje horizontal) no es consistente con maximizar los servicios ecosistémicos y la resiliencia (que se muestra en el eje vertical). Sin embargo, dependiendo del punto de partida, las explotaciones agrícolas pueden seguir teniendo margen de mejora para uno o ambos objetivos sin incurrir necesariamente en una compensación, hasta que lleguen a la frontera. Las condiciones de las fincas 1 y 2 se cambiarán para aumentar sus ingresos, a partir de un mejor uso de los recursos, en algunos casos optimizando los servicios ecosistémicos que reciben. En el caso de la finca 3, podría ganar en resiliencia y servicios ecosistémicos, pero en última instancia con una menor rentabilidad⁹³.

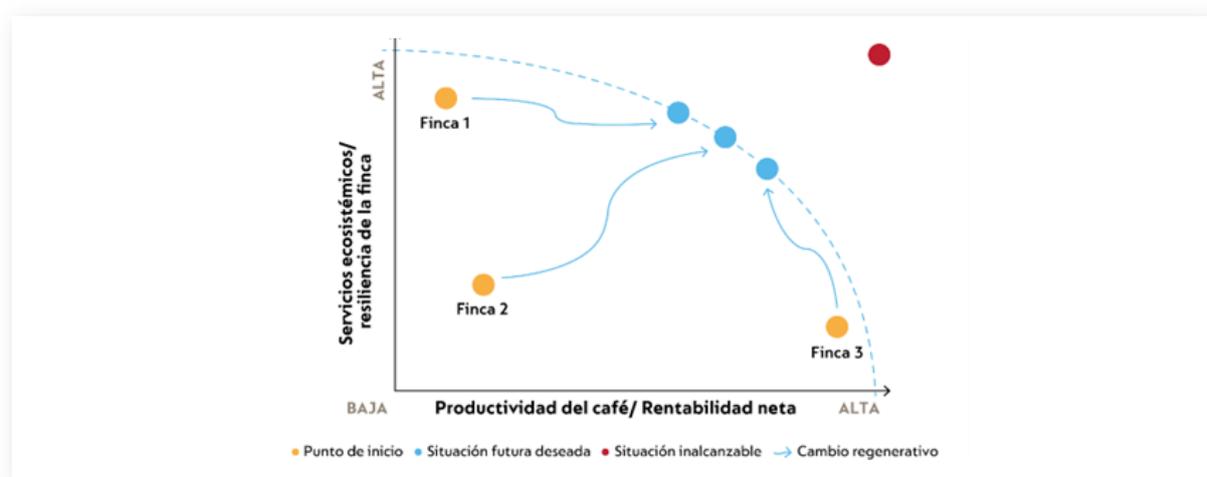


Figura 7. Posibles trayectorias para fincas cafetaleras que buscan mejorar el equilibrio entre dos objetivos: productividad y sostenibilidad
Fuente: Pulleman et al., 2023, p. 46.

⁹³ Pulleman et al., 2023.



La Tabla 12 muestra algunos impactos de la adopción de la guía agronómica sobre los ingresos, la resiliencia y los riesgos potenciales. Como se describe en la Figura 7, la misma tecnología puede producir resultados diferentes dependiendo de las condiciones iniciales del modelo de producción.

	INGRESOS MÁS ALTOS	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 12. 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 Nicaragua

NICARAGUA												
	Ene	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-Rehabilitación			■	■								
Siembra de árboles de café en los lotes					■	■	■					
Siembra de árboles de sombra				■					■			
Poda de los árboles de sombra												
Intercalado de cultivos temporales (maíz, frijol)												
2. SALUD DEL SUELO												
Análisis de la 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	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



ANEXO 2

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

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

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



	NIVEL	CRITERIO DEL SCORECARD
RESILIENCIA DEL CULTIVO Las fincas implementan buenas prácticas agrícolas, incluyendo:	Oro	Resiembra o renovación, implementada para asegurar al menos el 50% de la parcela con árboles jóvenes o de mediana edad (≤ 8 años).
LOCALIZACIÓN PARA NICARAGUA	<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 <i>replanting</i> and <i>renovation</i> (resiembra o renovación) del Scorecard de Café Regenerativo de Rainforest Alliance.</p>	



REFERENCIAS

- Asamblea Nacional de Nicaragua. (2017, 29 de noviembre). Decreto No 21-2017. La Gaceta Diario Oficial No. 228. <http://www.inaa.gob.ni/sites/default/files/inline-files/Decreto%2021-2017.pdf>
- Asociación Nacional del Café (Anacafé). (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>
- Benavides, M. P., Gil, P. Z., Góngora, B. C. y Arcila, M. A. (2013). Manejo integrado de plagas. En Federación Nacional de Cafeteros. Manual del Cafetero Colombiano. Tomo II (pp. 179-214). https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/Manual_Cafetero.
- Constantino, L. M. (2023, septiembre 18). Control cultural para el manejo de la broca del café (*Hypothenemus hampei*). Cenicafé [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=DAiro-ThlBl>.
- 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.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/Manual_Cafetero).
- De Melo, E. y Astorga, C. (2015). Prevención y control de la roya del café. Manual de buenas prácticas para técnicos y facilitadores. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8186>.
- 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.
- Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA). (2022). Insumos agrícolas registrados ante el Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA). https://www.ipsa.gob.ni/Portals/0/4%20Sanidad%20Vegetal%20y%20Semillas/Insumos/vigente_enero_2022.pdf
- Instituto del Café de Costa Rica. (2020). Guía técnica para el cultivo del café/ICAFAE. (2a ed.). ICAFE-CICAFAE. <https://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GUIA-TECNICA.pdf>.
- Instituto del Café de Costa Rica. (2021). Guía de buenas prácticas agrícolas para el cultivo del café. ICAFE, Ministerio de Agricultura, Ganadería de Costa Rica, BID. <http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GuiaBPAsICAFAEbaja.pdf>.
- Koutouleas, A., Sarzynski, T., Bertrand, B., Bordeaux, M., Bosselmann, A. S., Campa, C., Etienne, H., Turreira-García, N., Vaast, P., Ramalho, J. C., & Ræbild, A. (2022). Shade effects on yield across different *Coffea arabica* cultivars—How much is too much? A meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, 42, 55. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00788-2>
- López, N. (2020). Manual de café: Buenas prácticas productivas y ambientales, usando hongos entomopatógenos para el control de plaga y enfermedades. Amigos de la Tierra



España, Fundación Ecología y Desarrollo-ECODES, Instituto de Promoción Humana-Somoto. <https://inprhusomoto.org/wp-content/uploads/2020/08/MANUAL-DE-CAFE.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>.
- Ministerio de Fomento, Industria y Comercio. (2007). Norma técnica ambiental para la protección de los cuerpos de agua afectados por los vertidos líquidos y sólidos provenientes de los beneficios húmedos de café (Norma Técnica N°. NTON 05 028-06). La Gaceta, Diario Oficial N°. 95, 22 de mayo de 2007. <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/3133c0d121ea3897062568a1005e0f89/363673e06aa24f4b0625757e0061d6d2?OpenDocumentMOCCA>. (2021). Renovación y rehabilitación para un café rentable. USDA, TechnoServe. <https://www.mocca.org/wp-content/uploads/2021/08/manual-de-recomendaciones-renovacion-y-rehabilitacio%CC%81n.pdf>.
- 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>.
- 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>.
- Pacheco, C., López, A., Bayres, K., Gómez, R. y Rivas, P. (2018). Caracterización de fincas de café en la zona norte de Nicaragua. Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Económico y Social, Plataforma Nicaragüense de Café Sostenible. https://assets.ricolto.org/caracterizacion_de_fincas._nicafes.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/>.
- Rainforest Alliance. (2022 b). Anexo al capítulo 4: Agricultura. Documento SA-S-SD-22. <https://www.rainforest-alliance.org/wp-content/uploads/2022/06/SA-S-SD-22-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.
- Somarriba, E., Quesada, F., López-Sampson, A., De Melo, E., Medina, B., Muschler, R., Chaves, V., Martínez, R., Marroquín, L., Mazariego, M. J., Leonor, M. T., Enamorado, Á, C., Mendoza, H. D., Escamilla, E., Escamilla, S., González, C., Bustamante, L. W. Pérez, M. L. y Sinclair, F. (2021). Descripción agronómica y matemática de algunos sistemas de podas de Coffea arabica en Centro América, México y República Dominicana. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/11001>.
- Somarriba, E. y Quesada, F. (2023 a, 15 de enero). Sistema de poda del café [clase de maestría]. Diplomado Internacional de Caficultura Innovadora. Formando profesionales



- en café, CATIE, Turrialba, Costa Rica. <https://escueladecafe.promecafe.net/wp-content/uploads/2023/04/Parte-2.-Sistemas-de-poda-del-cafe.pdf>.
- Somarriba, E. y Quesada, F. (2023 b, 15 de enero). Botánica y desarrollo de la planta de café. [clase de maestría]. Diplomado Internacional de Caficultura Innovadora. Formando profesionales en café, CATIE, Turrialba, Costa Rica. <https://escueladecafe.promecafe.net/wp-content/uploads/2023/04/Parte-1.-Botanica-y-desarrollo-de-la-planta-de-cafe.pdf>.
 - Starbucks. (2023). Starbucks Coffee Varietals Catalog. Starbucks Coffee Company.
 - Sustainable Management Services-ECOM. (2024). Recomendación SMS de Coberturas Vivas y Fertilización Regenerativa. Costa Rica.
 - Tórrez, M., Molina, I., et al. (2023). *Recomendaciones para la agroforestería y la biodiversidad en plantaciones de café*. Proyecto Nuestro Café, Nuestras Aves. The Cornell Lab of Ornithology. Recuperado de <https://www.ourcoffeeourbirds.org/>
 - Villarreyna-Acuña, R., De Melo, E., Florian, E., Soto, G. y Astorga, C. (2018). Acciones para fortalecer la adaptación y mitigación del cambio climático en el sector cafetalero de Nicaragua. Manual técnico para reducir la vulnerabilidad de fincas cafetaleras frente al cambio climático. CATIE-PRCC-USAID/CATIE-PROCAGICA-IICA-UE. <https://acortar.link/ETZlbW>.
 - 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>.
 - Virginio, E. (2024). Manejo de sombra en cafetales (Parte III). [clase de maestría]. Diplomado Internacional de Caficultura Innovadora. Formando profesionales en café, CATIE, Turrialba, Costa Rica. [Presentación de PowerPoint \(promecafe.net\)](#)
 - World Coffee Research. (2023). Coffee Varieties Catalog. A global catalogue of Arabica and Robusta coffee varieties from around the world. <https://varieties.worldcoffeeresearch.org/>.
 - YARA International (2011). *Nitrogen Cycle in the soil*. Youtube video. <https://www.youtube.com/watch?v=Ekx84-T5GLk&t=5s>
 - YARA. El conocimiento crece. (2023). *YarAvances Agronómicos Edición n.o 2. Nitrógeno, su realidad, reto y futuro - Parte I*. https://www.yara.com.co/globalassets/edicion-no2-2023_-yaravances-agronomicos-agosto-2023_nitrogeno-comprimido.pdf.