



GUÍA TÉCNICA PARA EL CODISEÑO DE OPCIONES AGROFORESTALES CON CACAO ADAPTADAS AL CONTEXTO



Agroecological
Regenerative
Cocoa COLOMBIA • ECUADOR • PERU





**GUÍA TÉCNICA
PARA EL CODISEÑO
DE OPCIONES
AGROFORESTALES
CON CACAO
ADAPTADAS AL
CONTEXTO**



**Agroecological
Regenerative
Cocoa** COLOMBIA • ECUADOR • PERU

© 2024, CIFOR-ICRAF



El contenido de esta publicación está bajo licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0), <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Paredes M., Paredes R., Quiñones L., Meza A., Gonzales A., Cerrón J. (2024). *Guía técnica para el codiseño de opciones agroforestales adaptadas al contexto*. Lima, Perú: CIFOR-ICRAF.

Autores: Mendis Paredes, Ronald Paredes, Lourdes Quiñones, Abel Meza, Alicia Gonzales, Jéssica Cerrón

Revisión técnica: Valentina Robiglio

Coordinación: Alejandra Visscher

Corrección de estilo: María Soledad Obregón

Diseño y diagramación: Claudia Rospigliosi

Ilustraciones: Jonathan Guzmán

Fotografías: Mendis Paredes, Alejandra Visscher, proyecto ARC

CIFOR-ICRAF

Oficina Regional para América Latina

Av. La Molina 1895, La Molina, Lima, Perú

PO Box 1558

Tel: +51 1 349 6017

Correo electrónico: latinoamerica@CIFOR-ICRAF.org

CIFOR-ICRAF

El Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR) y el Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF) conciben un mundo más equitativo donde los árboles en todos los paisajes, desde las tierras áridas hasta los trópicos húmedos, contribuyen a mejorar el medioambiente y bienestar de todos y todas. CIFOR-ICRAF son centros de investigación del [CGIAR](https://www.cgiar.org/).

[cifor-icraf.org](https://www.cifor-icraf.org)

Las designaciones empleadas y la forma en que aparece presentado el material en esta publicación no implican la expresión de opinión alguna por parte de CIFOR-ICRAF, de sus socios ni de los organismos donantes sobre el estatus legal de ningún país, territorio, ciudad o área, ni sobre sus autoridades, ni sobre la delimitación de sus fronteras o límites.

Esta publicación ha sido desarrollada en el marco del proyecto Agroecological Regenerative Cocoa (ARC) liderado por la Alianza de Biodiversity International y el CIAT, y KAOKA, y ejecutado con sus socios CIFOR-ICRAF, Conservación Internacional, Fundación KAOKA y Biocacao.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
I. GENERALIDADES DEL CACAO	11
1.1. Diversidad genética	11
1.2. Clones promisorios de cacao en la Amazonía peruana	12
1.3. Ciclo fisiológico y requerimientos del cacao	13
II. CULTIVO DE CACAO EN SISTEMAS AGROFORESTALES	16
2.1. ¿Qué es agroforestería?	16
2.2. Clasificación de las prácticas agroforestales	16
2.3. Agroforestería adaptada al contexto	17
2.4. Principios y criterios para el diseño agroforestal	19
2.5. ¿Por qué cultivar cacao en sistemas agroforestales?	20
III. CODISEÑO DE OPCIONES AGROFORESTALES CON CACAO ADAPTADAS AL CONTEXTO	21
3.1. Identificación de las determinantes contextuales	22
3.1.1. Diagnóstico territorial	22
3.1.2. Diagnóstico de la familia y de la unidad productiva	23
3.1.3. Diagnóstico a nivel de la parcela de intervención	23
3.2. Definición de criterios	24
3.3. Codiseño de opciones agroforestales	26
3.3.1. Selección de especies	26
3.3.2. Construcción de la estructura genérica de la opción agroforestal	27
3.3.3. Análisis económico y financiero	29
3.4. Implementación y manejo de opciones agroforestales	31
3.4.1. Prácticas de manejo claves	31
IV. CASOS DE OPCIONES AGROFORESTALES CON CACAO	33
4.1. Cacao diversificado para la producción de madera y otros servicios	33
4.2. Cacao diversificado con especies frutales y maderables nativas para conservación de la biodiversidad	47
4.3. Enriquecimiento de plantaciones de cacao para la producción de madera y servicios de apoyo al cultivo	63
4.4. Agroforestería con cacao para rehabilitación de suelos degradados	77
BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXOS	95
1. Prácticas generales	95
2. Prácticas de manejo del cultivo cacao	121
3. Prácticas de manejo silvicultural	136
4. Preparación de abono orgánico	145
5. Preparación de biol	147
6. Preparación de caldo bordelés	150
7. Preparación de caldo sulfocálcico	151

INTRODUCCIÓN

El cacao es una especie que por su naturaleza ha sido cultivado bajo sistemas agroforestales; de estos sistemas de producción han derivado múltiples beneficios ecológicos, sociales y económicos reconocidos ampliamente.

Sin embargo, la tendencia actual es la conversión de los sistemas de producción de cacao a monocultivos, debido a que existen desafíos asociados a los sistemas agroforestales (SAF), como el limitado acceso al conocimiento para la instalación y manejo de sistemas complejos por parte de los productores y de los proveedores de asistencia técnica, la escasa disponibilidad de mano de obra y de materiales de propagación (semilla, plántones, otros), la inexistencia de oferta de productos financieros que se adapten a los SAF, el acceso a mercados de la producción diversificada, entre otros.

En la presente guía se abordan brevemente algunas generalidades del cultivo de cacao enfatizando los recientes estudios sobre diversidad genética y la importancia del manejo de plantaciones policlonales.

A continuación, se conceptualiza la agroforestería y se presenta el enfoque de “agroforestería adaptada al contexto”, basado en el diseño participativo de opciones agroforestales que se apoyan en principios y criterios, que responden a las particularidades del contexto y a los objetivos y capacidades de las familias. Luego, se detalla el proceso metodológico para el diagnóstico, codiseño e implementación de las opciones agroforestales.

Finalmente, se describen cuatro opciones agroforestales con cacao y se presentan dos casos de aplicación por cada opción, sin pretender que sean tomadas como “recetas” o “paquetes tecnológicos”, más bien como el resultado de la implementación de este proceso diagnóstico-codiseño-implementación con productores de cacao, en el ámbito de las provincias de Padre Abad en Ucayali y Puerto Inca en Huánuco.



I. GENERALIDADES DEL CACAO

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una especie nativa que tiene su centro de origen en los bosques tropicales húmedos, especialmente de América del Sur. En su proceso de domesticación y adaptación se ha generado una amplia diversidad genética (entre y dentro de ellas), tanto en estado silvestre como cultivado. Esta diversidad genética tiene su origen en su sistema de reproducción sexual, el sistema genético de incompatibilidad, su mecanismo de polinización cruzada natural, la recombinación genética, entre otras (García, 2010).

1.1. DIVERSIDAD GENÉTICA

Durante mucho tiempo, el cacao se dividió en tres grupos genéticos en función de su origen geográfico y rasgos morfológicos: “criollo”, “forastero” y el híbrido de ambos “trinitario”. Con la finalidad de reflejar con mayor precisión su diversidad genética, estudios recientes plantean una nueva clasificación del cacao en 10 grupos (Motamayor et al., 2018); y para el territorio peruano, Thomas et al. (2023) proponen la clasificación en 30 grupos genéticos de cacao silvestres y cultivares tradicionales nativos e introducidos, los cuales incluyen los descritos por Motamayor.

Conocer la diversidad genética y las zonas de origen de las poblaciones de cacao es importante para la conservación, el manejo y el mejoramiento de los recursos genéticos orientados a la selección de cultivares o variedades adaptadas a las zonas donde se desea cultivar, de alta productividad, auto o intercompatibles, tolerantes a enfermedades y con las características de calidad que el mercado de destino requiere.

Tabla 1. Grupos genéticos propuestos por Motamayor et al., 2018.

1. Marañón	3. Criollo	5. Nanay	7. Amelonado	9. Nacional
2. Curarray	4. Iquitos	6. Contamana	8. Purús	10. Guyana

Fuente: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0003311>

Tabla 2. Grupos genéticos presentes en el territorio peruano, propuestos por Thomas et al., 2023

1. Iquitos	11. Cajamarca-Amazonas	21. Purús
2. Loreto	12. Blanco de Piura	22. Gran Blanco Piura
3. Nauta	13. Huallaga	23. CCN-51 cultivar
4. Ticuna	14. Satipo-VRAE	24. ICS-1 cultivar
5. Nanay	15. Chuncho	25. ICS-6 cultivar
6. Amelonado catongo	16. Madre de Dios	26. ICS-95 cultivar
7. Marañón	17. Purús Perú	27. IMC-67 cultivar
8. Contamana	18. Nacional	28. VRAE-15 cultivar
9. Scavina	19. Curaray	29. VRAE-99 cultivar
10. Requena	20. Criollo	30. CYP-99 cultivar

Fuente: https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20500.12955/2399/1/Thomas_et-_al_2023_diversidad_cacao.pdf

1.2. CLONES PROMISORIOS DE CACAO EN LA AMAZONÍA PERUANA

En la Tabla 3 se presenta una lista de doce clones o variedades de cacao indicados como promisorios por Arévalo et al. (2017), Parra y Guerra (2015) y Paredes (2015), por sus características de productividad, tolerancia a enfermedades y calidad del grano.

Con base en la experiencia de campo, se valoran seis atributos clave por cada clon, en una escala del 1 a 3 (1: bueno, 2: regular, 3: malo), es importante indicar que el manejo del cultivo hará que estas características mejoren o empeoren.

Tabla 3. Valoración de las principales características de clones promisorios de cacao

Clones	Tolerancia a enfermedades	Productividad	Arquitectura de la planta	Grado de aromaticidad	Tolerancia a sombra	Compatibilidad
T S H - 565	1	1	3	1	1	2
ICS-1	3	1	1	1	2	1
ICS-6	2	2	1	1	3	2
ICS-39	2	1	1	1	1	1
ICS-95	3	1	1	2	2	1
UF-613	2	2	1	2	1	1
CCN-51	1	1	1	3	2	1
CMP-6	2	1	1	1	1	2

Clones	Tolerancia a enfermedades	Productividad	Arquitectura de la planta	Grado de aromaticidad	Tolerancia a sombra	Compatibilidad
CMP-15	2	1	1	1	2	1
CMP-74	1	1	2	1	1	1
CMP-99	1	1	2	1	1	1
IMC-67*	2	3	1	2	1	1

(*) IMC-67: Utilizado como patrón para la injertación.

Fuente: Adaptado de Paredes (2015), Parra y Guerra (2015), Arévalo et al. (2017).

Considerando la característica de autoincompatibilidad natural que presentan algunos clones de cacao, se recomienda el establecimiento de plantaciones policlonales, con el objetivo de estimular la polinización cruzada, a esto se suma la ventaja de la mayor tolerancia a enfermedades de la plantación.

Con la finalidad de garantizar una buena productividad y calidad de la producción, se deben identificar clones promisorios adaptados a la zona donde se instalará el cultivo, de alta productividad, compatibles, tolerantes a enfermedades y con las características de calidad que se desea producir.

1.3. CICLO FISIOLÓGICO Y REQUERIMIENTOS DEL CACAO

El ciclo fisiológico del cacao tiene una duración de doce meses, dividido en cuatro etapas (descanso, floración, fructificación y maduración). La ocurrencia de las etapas fisiológicas relacionada con los meses del año varía considerablemente entre las zonas productoras de cacao, está influenciada por las condiciones climáticas (precipitaciones), así como por el manejo de cultivo. Por estas mismas razones, los periodos de las etapas fisiológicas pueden variar de un año a otro en una misma zona de producción.

El principio básico es realizar las prácticas de manejo clave en forma oportuna en cada una de las etapas, considerando las necesidades de la planta y las condiciones óptimas que permitan una mayor eficiencia de estas.

El cacao se desarrolla de manera óptima a altitudes menores de 900 m s. n. m., en zonas tropicales con precipitaciones entre 1500 y 2500 mm/año distribuidos en por lo menos 8 a 9 meses del año, humedad relativa entre 70% y 80%, con vientos menores de 14 km/hora y con temperaturas entre los 18°C y 32°C. Requiere suelos francos y profundos (0.8 a 1.5 m) para facilitar el desarrollo de las raíces, de buena fertilidad, alto contenido de materia orgánica, con pH entre 6.0 y 7.0, buen drenaje y con pendientes menores de 40% (Mocca, s.f.; Paredes, 2015).

En la Figura 1 y Tabla 4, se proponen las buenas prácticas de manejo del cultivo de cacao según su ciclo fisiológico para las zonas bajas de producción, comprendidas entre los 0 y 300 m s. n. m. con precipitaciones entre 1600 a 2200 mm/año.

Figura 1. Manejo del cultivo de cacao según su ciclo fenológico para zonas bajas



Descanso

En este periodo se prepara a la planta para el ciclo de floración, con la finalidad de asegurar la producción. Las principales actividades son el manejo de malezas, el abonamiento edáfico o al suelo, poda principal, aplicación de abono foliar y fungicidas orgánicos, remoción de enfermedades y desbrote.

Floración

Esta es la etapa más importante del ciclo fisiológico del cacao, en este periodo se realiza la mayor actividad fisiológica debido a que se desarrolla la mayor cantidad de pelos absorbentes (70% a 80%), cuya función principal es asimilar o absorber los nutrientes existentes en el suelo. Del manejo que se realice en esta etapa dependerá la producción de la campaña.

Las principales actividades son manejo de malezas, remoción de enfermedades y brotes, aplicación de abono foliar y fungicidas orgánicos, cosecha selectiva.

Fructificación

Se recomienda realizar las siguientes actividades: manejo de malezas, remoción de enfermedades y desbrote, aplicación de abono foliar y fungicidas orgánicos, cosecha selectiva.

Durante la formación de frutos, las temperaturas extremas (hasta 14°C o 35°C) pueden ocasionar la muerte prematura de estos (*cherelle wilt*).

Maduración

En esta etapa la mayoría de los pelos absorbentes de las raíces mueren, lo que reduce significativamente la asimilación y absorción de nutrientes. Esta fase se caracteriza por concentrar la mayor parte de la producción, ya que las mazorcas —que generalmente tienen seis meses— alcanzan su madurez. La cosecha selectiva es la actividad más importante, se realizan además manejo de malezas, remoción de enfermedades y desbrote, aplicación de abono foliar y fungicidas orgánicos.

Tabla 4. Fenología del cultivo de cacao en las zonas bajas de producción

ZONA PRODUCTORA	DESCANSO			FLORACIÓN			FRUCTIFICACIÓN			MADURACIÓN		
Zona baja (1600 a 2200 mm/año - 0 a 300 m s. n. m.) Precipitación mensual promedio de 30 años (mm)												
Prácticas de manejo	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Época de floración	[Pink shaded area]											
Época de desarrollo de frutos	[Yellow shaded area]											
Época de fructificación	[Red shaded area]											
INSTALACIÓN DE ÁREAS NUEVAS	[Orange header]											
Siembra	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	
Recalce												
Injertación	●	●	●									
MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	[Orange header]											
Manejo de malezas	●		●		●		●					
Remoción de enfermedades y desbrote	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Elaboración y aplicación de fungicidas orgánicos	●		●		●		●					
PODAS	[Orange header]											
Poda principal	●	●	●									●
Poda de apertura de calles							●	●				
ABONAMIENTO	[Orange header]											
Abonamiento edáfico o al suelo		●	●									
Abonamiento foliar												
Elaboración de abono edáfico y foliar	●			●			●			●		
OTRAS ACTIVIDADES	[Orange header]											
Apertura y/o limpieza de drenaje		●	●	●								
Manejo e instalación de coberturas		●	●	●								
Instalación y manejo de sombra		●	●	●								
COSECHA	[Orange header]											
Cosecha selectiva	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Fuente: Senamhi, 2024. Normales Climatológicas Estándares y Medias 1992-2020 de las Estaciones Las Palmeras de Ucayali, El Maronal, San Alejandro, Puerto Inca y Tournavista. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=normales-estaciones-Paredes> (2015)



II. CULTIVO DE CACAO EN SISTEMAS AGROFORESTALES

2.1. ¿QUÉ ES AGROFORESTERÍA?

De manera muy sencilla, la agroforestería es el manejo de las interacciones de árboles y cultivos y/o animales en un mismo espacio.

Desde que se acuñó el término “agroforestería” a fines de la década de los 70, se han propuesto diversas definiciones que evolucionaron con el tiempo, desde considerar solamente las interacciones de los componentes herbáceos y leñosos a nivel de la parcela a enfoques más amplios que consideran una dimensión de paisaje que abarca la influencia de los árboles más allá de la parcela, a nivel de la unidad productiva familiar (finca o chacra), y del territorio en el cual se desarrollan.

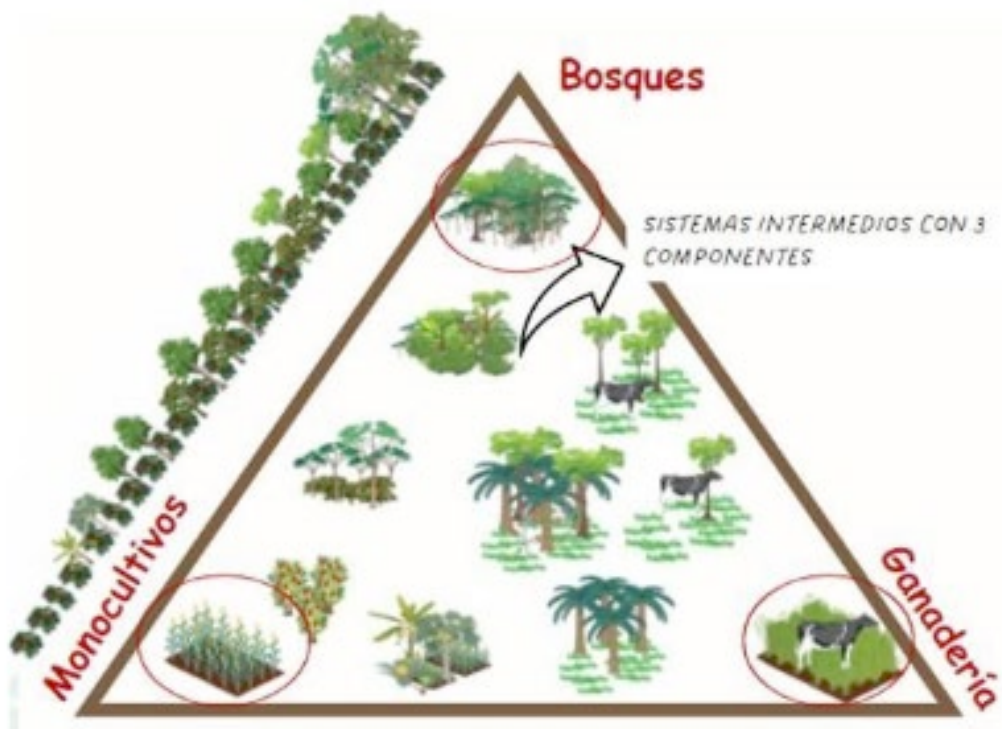
Con una visión más integrada, la Política Nacional Agraria 2021-2030 define la agroforestería como “sistemas de uso de la tierra que combinan actividades agropecuarias y forestales; que consisten en el manejo integrado de especies leñosas, cultivos y/o animales en el espacio y en el tiempo en una misma unidad de manejo para beneficiarse de sus interacciones ecológicas económicas y sociales” (Decreto Supremo 017-2021-MIDAGRI, 2021 y Robiglio et al., 2022).

2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS PRÁCTICAS AGROFORESTALES

Existen varias maneras de combinar actividades agropecuarias y forestales (Figura 2). Estas combinaciones se clasifican en primer término en función de los componentes involucrados (silvoagrícolas, silvopastoriles, agrosilvopastoriles), así como de su estructura temporal (simultáneos o secuenciales), espacial (zonal o dispersos) y con relación a los objetivos de la familia agricultora (Robiglio et al., 2022).

Dependiendo de la diversidad de los componentes y de la modalidad de asocio, las prácticas agroforestales pueden ser sencillas (asocian un cultivo con una especie arbórea a baja densidad) hasta muy complejas (involucran varias especies arbóreas a alta densidad y en varios estratos de altura, de cultivos), para satisfacer diferentes necesidades al mismo tiempo (Gassner y Dobie, Eds., 2023).

Figura 2. Estratificación de las prácticas agroforestales a lo largo de la gradiente entre sistemas productivos de cultivos, ganado y forestales



Fuente: Adaptado de Herder et al. (2015).

2.3. AGROFORESTERÍA ADAPTADA AL CONTEXTO

La agroforestería adaptada al contexto, o “agroforestería a la medida”, es un enfoque que promueve el diseño de programas, proyectos e intervenciones agroforestales que no se basan en paquetes tecnológicos predefinidos por expertos. La propuesta técnica se construye a partir de un enfoque de agroforestería multinivel donde la intervención a nivel de la parcela se enmarca en el contexto de la unidad productiva manejada por la familia y en las circunstancias socioambientales de su entorno. Asimismo, se basa en principios generales y criterios que aterrizan estos principios, para que el diseño agroforestal se adapte a las condiciones socioambientales y económicas locales y, sobre todo, a los objetivos, necesidades y capacidades del agricultor y su familia.

Este enfoque se fundamenta en:

- El agricultor y su familia, considerando sus capacidades, habilidades, conocimiento, aspiraciones y trayectorias de medios de vida que determinan su interés para implementar agroforestería para los cultivos, y su capacidad de ser exitosos en implementarlas beneficiándose de sus productos y servicios de mejoras de la salud del agroecosistema.
- Las opciones como alternativas técnicas, corresponden al conjunto de prácticas de integración y manejo de los árboles asociados a los cultivos implementados por los agricultores en su parcela.
- Las prácticas como modalidades de integración y manejo de los árboles asociados a los cultivos y de gestión de los cultivos.

- El contexto, definido por el conjunto de condiciones y circunstancias en las cuales opera el agricultor. Incluye elementos biofísicos, de infraestructura, de mercado, normativos, que determinan los retos y oportunidades para las familias de agricultores en la implementación de la agroforestería.
- Las intervenciones basadas en el enfoque de agroforestería a la medida se construyen a partir de principios y criterios:

Principios

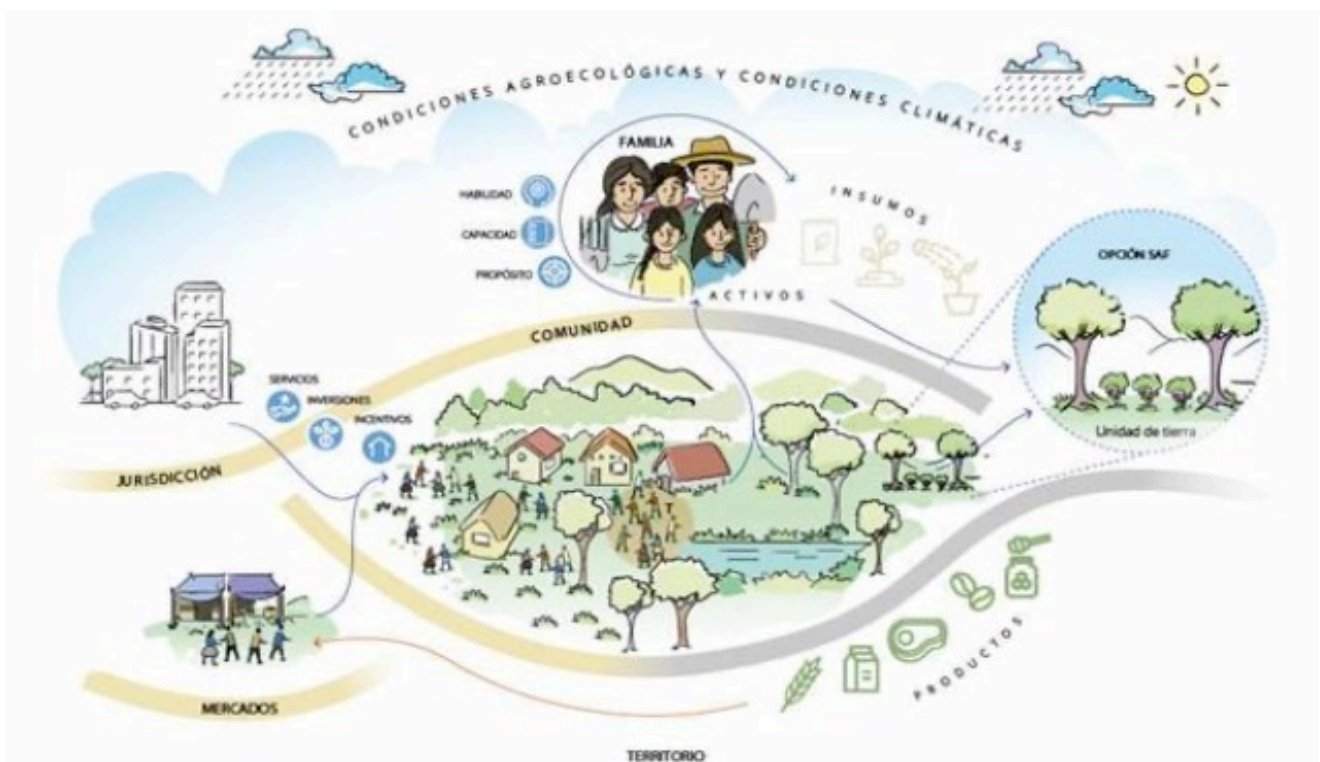
Pautas fundamentales que rigen la toma de decisiones. Son conceptos amplios y fundamentales que reflejan valores, ética o creencias centrales, como por ejemplo, los principios de agroecología, principios de conservación y cuidado de los bosques y de los recursos. Los principios proporcionan una base para la toma de decisiones al describir los valores esenciales que deben guiar el proceso.

Criterios

Estándares o medidas específicas empleadas para evaluar y analizar opciones o alternativas durante el proceso de toma de decisiones, es decir, son factores o atributos específicos que los tomadores de decisiones utilizan para juzgar la idoneidad de alternativas. Proporcionan una base para traducir los principios en el campo.

Los principios primarios aplicados en el enfoque de agroforestería a la medida son los de la agroecología, a los que se pueden sumar otros principios a partir de la naturaleza u objetivos específicos de una intervención.

Figura 3. Factores del contexto que determinan la construcción de opciones agroforestales en un territorio de intervención



Fuente: Robiglio et al. (s.f)

2.4. PRINCIPIOS Y CRITERIOS DEL DISEÑO AGROFORESTAL

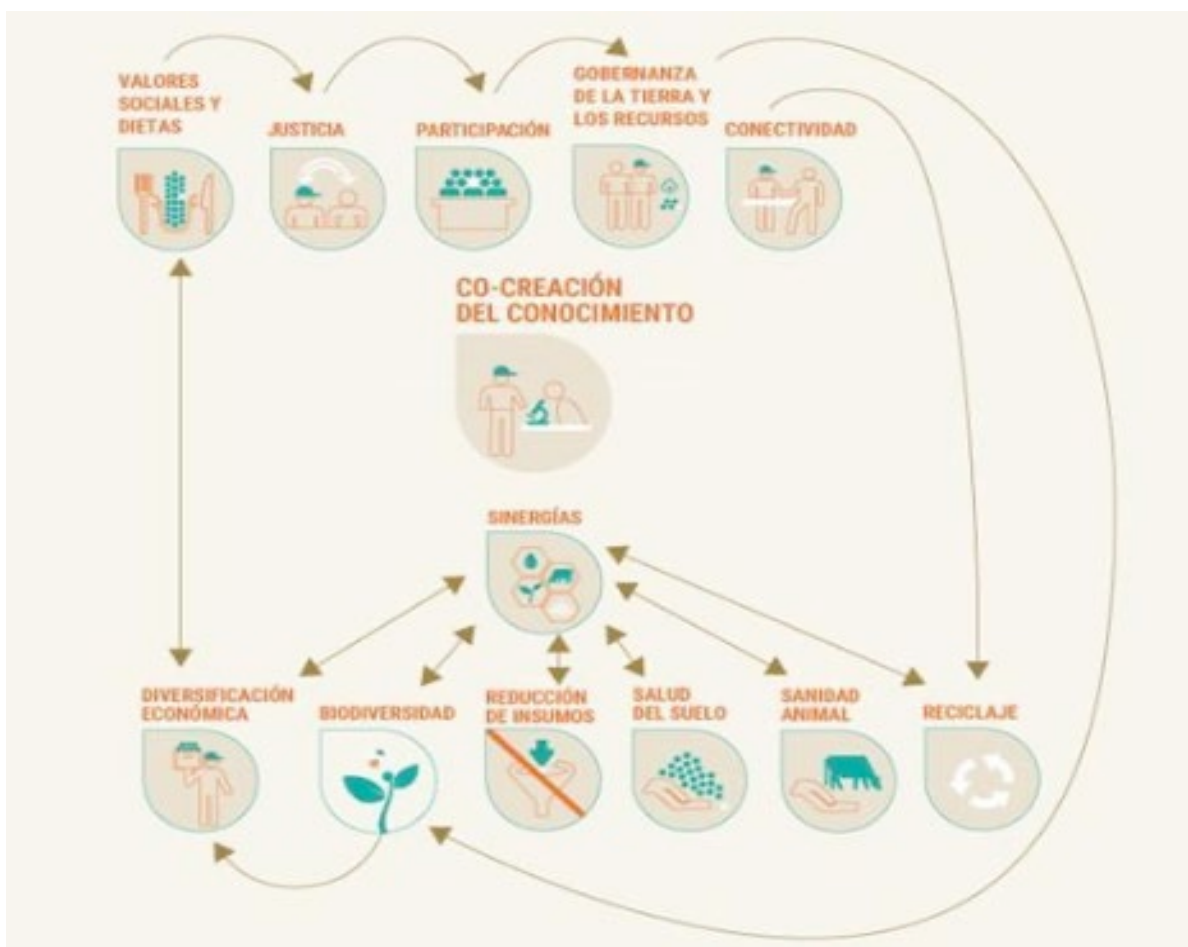
Como se indicó, la “agroforestería a la medida” se alinea con los principios de la agroecología (descritos por GANESAN, 2019), y se construye a partir de procesos participativos que valoran el conocimiento local, empoderando a los agricultores/as para desarrollar, implementar y monitorear intervenciones que responden a sus aspiraciones y capacidades, priorizando prácticas que apuntan a maximizar sinergias.

A nivel del proceso de diseño de la intervención, los principios agroecológicos fundamentales que orientan la identificación de las opciones son: reciclaje, reducción de insumos, salud del suelo, diversificación económica, sinergias, valores sociales, dietas y biodiversidad.

Dependiendo de la coyuntura en la que se desarrolla la intervención, a estos principios pueden sumarse otros de importancia para la situación específica, ya sea por la naturaleza u objetivos del proyecto/programa o por las condiciones específicas de los territorios de intervención en relación con la normativa y zonificación forestal u otros.

Por ejemplo, se podrían considerar adicionalmente principios establecidos en la Ley Forestal y de Fauna Silvestre vigente para las Cesiones en Uso para los Sistemas Agroforestales (CUSAF) en el caso de Perú, o principios establecidos en los Reglamentos Técnicos de Certificación Orgánica para los productores orgánicos o en acuerdos de conservación, entre otros.

Figura 4. Principios de la agroecología



Fuente: Adaptado de Gliessman 2016 and HLPE 2019.

2.5. ¿POR QUÉ CULTIVAR CACAO EN SISTEMAS AGROFORESTALES?

A través de la agroforestería, los agricultores contribuyen a la provisión de bienes y servicios ecosistémicos con el fin de incrementar sus propios beneficios económicos y ambientales y de toda la comunidad disminuyendo el riesgo socioambiental (ej. reduciendo el impacto de enfermedades o la erosión hacia las parcelas en la parte baja) y el impacto de eventos climáticos extremos (Sinclair, 1999; Sinclair, 2004).

El cacao es una especie por naturaleza umbrófila, es decir, que requiere cierto grado de sombreadamiento, lo que la convierte en una especie clave para ser manejada bajo sistemas agroforestales.

Cultivar cacao asociado a árboles maderables, no maderables, frutales y palmeras, contribuye a la producción de bienes y provisión de servicios ecosistémicos con un impacto positivo en la generación de beneficios socioeconómicos y ambientales, como:

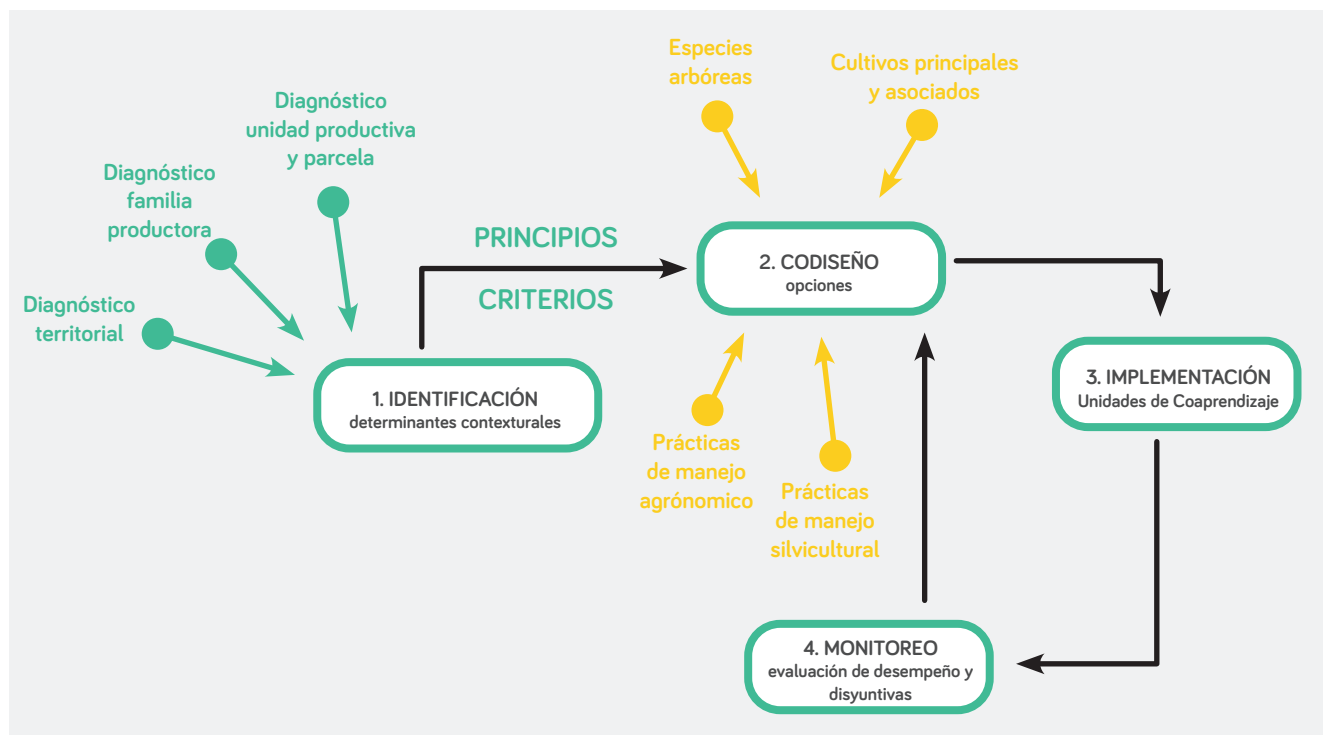
- Diversificación de la producción en el corto, mediano y largo plazo de cultivos, frutas, madera y productos no maderables (fibras, hojas, látex, semillas, otros) para la venta (diversificación de ingresos) generando ingresos en el corto, mediano y largo plazo; y para el autoconsumo (seguridad alimentaria).
- Rehabilitación, conservación y mejoramiento de la salud de los suelos a través de una mayor producción de materia orgánica (hojas, raíces, ramas, otros) que favorece las poblaciones de macro y microorganismos, mejora la estructura del suelo (mayor aireación), el reciclaje de nutrientes, control de erosión y reducción de la velocidad de escorrentía.
- Regulación de microclima y luz, el cacao requiere entre el 60% y 70% de sombra en la etapa de crecimiento para el óptimo desarrollo de las plantas jóvenes y 40% en su etapa de producción a partir del quinto año; lo cual se logra manejando las densidades de las especies asociadas (Mocca, s.f.; Paredes, 2015).
- Regulación de la disponibilidad de agua.
- Regulación de plagas y enfermedades.
- Mejora la polinización generando hábitats apropiados (materia orgánica) para favorecer las poblaciones de polinizadores naturales del cacao (Cerdeira et al., 2013).
- Disminución del uso de insumos externos.
- Almacenamiento de carbono.
- Conservación de biodiversidad de flora y fauna.



III. CODISEÑO DE OPCIONES AGROFORESTALES CON CACAO ADAPTADAS AL CONTEXTO

La aplicación del enfoque de “agroforestería a la medida” se desarrolla en cuatro etapas: 1) el conocimiento del contexto en distintos niveles (territorio, unidad productiva familiar –UPF– y parcela de intervención), 2) a partir del conocimiento del contexto, la priorización de principios y criterios que guían la toma de decisiones para el diseño colaborativo de las opciones agroforestales (selección de especies arbóreas y cultivos y de las prácticas de manejo), 3) la implementación en campo y 4) el monitoreo y evaluación para analizar el desempeño de la opción en el tiempo y orientar los posibles ajustes y mejoras.

Figura 5. Proceso de aplicación del enfoque de “agroforestería a la medida”



3.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS DETERMINANTES CONTEXTUALES

3.1.1. Diagnóstico territorial

El diagnóstico territorial nos permite identificar las principales oportunidades y limitantes o riesgos que afectan o podrían afectar directa e indirectamente los medios de vida de las familias y el éxito de una intervención agroforestal en el corto, mediano y largo plazo. Es importante reconocer todos los componentes de la agroforestería incluyendo las especies arbóreas, los cultivos y los servicios ecosistémicos, y las necesidades o requerimientos en términos de manejo, materiales y conocimiento, que son los factores fundamentales para la adopción e implementación exitosa de la agroforestería.

La información se puede obtener a través de distintas metodologías de diagnóstico y fuentes secundarias (estudios de zonificación, estadística agropecuaria y forestal, otros) o primarias (encuestas semiestructuradas, talleres participativos, grupos focales, entre otras).

¿Qué se necesita conocer sobre el contexto en el territorio de intervención?

- Sistemas de uso de la tierra (zonas y cobertura vegetal)
- Tendencias y dinámicas de cambio de uso de la tierra
- Zonificación y normas sobre uso de la tierra y recursos naturales
- Riesgos ambientales (incendios, inundaciones, deforestación, degradación, plagas)
- Derechos y tenencia de la tierra, recursos naturales
- Principales cadenas productivas, eslabones principales para productos agrícolas forestales y servicios ecosistémicos
- Normatividad para acceso a los mercados de productos (certificación orgánica, cero deforestaciones, RSPO), en particular, productos forestales
- Acceso a crédito y servicios de asistencia técnica, intervenciones de programas o iniciativas de apoyo a los agricultores
- Grupos sociales, agricultores por categorías (grandes, medianos y pequeños), estrategias de medios de vida (cacaoteros, cafetaleros, ganaderos, palmeros, etc.)
- Generalidades sobre predios y composiciones de las unidades productivas UPF (tamaño, tenencia, usos de la tierra, otros)
- Organizaciones sociales e institucionales, alianzas productivas
- Existencia y acceso a infraestructura productiva y social
- Existencia y acceso a asistencia técnica y otros servicios
- Marco normativo y legal que afecta las actividades productivas y el acceso a los principales recursos
- Otros

3.1.2 Diagnóstico de la familia y de la unidad productiva

El diagnóstico al nivel de la familia y la unidad productiva o chacra permite conocer y considerar aspectos clave como las necesidades y aspiraciones de los agricultores y su grupo familiar, sus principales medios de vida, el acceso a recursos (humanos, físicos, financieros, sociales y naturales) y sus capacidades. En conjunto estos elementos influyen la gestión de la unidad productiva familiar (UPF), y pueden fomentar y sostener la adopción de la agroforestería en el corto plazo y su mantenimiento en el mediano y largo plazo, así como sus estrategias para enfrentar las disyuntivas que se presenten en el proceso.

La información se puede obtener mediante la aplicación de distintas herramientas de manera individual, grupal o en combinación, como entrevistas semiestructuradas, transectos o recorridos de las chacras, elaboración de mapas parlantes (pasado, presente y futuro) respecto al uso de la tierra y objetivos de la familia.

¿Qué se necesita conocer a nivel de la familia y de la unidad productiva familiar (UPF)?

- Ubicación de la UPF y área
- Aspectos biofísicos
- Nivel de titulación y formalidad de la tenencia
- Categoría en la zonificación forestal o categoría de capacidad de uso mayor
- Usos del suelo actuales y pasados
- Características demográficas
- Orientación y escala productiva (autoconsumo o venta, pequeños, medianos o grandes productores)
- Principales medios de vida
- Acceso y disponibilidad de mano de obra y calidad
- Nivel de conocimiento técnico
- Acceso a servicios básicos e infraestructura productiva
- Acceso a herramientas, equipos e insumos
- Acceso a asistencia técnica y capacitación
- Acceso a crédito
- Acceso a mercados
- Otros

Fuente: Morales y Leguía, s.f.

3.1.3. Diagnóstico a nivel de la parcela de intervención

El diagnóstico a nivel de la parcela de intervención permite conocer principalmente el potencial agronómico y las necesidades de manejo de los componentes de la parcela en función de su estado actual (estado biofísico y de salud del agroecosistema y nivel de riesgo de amenazas ambientales locales).

Según el indicador a evaluar, la información se obtiene a través de distintos métodos.

¿Qué se necesita conocer a nivel de la parcela de intervención?

- Topografía y exposición dominante
- Estado de la materia orgánica en el suelo (cobertura, espesor y composición), fertilidad del suelo, presencia de signos de erosión, infiltración de agua en el suelo, grado de compactación y macrofauna del suelo
- Prácticas de manejo del suelo realizadas
- Presencia de plagas y enfermedades
- Vigor del cultivo principal y rendimiento relativo
- Diversidad funcional de las especies (productoras de biomasa, grupos sucesionales, diversidad funcional)
- Amenazas y gestión del riesgo (sequías u olas de calor, friajes, tormentas, incendios, inundaciones, animales silvestres y domésticos)
- Otros

Fuente: Morales y Leguía, s.f.

3.2. DEFINICIÓN DE CRITERIOS

Sobre la base de los principios generales y los resultados del conocimiento del contexto a nivel de territorio, UPF y parcela, así como los objetivos de la familia, se establecen criterios para aterrizar los principios para los procesos de selección de especies arbóreas y cultivos asociados, el diseño colaborativo de la opción agroforestal y el manejo de la parcela agroforestal.

A continuación, se proponen criterios de decisión para construir opciones agroforestales basadas en cacao, se pueden considerar otros dependiendo de los objetivos de la intervención:

1) Para la selección de especies:

- **Se desarrollan bien y se adaptan a las condiciones biofísicas de la parcela.** Este criterio es básico y se aplica independientemente de los objetivos de la intervención.
- **Son conocidas y de interés del agricultor y su familia.** En algunos casos especiales este criterio puede no ser determinante, por ejemplo, en zonas donde el objetivo sea rehabilitar suelos, los expertos técnicos podrían sugerir especies claves, aunque no sean conocidas por los agricultores (ej. *Canavalia ensiformis*, *Mucuna pruriens*, entre otras), previa evaluación en el caso de que sean exóticas y no sean invasivas.
- **Tienen acceso al mercado** (frutas, madera, no maderables, otros) o con potencial en el futuro. Se aplica, sobre todo, para agricultores que apuntan a la diversificación de ingresos.
- **Brindan servicios de apoyo al cultivo principal** (sombra, regulación de plagas, hábitats de polinizadores, otros).

- **Tienen alta capacidad de mejorar o conservar la salud del suelo** (mediante fijación de N₂ o alta producción de biomasa). Es un criterio importante para agricultores que quieren recuperar suelos degradados.
- **Son especies arbóreas nativas.** Es un criterio vital en opciones orientadas a recuperar y conservar la biodiversidad.
- **Brindan servicios de apoyo a la biodiversidad** (recursos para abejas, aves, murciélagos y otros grupos de fauna). Es un criterio fundamental para casos orientados a recuperar y conservar la biodiversidad.
- **Tienen tolerancia a condiciones extremas** (sombra, inundaciones, sequía, suelos de baja fertilidad). En zonas que tienen propensión a estas condiciones, es un criterio indispensable.
- **El agricultor puede manejar de acuerdo con la disponibilidad y capacidad técnica de la mano de obra en términos de habilidades y herramientas necesarias.** Por ejemplo, para la formación de la copa, la poda, el raleo y el mantenimiento de la estructura vertical.
- **Encajan bien con otras especies en el arreglo horizontal y en la estructura vertical en cuanto al espacio que ocupan a lo largo del tiempo y su ciclo de vida,** competencia por luz, agua y nutrientes.

2) Para el diseño espacial y temporal de la opción:

- **Disponibilidad de mano de obra.** Se refiere a la disponibilidad de mano de obra propia (familiar) o a la capacidad y disponibilidad para contratarla. Este factor puede determinar la complejidad y la diversidad de especies a incluir en el diseño.
- **Condiciones biofísicas de la parcela.** Sobre todo las condiciones de suelo y su relieve determinan la necesidad de implementar algunas prácticas. Por ejemplo, en terrenos con pendiente pronunciada se requerirá la instalación de barreras vivas.
- **Nivel de conocimiento de la familia en el manejo del cultivo y de las especies** a integrarse.
- **Características morfológicas y requerimientos de las especies seleccionadas.** Las características de la copa, tallo y raíz, así como su gremio ecológico y fenología, son aspectos fundamentales a considerar para determinar distancias, densidades y ubicación de las especies (en las calles, en linderos, dispersas, etc.).

3) Para el manejo de la parcela agroforestal:

- **Disponibilidad de mano de obra.** Nuevamente la disponibilidad de mano de obra propia o contratada es un recurso importante a tener en cuenta para el manejo y está relacionada con la demanda de esta según la complejidad de la opción.
- **Nivel de conocimiento de la familia en el manejo del cultivo y de las especies** a integrarse.
- **Capacidad para la adquisición de insumos, herramientas y equipos especializados.** Por ejemplo, la capacidad de adquisición de herramientas para prácticas silviculturales (tijeras de podar, podadora de altura, otros).

3.3. CODISEÑO DE OPCIONES AGROFORESTALES

3.3.1. Selección de especies

La selección de especies es la parte clave del diseño agroforestal porque determina los bienes que se producirán y los servicios que brindará el sistema, basado en los criterios de selección priorizados en respuesta a los objetivos, aspiraciones y capacidades del agricultor y su familia, a la realidad del contexto del territorio donde se desenvuelven y a los principios generales establecidos (CIFOR-ICRAF, 2023).

Dentro de las especies podemos diferenciar tres grupos: 1) las especies arbóreas, 2) los cultivos asociados y 3) las especies de servicio.

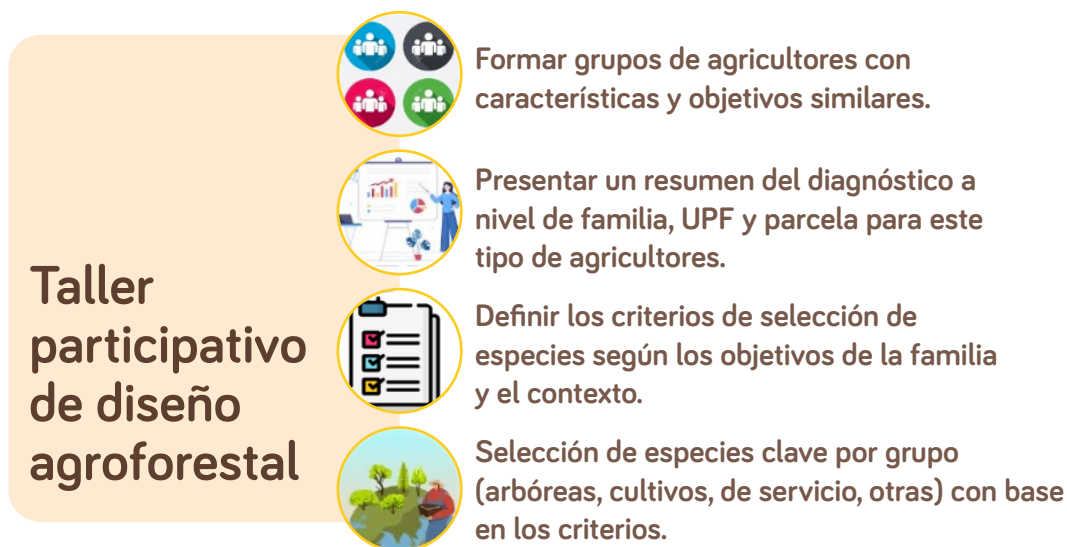
Este proceso de selección incluye los siguientes pasos:

- 1 Elaborar una lista de especies que cumplen con los criterios de selección priorizados para el contexto, objetivos del productor y su familia.
- 2 Verificar si las especies se adecuan a las condiciones climáticas de la zona como la elevación, temperatura, precipitación y condiciones extremas (inundaciones, sequías, friajes, sombra, otros).
- 3 Verificar si las condiciones de suelo responden a los requerimientos de las especies para su adecuado desarrollo (textura, fertilidad, pH, profundidad, drenaje).
- 4 Conocer las características morfológicas de las especies (gremio ecológico, fenología, tipo de raíz, tipo de corteza, capacidad de regeneración de ramas y tipo de ramificación, forma, densidad y follaje de copa, altura y ancho de copa).

Esta etapa se realiza con la participación de agricultores, expertos técnicos locales y otros actores involucrados, con el propósito de integrar el conocimiento técnico-científico con el conocimiento local para la construcción de conocimiento conjunto que apoye el proceso de toma de decisiones para diseñar la intervención adaptada al contexto.

En este proceso se definen las especies con potencial de proveer los productos y servicios deseados bajo las condiciones locales. Las especies que responden a varios de los criterios de selección definidos se consideran como “especies clave”.

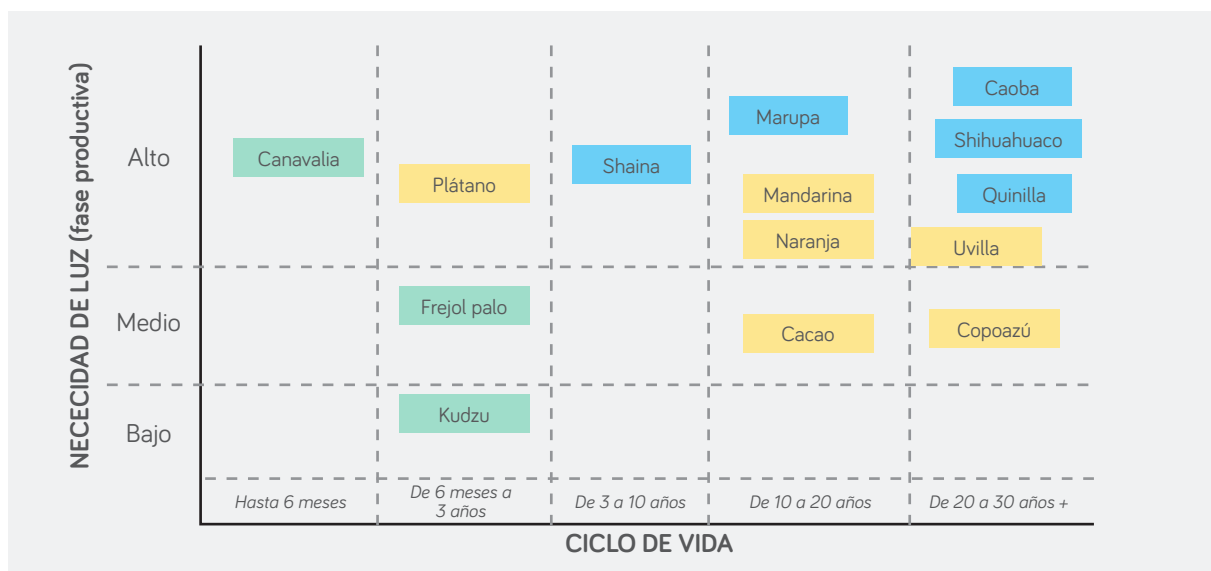
Figura 6. Esquema de taller participativo para el diseño colaborativo de opciones agroforestales basadas en el contexto.



3.3.2 Construcción de la estructura genérica de la opción agroforestal

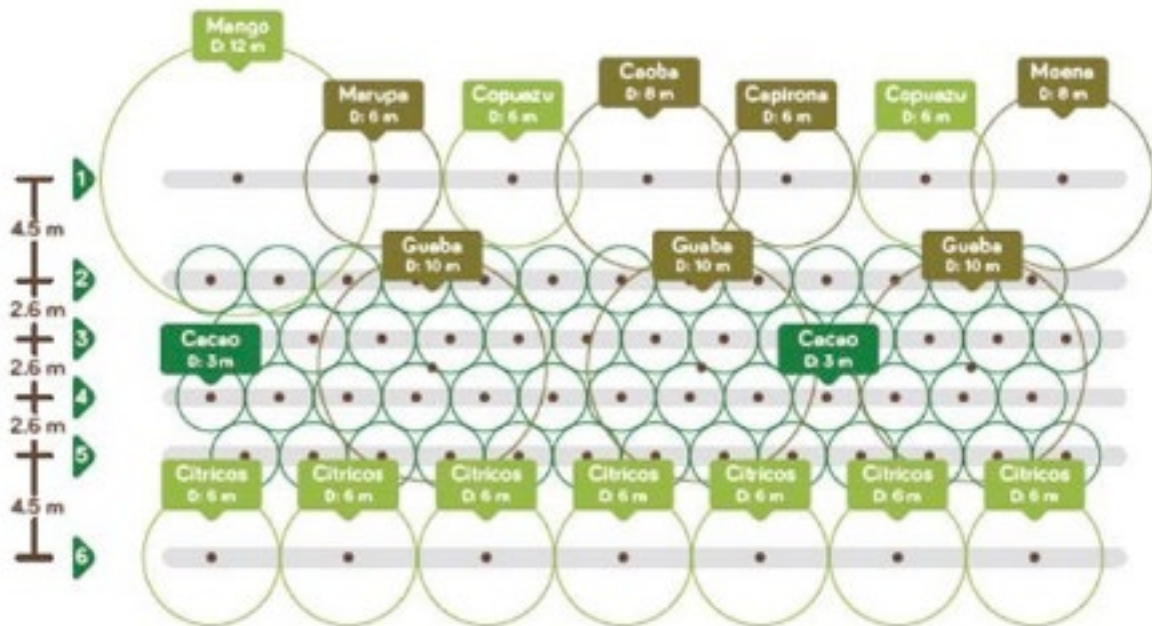
Con las especies seleccionadas, se construye una matriz de requerimiento de luz según su ciclo de vida se evalúan las sinergias y los potenciales conflictos de dichas plantas en el tiempo y en el espacio.

Figura 7. Matriz de requerimiento de luz de las especies seleccionadas



A partir del análisis de la matriz, se diseña la estructura espacial de la opción, determinando los distanciamientos, ubicación de las especies y las densidades.

Figura 8. Estructura horizontal de una opción agroforestal



En esta etapa, se recomienda nuevamente revisar:

- ✓ ¿La opción responde a los principios en los cuales se enmarca la intervención?
- ✓ ¿La opción responde a los objetivos, aspiraciones y capacidades del productor y su familia?
- ✓ ¿Las especies seleccionadas responden a los criterios de selección establecidos?
- ✓ ¿Existen sinergias entre las especies?
- ✓ ¿Existe la posibilidad de conflicto en el tiempo y en el espacio entre las especies?

La importancia de este paso radica en identificar y establecer posteriormente estrategias durante el manejo orientadas a aumentar las sinergias positivas y reducir o evitar los conflictos potenciales, mediante:

- La reubicación de algunas especies en el espacio.
- La reducción o incremento de la densidad.
- Definir el manejo de las especies: como podas para reducir copa, raleo, turnos de aprovechamiento, entre otras.

3.3.3 Análisis económico y financiero

Una de las principales disyuntivas que enfrentan los agricultores al momento de decidir por una actividad u otra es la rentabilidad, ya que ellos trabajan sus tierras con el objetivo de generar ingresos que les permitan el sustento de sus familias.

A través del análisis económico y financiero basado en información real y actualizada a nivel local, se puede proyectar la rentabilidad de una determinada intervención; esta información constituye un insumo que apoya la toma de decisiones, pues según sea se podría decidir por una opción u otra o considerar cambiar las densidades de las especies o el tipo de manejo (los turnos de aprovechamiento, por ejemplo) u otra estrategia en una opción para lograr mejores beneficios, dependiendo del objetivo del productor.

El análisis económico y financiero se basa en los siguientes supuestos:

- ✓ Es un análisis del tipo privado, es decir, tanto los precios de insumos, bienes y servicios, así como de la producción, se valoran a precio de mercado.
- ✓ Se considerarán solo bienes y servicios con mercado como insumos y productos de la actividad agroforestal. Externalidades negativas (ej. quemas como sistema tradicional de preparación de terrenos) o positivas (captura de carbono, biodiversidad, entre otros), aunque importantes y relevantes, no forman parte del análisis.
- ✓ Se asume una tasa de descuento de 10% como indicador del valor temporal del dinero, esta tasa refleja el costo de oportunidad de obtener rentabilidad –no actual– sino en el futuro.
- ✓ A pesar de que un análisis económico y financiero considera los impuestos como parte de la estructura de costos y los subsidios como ingresos, los resultados de estos ejercicios se evalúan antes de aplicar impuestos sobre la renta. Además, los costos de mercado tienen en cuenta tanto los impuestos como los subsidios relacionados con insumos o servicios.

Flujo de costos e ingresos en el tiempo

El análisis económico y financiero se basa en el flujo de costos e ingresos en el periodo que durará la intervención. En este sentido, se tiene que definir:

1

El periodo de duración de la intervención, esto puede definirse según el cultivo o componente perenne principal de la opción. Por ejemplo, en el caso de opciones agroforestales basadas en cacao el periodo de evaluación podría ser el ciclo productivo de vida del cultivo entre 25 a 30 años.

2

La cantidad y costo de los bienes (herramientas, equipos, otros), insumos (semillas, plántones, abonos/fertilizantes, otros) y servicios (mano de obra, alquiler de equipos, horas máquina, fletes, otros) requeridos para la instalación de la opción. Estos constituyen los costos de inversión.

3

Las prácticas de manejo en el tiempo y la cantidad y costo de los bienes, insumos y servicios que se requieren para implementarlas.

4

La cantidad y valor de los productos de la opción agroforestal a lo largo del periodo de evaluación.

Es importante identificar claramente y considerar todos los costos en los que incurre el agricultor y todos los ingresos que obtiene, valorando tanto los bienes, insumos y servicios, así como los productos que el agricultor dispone pero que para esta intervención no representan un costo monetario. Un claro ejemplo de esto es la mano de obra familiar, que no es pagada en el momento que se utiliza pero que tiene valor monetario, ya que si el agricultor no dispone de esta, tendría que contratarla. Por el lado de los ingresos es común no valorar los productos destinados al autoconsumo, de la misma manera deben valorarse a precio de mercado.

Indicadores económico-financieros

Existen varios indicadores económico-financieros que pueden darnos una idea de la rentabilidad de una determinada intervención. Su estimación se basa en el flujo de costos e ingresos en el periodo de evaluación y en la tasa de descuento aplicada.

Tabla 5. Interpretación de algunos indicadores económico-financieros

<p>Valor Actual Neto (VAN)</p>	<p>Indica el beneficio neto actualizado al considerado en el momento inicial, a partir de un flujo de caja formado por una serie de ingresos y costos, descontando la inversión inicial del proyecto.</p> <p>VAN < 0; la intervención tiene rentabilidad negativa VAN = 0; la intervención con rentabilidad cero (indiferente) VAN > 0; la intervención tiene rentabilidad positiva</p>
<p>Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM)</p>	<p>Mide la rentabilidad de una inversión en términos relativos (en porcentaje), elimina el problema de la inconsistencia que puede surgir al aplicar la TIR, siendo la principal, la presencia de más de un flujo negativo (varios periodos de inversión).</p> <p>TIRM < tasa de descuento; rentabilidad negativa TIRM = tasa de descuento; rentabilidad cero (indiferente) TIRM > tasa de descuento; rentabilidad positiva</p>

Relación beneficio costo (B/C)	Compara el valor actual de los ingresos en relación con el valor actual de los costos.
	<p>B/C < 1; los ingresos son menores que los costos, la intervención tiene rentabilidad negativa</p> <p>B/C = 1; los ingresos son iguales que los costos, rentabilidad cero (indiferente)</p> <p>B/C > 1; los ingresos son superiores a los costos, rentabilidad positiva</p> <p>Periodo de retorno de la inversión (PRI) Indica el periodo en el cual se ha recuperado la inversión inicial.</p>

Fuente: Leguía, E. (s.f.)

3.4 IMPLEMENTACIÓN Y MANEJO DE OPCIONES AGROFORESTALES

Una definición estratégica del diseño como plan tiene que incluir el manejo. Esto se define como el conjunto de intervenciones de gestión de los componentes en el espacio y en el tiempo para asegurar que se alcancen los objetivos de la intervención agroforestal. En la vida útil de una intervención agroforestal, con el crecimiento y desarrollo de los árboles, los cambios en los cultivos y sus asociaciones, los cambios de las condiciones en el interior de la parcela, el diseño inicial se modifica, ajusta y cambia.

Es el agricultor quien a través del manejo en respuesta a posibles disyuntivas, regula las interacciones entre los componentes del diseño a lo largo del tiempo, adaptándolas a la evolución de las necesidades de los cultivos, del componente arbóreo (por ejemplo, en relación con los niveles de sombra y de la competencia por la luz) y del contexto (por ejemplo, respecto a la aparición de amenazas como plagas, riesgos de incendios, inundaciones o deslizamientos de tierra vinculados a cambios en las zonas circundantes a la parcela). Este manejo adaptativo es fundamental para el éxito de la agroforestería (Robiglio, 2023).

3.4.1 Prácticas de manejo claves

Las prácticas incluyen las buenas prácticas agrícolas y silviculturales y las formas de integración (arreglos y manejo) de los árboles en los cultivos agrícolas o pastos, dependiendo de las condiciones del sitio, de la calidad del suelo y del propósito del agricultor.

En la Tabla 6 se presentan las prácticas generales y silviculturales claves a considerar en el manejo de una opción agroforestal, a estas se suman las buenas prácticas agronómicas específicas para el cultivo de cacao. En esta tabla se evidencia el impacto de cada una de ellas sobre el cultivo principal, en la regulación de las plagas, conservación del suelo, regulación del microclima, conservación de la biodiversidad y en los procesos de adaptación y mitigación. El impacto de estas prácticas depende también de las características de las especies arbóreas que se utilizan, por ejemplo, una barrera viva con especies melíferas tendrá un mayor impacto en el mejoramiento de la polinización o regulación de plagas (Robiglio et al., s.f.).

Tabla 6. Matriz de prácticas para el manejo de opciones agroforestales basadas en cacao

PRÁCTICAS / IMPACTOS	SOPORTE DIRECTO AL CULTIVO				CONSERVACIÓN DEL SUELO				REGULACIÓN DEL MICROCLIMA			MITIGACIÓN		
	Regula funciones fisiológicas de la planta (Crecimiento)	Regula funciones fisiológicas de la planta (fructificación)	Protección del cultivo (reduce daño mecánico)	Mejora polinización	Regula plagas y enfermedades	Controla erosión y velocidad de escorrenría	Mejora ciclo de nutrientes / fijación N ₂	Mejora características físico-mecánicas	Regula la circulación del aire (viento)	Regula la humedad y temperatura del aire	Regula la humedad y temperatura del suelo	Conservación de biodiversidad	Aumenta el almacenamiento de carbono	Reduce emisiones GEI
PRÁCTICAS GENERALES														
Árboles en linderos o contor			●	●	●	●			●			●	●	
Barreras vivas en ladera	●		●	●	●	●		●	●			●	●	
Drenaje e infiltración					●	●					●			
Preparación del terreno sin quema						●	●	●			●	●	●	●
Siembra en contrapendiente						●	●	●						
Siembra en hoyos grandes	●						●							
Desmalezado alto	●				●	●	●				●		●	●
Uso de enmiendas y abonos	●	●	●		●		●							
Cobertura viva	●				●	●	●				●		●	
Cobertura muerta					●		●	●			●	●	●	
PRÁCTICAS SILVICULTURALES														
Manejo de regeneración natural												●	●	
Poda de especies forestales	●	●	●	●	●				●	●				
Manejo de plagas y enfermedades	●	●	●		●									
PRÁCTICAS ESPECÍFICAS CACAO														
Injertación	●	●			●									
Poda de formación	●				●									
Poda de principal		●	●	●	●	●	●	●	●	●		●		
Manejo de sombra	●	●	●		●				●	●	●	●	●	
Control de plagas y enfermedades	●	●			●									
Cosecha selectiva		●			●									

Fuente: Adaptado de Baca, M. y Robiglio, V., 2017



IV. CASOS DE OPCIONES AGROFORESTALES CON CACAO

4.1. CACAO DIVERSIFICADO PARA LA PRODUCCIÓN DE MADERA Y OTROS SERVICIOS

- ✓ Cacao diversificado con especies de servicio de regeneración natural o sembradas en forma dispersa, árboles maderables principalmente y frutales en linderos.
- ✓ Agricultores medianos con unidades productivas familiares entre 15 y 115 ha y grandes (con más de 115 ha), con parcelas de cacao.
- ✓ La opción es de diversificación baja, con poca demanda adicional de mano de obra, se desarrolla en suelos de fertilidad variable y relieve de plano a inclinado.
- ✓ Oportunidad para diversificar ingresos familiares, proveer productos para el autoconsumo y mejorar la salud de los suelos.

OBJETIVOS

Principal: diversificación de ingresos a corto, mediano y largo plazo, basada en la comercialización de especies maderables.

Secundario: servicios de apoyo al cultivo (sombra) y productos para autoconsumo.

PRINCIPIOS

Específicos:

- Diversificación económica
- Sinergias

Generales:

- Diseño centrado en la familia
- Valores sociales y dietas
- Biodiversidad
- Reciclaje
- Salud

COMPONENTES

Principales:

Cultivo: cacao

Árboles forestales maderables de corto, mediano y largo plazo

Árboles de servicio

Secundarios:

Cultivos: especies anuales y semipermanentes

Árboles forestales maderables y frutales

ARREGLO ESPACIAL

- Zonal o mixto

ESPECIES ARBÓREAS

- Forestales maderables: caoba (*Swietenia macrophylla*), capirona (*Calycophyllum spruceanum*), cedro (*Cedrela odorata*), cormiñón (*Vitex sp.*), ishpingo (*Amburana acreana*), moena (*Aniba gigantiflora*), pumaquiro (*Aspidosperma macrocarpon*), shaina (*Colubrina glandulosa*), shihuahuaco (*Dipteryx ferrea*).
- Frutales: caimito (*Pouteriacaimito*), cítricos (*Citrus* sp.), copoazú (*Theobroma grandiflorum*), zapote (*Matisia cordata*).

PRÁCTICAS DE MANEJO ASOCIADAS

Generales	Silviculturales
<ul style="list-style-type: none"> • Preparación de terreno sin quema • Control de malezas • Coberturas vivas • Barreras vivas • Siembra en contrapendiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Abonamiento o fertilización • Poda • Manejo de plagas y enfermedades • Cosecha

IMPORTANTE: Realizar buenas prácticas de manejo del cultivo de cacao: injertación, podas de formación y mantenimiento, deschuponado, abonamiento, manejo de plagas y enfermedades, cosecha selectiva.

PRODUCTOS Y BENEFICIOS PRINCIPALES

Productos

- ✓ Grano seco de cacao para comercialización.
- ✓ Árbol en pie, madera aserrada para comercialización.
- ✓ Frutas para autoconsumo.
- ✓ Productos de cultivos anuales y semipermanentes para autoconsumo.

Beneficios

- ✓ Diversificación de la producción para la generación de ingresos (diversificación de ingresos) y el autoconsumo (seguridad alimentaria).
- ✓ Conservación/mejoramiento de la salud de los suelos a través del reciclaje de nutrientes, incremento de materia orgánica, control de erosión y velocidad de escorrentía.
- ✓ Regulación de microclima y luz.
- ✓ Regulación de la disponibilidad de agua.
- ✓ Incremento de la población de polinizadores naturales del cacao.

CONDICIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN

- Demanda de mano de obra (3)
- Nivel de habilidades técnicas (3)
- Capacidad de manejo y seguimiento (3)
- Nivel de conocimiento agroecológico (3)
- Nivel de conocimiento silvicultural (2)
- Acceso a herramientas para el manejo silvicultural (3)

ASPECTOS ECONÓMICOS

Los casos se desarrollan en áreas nuevas con un costo de instalación para una hectárea entre S/4603 a S/5496, proyectándose un beneficio neto actualizado entre S/2139 y S/7076, en un periodo de evaluación de 30 años con una tasa de descuento de 10%, bajo los siguientes supuestos:

- ✓ Costos: se considera la implementación de las actividades descritas en la proyección de manejo desde el inicio de la intervención, estimándose los costos de mercado para la mano de obra, servicios e insumos en cada etapa de manejo.
- ✓ Ingresos: el cultivo principal es cacao con un rendimiento entre 0.7 y 0.9 kg/planta/año en el periodo de máxima producción, generando entre el 70% y 80% de los ingresos totales. Adicionalmente, se considera la comercialización de productos forestales maderables que representan entre 5% y 10% de los ingresos y se valoriza la producción de frutas para autoconsumo, que aportan del 14% al 17% de los valores estimados.

Costo/ ha (S/)		Ingresos (S/)	VAN (S/)	Retorno de la inversión
Instalación	Mantenimiento			
4603 a	36 254 a	43 330 a	2139 a	13 años
5496	55 020	51 560	7076	

Casos de aplicación

Caso 1: Caserío Alto Yanayacu, distrito de Alexander Von Humboldt, provincia de Padre Abad, región Ucayali

Objetivos de la familia: diversificación de la producción para el mercado con especies maderables de corto, mediano y largo plazo, especies frutales para el autoconsumo.

PERFIL DE LA FAMILIA

- Procedencia: La Libertad.
- Jefe de hogar: varón de 43 años con educación secundaria.
- Superficie de la unidad productiva familiar: 38 ha.
- Superficie de la parcela de cacao: 1 ha.
- Condiciones de titulación: 100% del área titulada.
- Principales medios de vida: producción de cacao complementado con la producción de ganado de carne.
- Disponibilidad de mano de obra: 80% familiar y 20% contratada principalmente para la cosecha y beneficio de cacao, con baja disponibilidad durante todo el año.
- Accesibilidad a la unidad productiva familiar: buena, con acceso durante todo el año, a 30 minutos en motocarro de los principales mercados y centros de abasto (Von Humboldt).
- Nivel de conocimiento: bueno en el cultivo de cacao y ganadería, limitado en especies forestales nativas.
- Orientación productiva: diversificación del cultivo de cacao con especies maderables.
- Acceso al mercado: venta de cacao a través de la cooperativa y venta de ganado en chacra.

CONDICIONES DE LA PARCELA

- Altitud: 223 m s. n. m
- Clima: precipitación anual promedio de 1628 mm, temperatura máxima de 31.4 °C y mínima de 22.0 °C.
- Orientación: este a oeste.
- Topografía: terreno ondulado (15% de pendiente)

- Condiciones del suelo:



Condición inicial de la parcela: plantación de cacao quemada abandonada, con predominancia de gramíneas.

CRITERIOS

- *Selección de especies:* especies nativas maderables con valor comercial de corto, mediano y largo plazo. Variedades frutales adaptadas a la zona, especies productoras de biomasa y/o fijadoras de nitrógeno, grupos tolerantes a fuego y a baja fertilidad del suelo.
- *Diseño:* baja disponibilidad de mano de obra, condiciones biofísicas del suelo (pendiente pronunciada), condiciones climáticas (bajos niveles de precipitación), vulnerabilidad a incendios, buen nivel de conocimiento cultivo de cacao y especies forestales nativas y características morfológicas de las especies seleccionadas.
- *Manejo:* baja disponibilidad de mano de obra, poco nivel de conocimiento del manejo de especies forestales, capacidad baja para adquisición de herramientas y equipos para manejo silvicultural.

DESCRIPCIÓN

Cultivo principal: cacao (*Theobroma cacao*)

Especies arbóreas principales: shaina (*Colubrina glandulosa*), pumaquiro (*Aspidosperma macrocarpon*), guaba (*Inga edulis*)

Especies arbóreas secundarias: copoazú (*Theobroma grandiflorum*), cítricos (*Citrus sp.*), mango (*Mangifera indica*), cedro (*Cedrela odorata*), cormiñón (*Vitex pseudolea*), ishpingo (*Amburana acreana*), shihuahuaco (*Dipteryx ferrea*).

Cultivos asociados: frejol de palo (*Cajanus cajan*), canavalia (*canavalia ensiformis*), piña (*Ananas comosus*).

ARREGLO ESPACIAL (DISTANCIAMIENTO APLICADO)

- Zonal
- Cacao a 3 m x 3 m en sistema de tres bolillos, intercalados con árboles de servicio (guaba) a un distanciamiento inicial de 6 m x 6 m y final de 12 m x 18 m.
- Árboles maderables y frutales al contorno de la parcela a 6 m entre plantas.

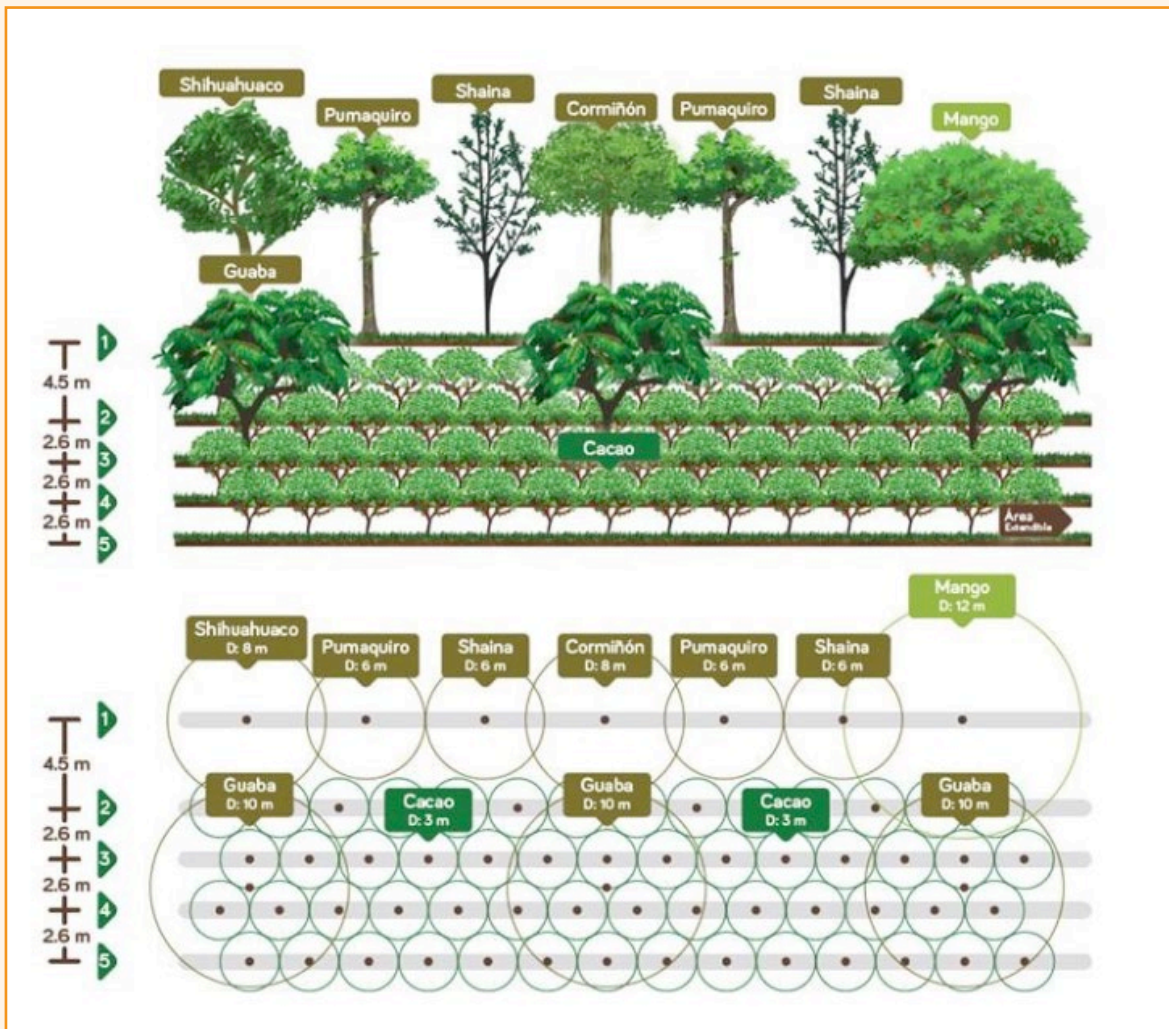


Estructura horizontal (1 ha):

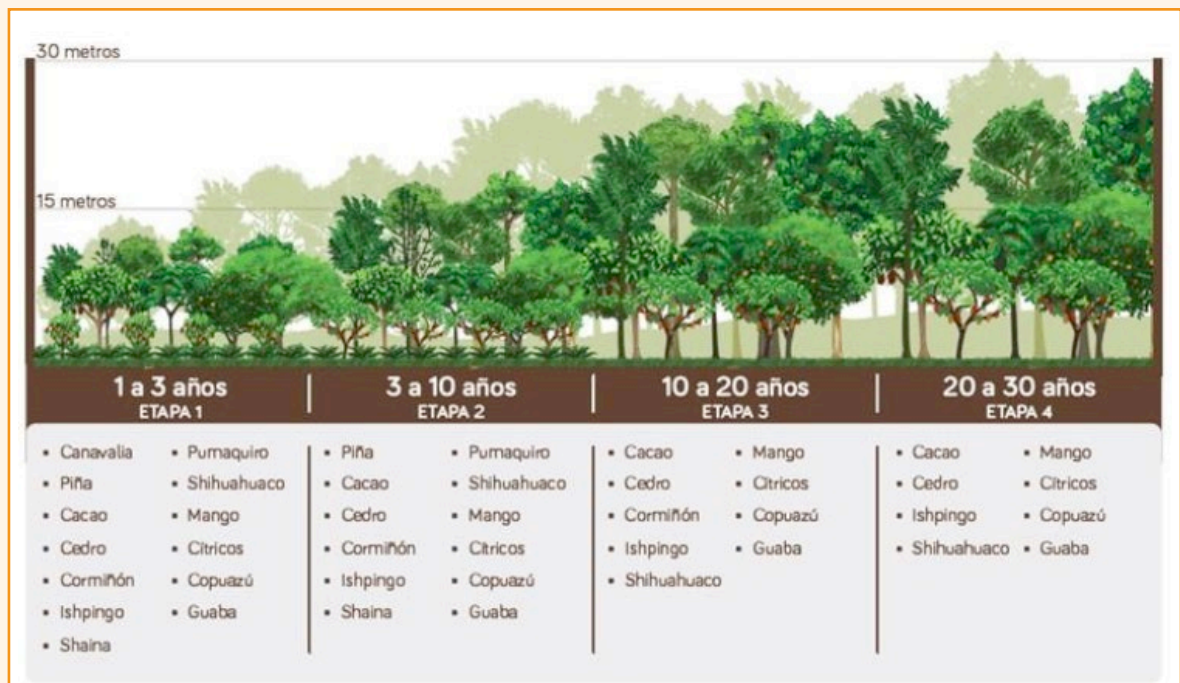
- 34 hileras de cacao (980 plantas) intercaladas con guaba (30 plantas).
- 1 hilera de especies arbóreas frutales en 100 m de lindero (22 plantas de cítricos, copoazú y mango).
- 1 hilera de especies maderables en 300 m de lindero (50 plantas de shaina, pumaquiro, shihuahuaco, cormiñón, ishpingo y cedro).

Estructura vertical:

- Rastrero: especies herbáceas (canavalia).
- Bajo: especies herbáceas (piña), arbustivas (frejol de palo) y arbóreas (cacao y copoazú).
- Medio: especies arbóreas de servicio (guaba), frutales (cítricos y mango) y especies maderables de rápido crecimiento (shaina).
- Alto y emergente: especies maderables de medio y lento crecimiento (cedro, cormiñón, ishpingo, pumaquiro y shihuahuaco).



PROYECCIÓN DEL MANEJO DESDE EL INICIO DE LA INTERVENCIÓN



La intervención se inicia con la preparación del terreno (picado y distribución de la biomasa en toda el área), el alineamiento, ahoyado y siembra de especies frutales y forestales en el contorno, siembra de canavalia como cobertura viva, de piña como barrera viva y frejol de palo y guaba, con la finalidad de asegurar un 60% de sombra al trasplante del cacao. Paralelamente se instala el vivero para la producción de plántones de cacao, en un lugar cercano a la parcela. Su instalación en campo definitivo se realiza de 2 a 3 meses después.

Etapa 1 (1 a 3 años)

Injertación de plántones de cacao a partir de los 30 cm de altura y/o 1.5 cm de diámetro del tallo, manejo de injertos y deschuponado. Poda de guaba para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra. Poda de formación de cacao, especies frutales y maderables. Recalce, manejo de plagas y enfermedades, manejo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao y cítricos.

Etapa 2 (3 a 10 años)

Raleo gradual y poda de guaba para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra. Poda de mantenimiento de cacao, especies frutales y maderables (formación de fuste). Manejo de plagas y enfermedades, manejo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao, cítricos, mango y copuazú.

Etapa 3 (10 a 20 años)

Poda de guaba para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra y a partir del año 15 resiembra de guaba. Poda de mantenimiento de cacao y especies frutales. Manejo de plagas y enfermedades, manejo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao, cítricos, mango y copoazú y aprovechamiento gradual de shaina.

Etapa 4 (20 a 30 años)

Poda de guaba para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra. Poda de mantenimiento de cacao y especies frutales. Manejo de plagas y enfermedades, manejo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao, cítricos, mango y copoazú y aprovechamiento gradual de cormiñón, cedro y pumaquiro.

Caso 2: Centro poblado de Pueblo Libre, distrito de Codo del Pozuzo, provincia de Puerto Inca, región Huánuco

Objetivos de la familia: Diversificación de la producción para el mercado con especies maderables de mediano y largo plazo y especies frutales para el autoconsumo.

PERFIL DE LA FAMILIA

- Procedencia: Pozuzo, Cerro de Pasco.
- Jefe de hogar: varón de 55 años con educación primaria.
- Superficie de la unidad productiva familiar: 210 ha.
- Superficie de la parcela de cacao: 5 ha.
- Condiciones de titulación: 100% del área titulada.
- Principales medios de vida: producción de ganado de carne complementado con la producción de cultivos permanentes (cacao) y semipermanentes (plátano y papaya).
- Disponibilidad de mano de obra: 50% familiar y 50% contratada, con baja disponibilidad de mano de obra para las actividades complementarias.
- Acceso a unidad productiva familiar: regular acceso durante todo el año, ubicado de 3 a 5 horas en camioneta de los principales mercados y centros de abasto (Codo del Pozuzo, Aguaytía y Constitución).

- Nivel de conocimiento: bueno en ganadería e identificación de especies forestales, limitado en el manejo de cacao asociado a especie arbóreas.
- Orientación productiva: diversificación del cultivo de cacao con especies maderables nativas.
- Acceso a mercado: venta directa de su producción agropecuaria y a través de intermediarios en los mercados de Codo del Pozuzo, Aguaytía y Constitución.

CONDICIONES DE LA PARCELA

- Altitud: 303 m s. n. m.
- Clima: precipitación anual promedio de 2258 mm, temperatura máxima de 28.7 °C y mínima de 19.0 °C.
- Orientación: noreste.
- Topografía: terreno plano a ligeramente ondulado (2% de pendiente)
- Condiciones del suelo:



0: valor más bajo (condición limitante), 5: valor óptimo (condición ideal)

Condición inicial de la parcela: terreno en descanso donde anteriormente se cultivó papaya, con presencia de algunas plantas indicadoras de baja fertilidad.

CRITERIOS

- Selección de especies: especies nativas maderables con valor comercial de mediano y largo plazo, especies frutales adaptadas a la zona, especies productoras de biomasa.
- Diseño: baja disponibilidad de mano de obra, condiciones biofísicas del suelo (suelo plano), condiciones climáticas (alta humedad), buen nivel de conocimiento en el cultivo de cacao y especies forestales nativas y características morfológicas de las especies seleccionadas.

- Manejo: baja disponibilidad de mano de obra, bajo nivel de conocimiento en el manejo de especies forestales, capacidad media para adquisición de herramientas y equipos para manejo silvicultural.

DESCRIPCIÓN

Cultivo principal: cacao (*Theobroma cacao*)

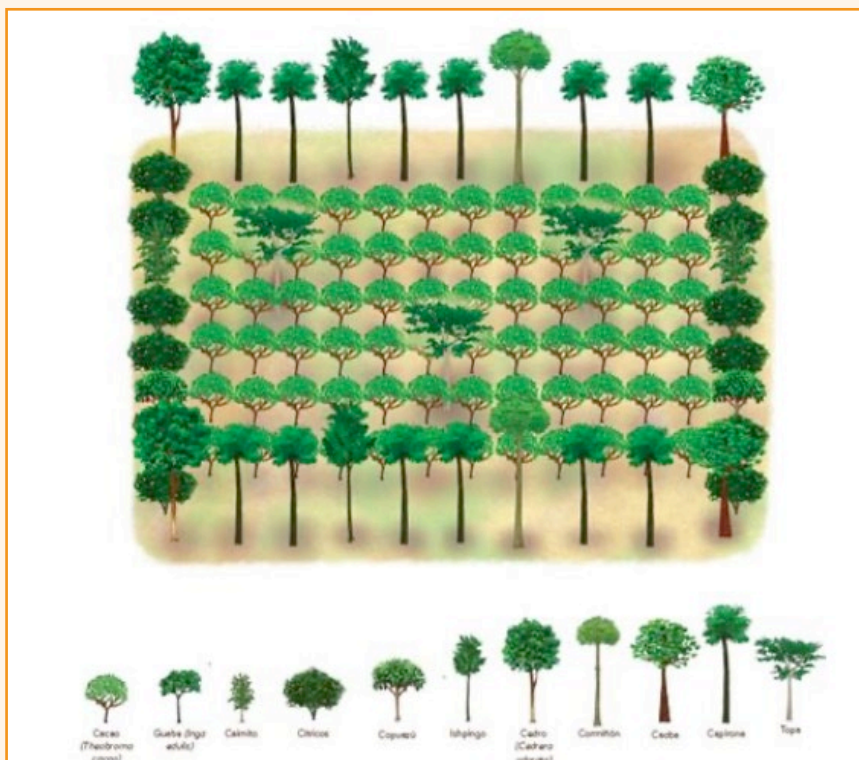
Especies arbóreas principales: capirona (*Calycophyllum spruceanum*), copoazú (*Theobroma grandiflorum*), cítricos (*Citrus sp.*)

Especies arbóreas secundarias: caimito (*Pouteria caimito*), zapote (*Matisia cordata*), cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*), cormiñón (*Vitex pseudolea*), ishpingo (*Amburana acreana*), topa (*Ochroma pyramidale*).

Cultivos asociados: plátano (*Musa paradisiaca*) y canavalia (*canavalia ensiformis*)

ARREGLO ESPACIAL (DISTANCIAMIENTO APLICADO)

- Zonal y mixto.
- Cacao a 3 x 3 m en sistema cuadrado.
- Árboles de servicio de regeneración natural dispersos a distancias variables desde 24 m.
- Árboles maderables y frutales alrededor de la parcela cada 6 m entre plantas.

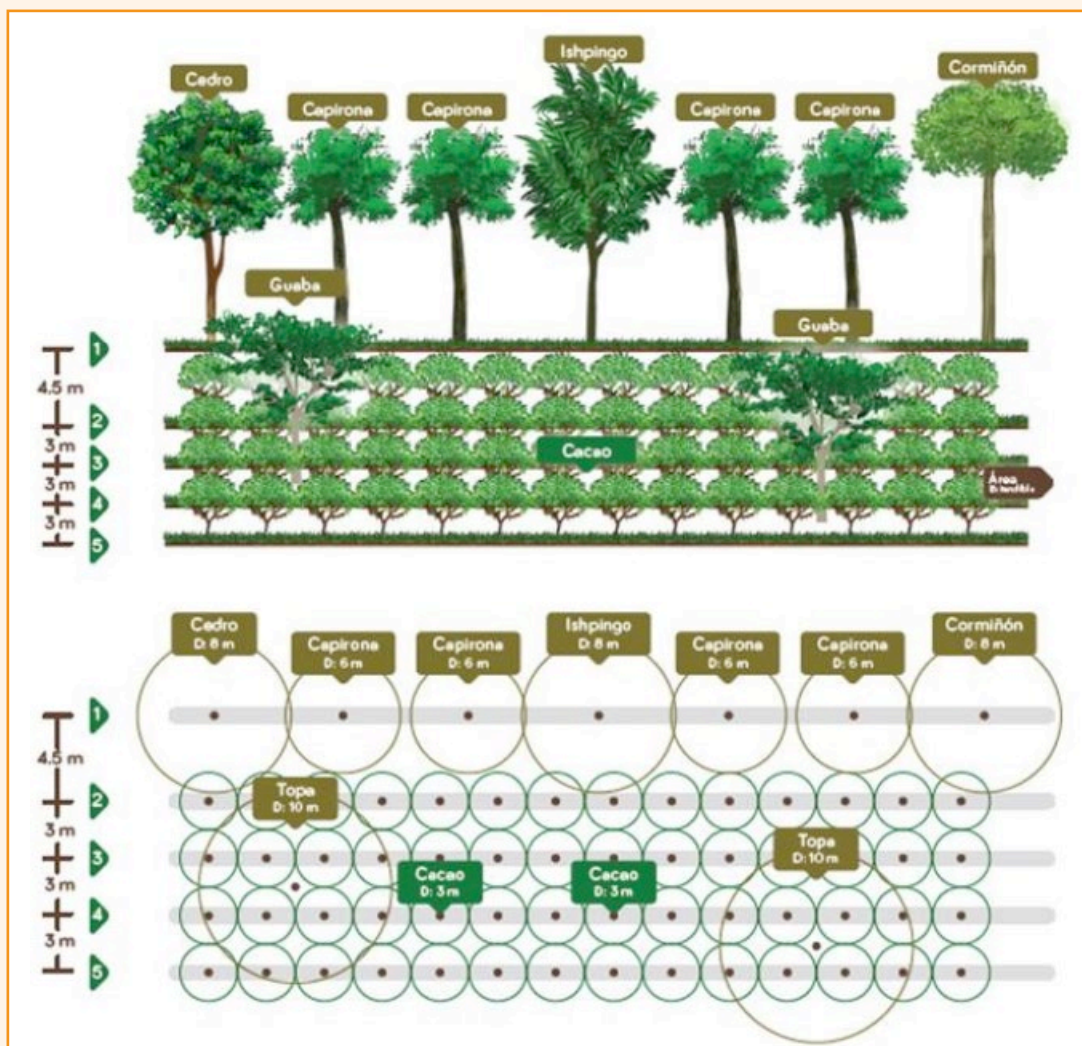


Estructura horizontal (1ha):

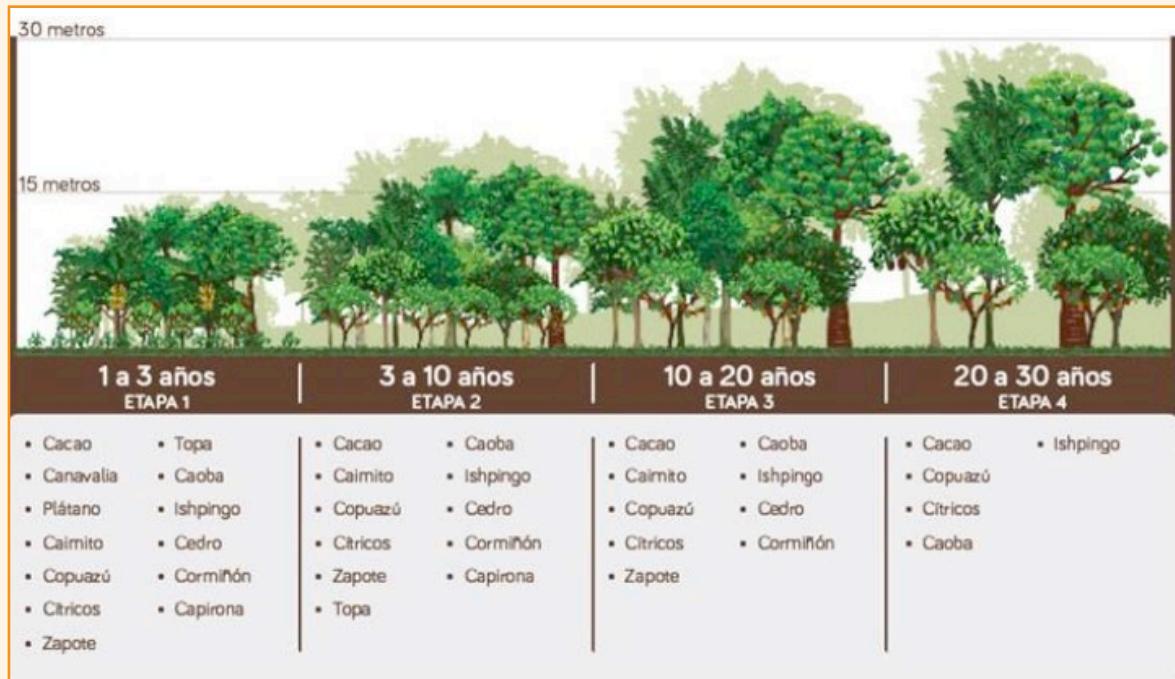
- 29 hileras de cacao (850 plantas), intercaladas con árboles de servicio de regeneración natural (17 plantas de topa).
- 1 hilera de especies arbóreas maderables y frutales en el contorno de la parcela (67 plantas de capirona, cedro, caoba, cormiñón, ishpingo, caimito, zapote, cítricos, copoazú).

Estructura vertical:

- Rastrero: especies herbáceas (canavalia).
- Bajo: especies herbáceas (plátano) y arbóreas (cacao y copoazú).
- Medio: especies arbóreas de servicio (topa), frutales (limón, naranja y caimito)
- Alto y emergente: especies maderables de medio y lento crecimiento (capirona, cormiñón, caoba, cedro e ishpingo) y especies frutales (zapote)



PROYECCIÓN DEL MANEJO DESDE EL INICIO DE LA INTERVENCIÓN



La intervención inicia con la limpieza selectiva del terreno conservando especies arbóreas leguminosas o de porte alto para sombra temporal y/o permanente, el picado y distribución de la biomasa en toda el área. Asimismo, el alineamiento, ahoyado y siembra de especies frutales y forestales en el lindero, siembra de canavalia como cobertura viva y la siembra de plátano con la finalidad de asegurar un 60% de sombra al trasplante del cacao. Paralelamente se instala el vivero para la producción de plántones de cacao, en un lugar cercano a la parcela y su instalación en campo definitivo se realiza de 2 a 3 meses después.

Etapa 1 (1 a 3 años)

Injertación de plántones de cacao a partir de los 30 cm de altura y/o 1.5 cm de diámetro del tallo, manejo de injertos y deschuponado. Poda de especies arbóreas para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra. Tala de formación de cacao, especies frutales y maderables. Recalce, manejo de plagas y enfermedades, manejo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao y cítricos.

Etapa 2 (4 a 10 años)

Raleo gradual y poda de las especies arbóreas para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra. Poda de mantenimiento de cacao, especies frutales y maderables (formación de fuste). Manejo de plagas y enfermedades, empleo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao, cítricos, caimito, zapote y copuazú.

Etapa 3 (11 a 20 años)

Poda de especies arbóreas para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra. Tala de mantenimiento de cacao y especies frutales. Manejo de plagas y enfermedades, empleo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao, cítricos, mango y copoazú y aprovechamiento gradual de capirona.

Etapa 4 (21 a 30 años)

Poda de mantenimiento de cacao y especies frutales. Manejo de plagas y enfermedades, uso de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao, cítricos, caimito, zapote y copoazú y aprovechamiento gradual de cormiñón y cedro.

4.2. CACAO DIVERSIFICADO CON ESPECIES FRUTALES MADERABLES NATIVAS PARA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

- ✓ Cacao altamente diversificado con especies frutales y maderables nativas en fajas de enriquecimiento y en linderos.
- ✓ Agricultores medianos comunidades productivas familiares entre 15 y 115 ha y grandes (con más de 115 ha), con parcelas de cacao.
- ✓ La opción es de diversificación alta, con gran demanda adicional de mano de obra, se desarrolla en suelos de fertilidad variable y relieve de plano a ondulado.
- ✓ Oportunidad para diversificar ingresos familiares, incrementar las especies en la parcela, conservar *in situ* especies vulnerables, proveer productos para el autoconsumo y mejorar la salud de los suelos.

OBJETIVOS

Principal: Diversificación de ingresos a corto, mediano y largo plazo basada en la comercialización de especies frutales y maderables.

Secundario: Conservación de la biodiversidad y seguridad alimentaria.

PRINCIPIOS

Específicos de la opción:

- Diversificación económica
- Biodiversidad
- Valores sociales y dietas

Generales:

- Diseño centrado en la familia
- Reciclaje
- Sinergias
- Salud de los suelos

COMPONENTES

Principales:

Cultivo: cacao

Árboles frutales

Árboles forestales maderables de corto, mediano y largo plazo Árboles de servicio

Secundarios:

Cultivos anuales y semipermanentes

Árboles forestales maderables y frutales nativos

ARREGLO ESPACIAL

- Zonal

ESPECIES ARBÓREAS

- Forestales maderables: caoba (*Swieteniamacrophylla*), capirona (*Calycophyllum spruceanum*), cedro (*Cedrela odorata*), cormiñón (*Vitex pseudolea*), ishpingo (*Amburana acreana*), marupa (*Simarouba amara*), moena amarilla (*Aniba gigantiflora*), palo sangre amarillo (*Swartzia polyphylla*), quillobordon (*Aspidosperma parvifolium*), quinilla (*Manikara bidentata*), shaina (*Colubrina glandulosa*), shihuahuaco (*Dipteryx ferrea*), tahuari (*Handroanthus serratifolius*).

- Frutales: caimito (*Pouteria caimito*), cítricos (*Citrus* sp.), copoazú (*Theobroma grandiflorum*), guanábana (*Annona muricata*), guaba (*Inga edulis*), mango (*Mangifera indica*), uvilla (*Pourouma cecropiifolia*), zapote (*Matisia cordata*).

PRÁCTICAS DE MANEJO ASOCIADAS

Generales	Manejo silvicultural
<ul style="list-style-type: none"> • Control de malezas • Coberturas vivas • Barreras vivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Abonamiento o fertilización • Poda • Manejo de plagas y enfermedades • Cosecha

IMPORTANTE: Realizar buenas prácticas de manejo del cultivo de cacao: injertación, podas de formación y mantenimiento, deschuponado, abonamiento, manejo de plagas y enfermedades, cosecha selectiva.

PRODUCTOS Y BENEFICIOS PRINCIPALES

Productos

- ✓ Grano seco de cacao para comercialización.
- ✓ Frutas para comercialización y autoconsumo.
- ✓ Árbol en pie, madera aserrada para comercialización.

Beneficios

- ✓ Diversificación de la producción para la generación de ingresos (diversificación de ingresos) y el autoconsumo (seguridad alimentaria).
- ✓ Conservación y mejoramiento de la salud de los suelos mediante el reciclaje de nutrientes. Incremento de materia orgánica y control de erosión y velocidad de escorrentía.
- ✓ Regulación de microclima y luz.
- ✓ Regulación de la disponibilidad de agua.
- ✓ Incremento de la población de polinizadores naturales del cacao.
- ✓ Regulación de plagas y enfermedades.
- ✓ Conservación in situ de especies en peligro o vulnerables: caoba, cedro, ishpingo, quinilla, shihuahuaco, tahuari (listas CITE, IUCN, SERFOR).

CONDICIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN

- Demanda de mano de obra (4)
- Nivel de habilidades técnicas (4)
- Capacidad de manejo y seguimiento (3)
- Nivel de conocimiento agroecológico (5)
- Nivel de conocimiento silvicultural (4)
- Acceso a herramientas para el manejo silvicultural (3)

ASPECTOS ECONÓMICOS

Los casos se desarrollan en áreas nuevas con un costo de instalación para una hectárea que fluctúa entre S/7041 y S/8900, proyectándose un beneficio neto actualizado que va de S/1429 a S/2612 en un periodo de evaluación de 30 años con una tasa de descuento de 10%, bajo los siguientes supuestos:

- Costos: se considera la implementación de las actividades descritas en la proyección de manejo desde el inicio de la intervención, estimándose los costos de mercado para la mano de obra, servicios e insumos en cada etapa de manejo.
- Ingresos: el cultivo principal es cacao con un rendimiento entre 1.0 y 1.1 kg/planta/año en el periodo de máxima producción generando entre el 55% y 70% de los ingresos totales. Adicionalmente se considera la comercialización de frutas (22% a 34%), productos forestales maderables (5% al 9%) y se valorizó la producción de cultivos anuales y semipermanentes destinados principalmente al autoconsumo, que aportan entre el 1% y 5 % de los ingresos estimados.

Costo/ ha (S/)		Ingresos (S/)	VAN (S/)	Retorno de la inversión
Instalación	Mantenimiento			
7041 a 8900	62 277 a 78 714	63 316 a 80 143	1429 a 2612	15 a 17 años

Casos de aplicación

Caso 1: Centro Poblado de Santa Rosa de Pata, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, región Huánuco

Objetivos de la familia: Diversificación de especies asociadas a cacao para conservar biodiversidad. Ampliar ingresos mediante la venta de productos maderables y frutales y de servicios turísticos.

PERFIL DE LA FAMILIA

- Procedencia: Áncash.
- Jefe de hogar: varón de 70 años con educación superior.
- Superficie de la unidad productiva familiar: 140 ha.
- Superficie de la parcela de cacao: 1 ha.
- Condiciones de titulación: área en posesión.
- Principales medios de vida: producción de cacao complementado con la producción de ganado de carne.
- Disponibilidad de mano de obra: 20% familiar y 80% contratada, con disponibilidad media de mano de obra.
- Accesibilidad a la unidad productiva familiar: buena durante todo el año, entre 20 y 40 minutos en motocarro de los principales mercados y centros de abasto (Puerto Súngaro y Von Humboldt).
- Nivel de conocimiento: bueno en el cultivo de cacao y ganadería, limitado en el manejo de especies forestales nativas.
- Orientación productiva: diversificación del cultivo de cacao con especies forestales maderables y no maderables nativas.
- Acceso a mercado: venta de cacao a través de la Cooperativa Agraria Cacaotera..

CONDICIONES DE LA PARCELA

- Altitud: 220 m s. n. m.
- Clima: precipitación anual promedio de 2166 mm, temperatura máxima de 31.6 °C y mínima de 21.5 °C.

- Orientación: norte a sur.
- Topografía: terreno ondulado (14% de pendiente).



- Condiciones del suelo:
0: valor más bajo (condición limitante), 5: valor óptimo (condición ideal)

Condición inicial de la parcela: purma de dos años donde anteriormente se cultivó moringa, con presencia de plantas indicadoras de suelos de buena fertilidad.

CRITERIOS

- *Selección de especies:* especies nativas maderables de corto, mediano y largo plazo y frutales principalmente nativos con alto valor comercial. Variedades productoras de biomasa y/o fijadoras de nitrógeno, grupos en estado vulnerable.
- *Diseño:* disponibilidad media de mano de obra, condiciones biofísicas del suelo (pendiente pronunciada), condiciones climáticas (niveles adecuados de precipitación), buen nivel de conocimiento del cultivo de cacao y especies forestales nativas y características morfológicas de las especies seleccionadas.
- *Manejo:* disponibilidad media de mano de obra, bajo nivel de conocimiento del manejo de especies forestales, capacidad baja para la adquisición de herramientas y equipos para manejo silvicultural.

DESCRIPCIÓN

Cultivo principal: cacao (*Theobroma cacao*)

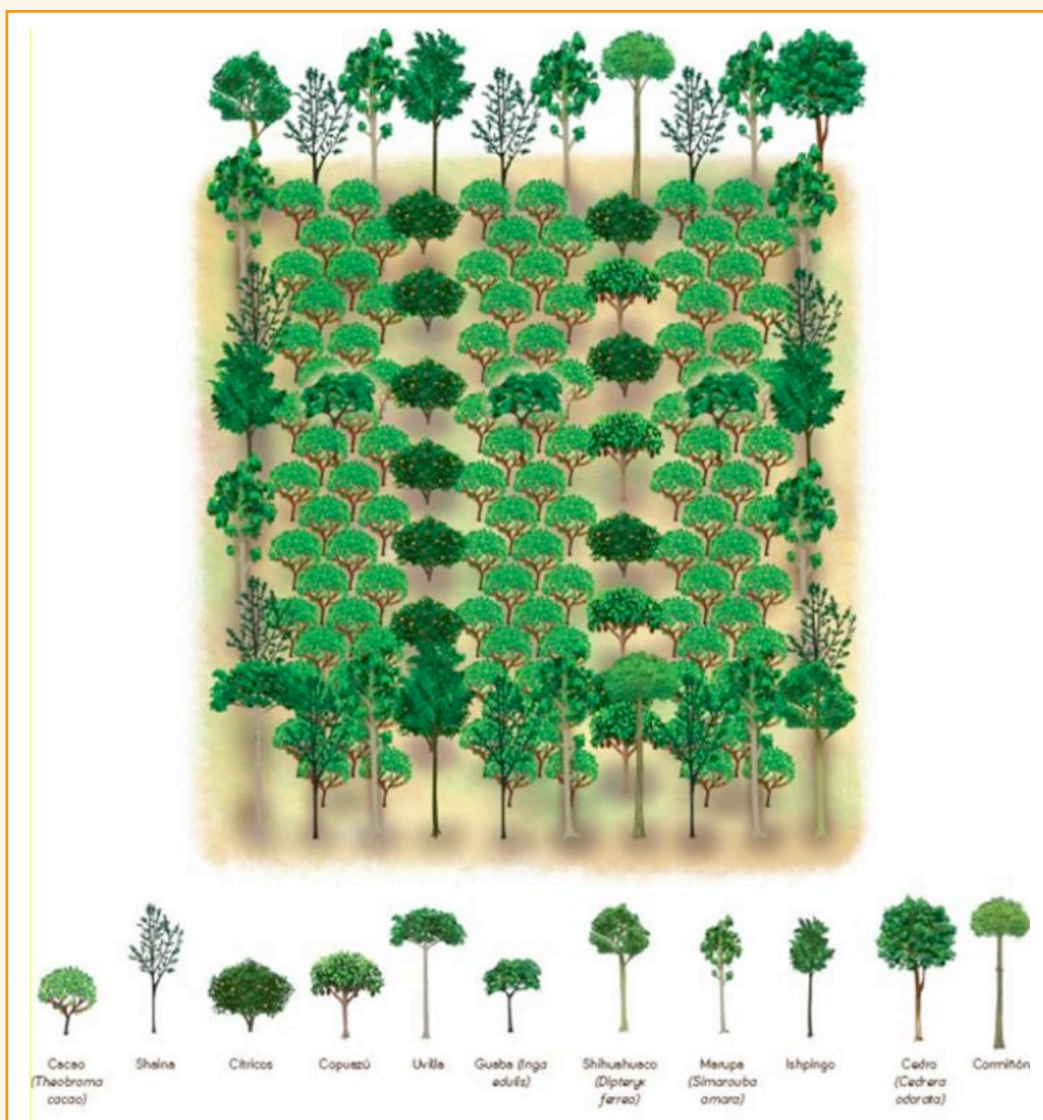
Especies arbóreas principales: marupa (*Simarouba amara*), shaina (*Colubrina glandulosa*), shihuahuaco (*Dipteryx ferrea*), cítricos (*Citrus sp.*), copoazú (*Theobroma grandiflorum*), guaba (*Inga edulis*).

Especies arbóreas secundarias: cedro (*Cedrela odorata*), cormiñón (*Vitex pseudolea*), ishpingo (*Amburana acreana*), uvilla (*Pourouma cecropiifolia*).

Cultivos asociados: maíz (*Zea mays*), frejol de palo (*Cajanus cajan*), canavalia (*canavalia ensiformis*), kudzu (*Pueraria phaseoloides*).

ARREGLO ESPACIAL (DISTANCIAMIENTO APLICADO)

- Zonal
- Cacao a 3 x 3 m en sistema de tres bolillos en bloques de 4 hileras de cacao.
- Árboles de servicio en hileras con distanciamiento inicial de 12 m x 8 m y final de 24 m x 16 m.
- Árboles frutales en hileras a 6 m entre plantas.



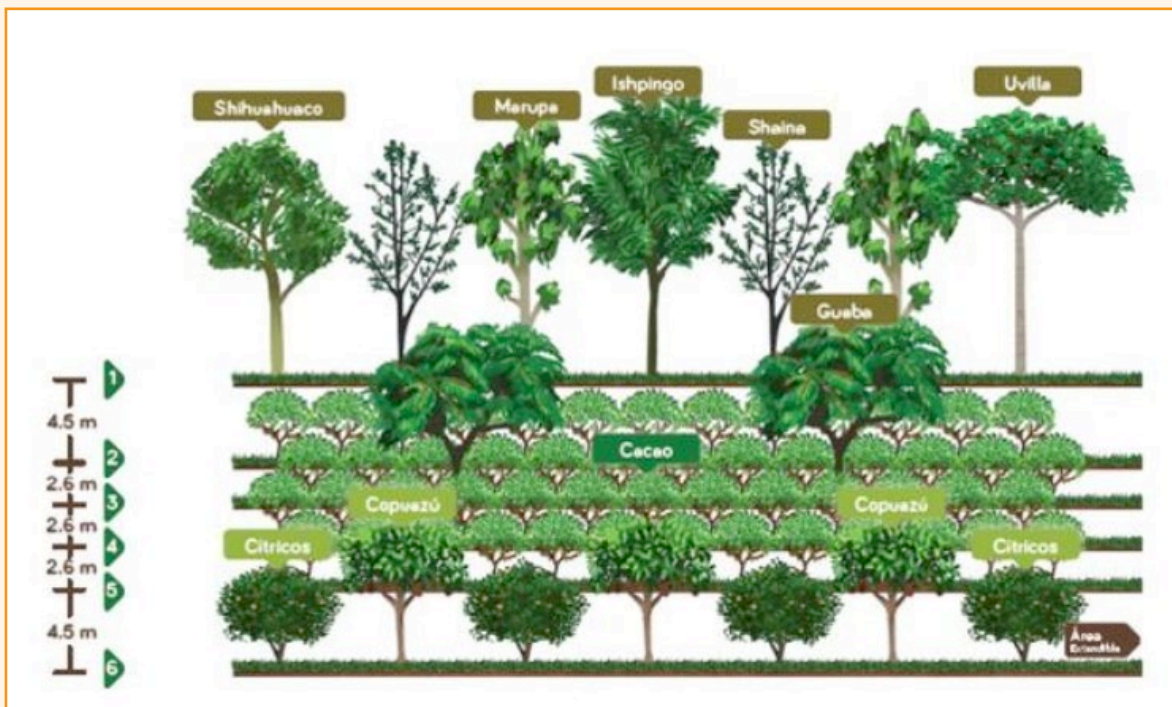
- Árboles maderables alrededor de la parcela a 6 m entre plantas.

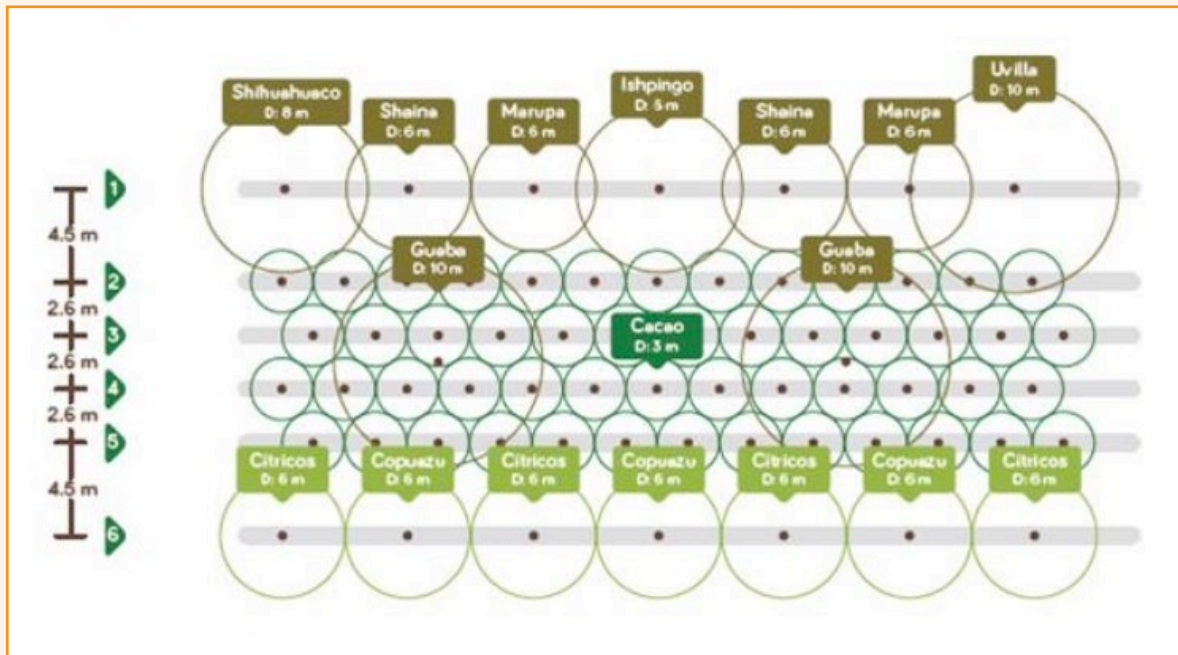
Estructura horizontal (1 ha):

- 6 bloques con 4 hileras de cacao cada uno (800 plantas) intercalado con guaba (33 plantas).
- 4 hileras de especies frutales (64 plantas de cítricos y copoazú) intercaladas entre bloques de cacao.
- 1 hilera de especies maderables en contorno de la parcela (66 plantas de marupa, shaina, shihuahuaco, ishpingo, cedro, cormiñón).

Estructura vertical:

- Rastro: especies herbáceas (maíz), canavalia como cobertura inicial y kudzu como cobertura permanente.
- Bajo: especies arbustivas (frejol de palo) y arbóreas (cacao, copoazú).
- Medio: especies arbóreas de servicio (guaba), frutales (cítricos) y especies maderables de rápido crecimiento (shaina y marupa).

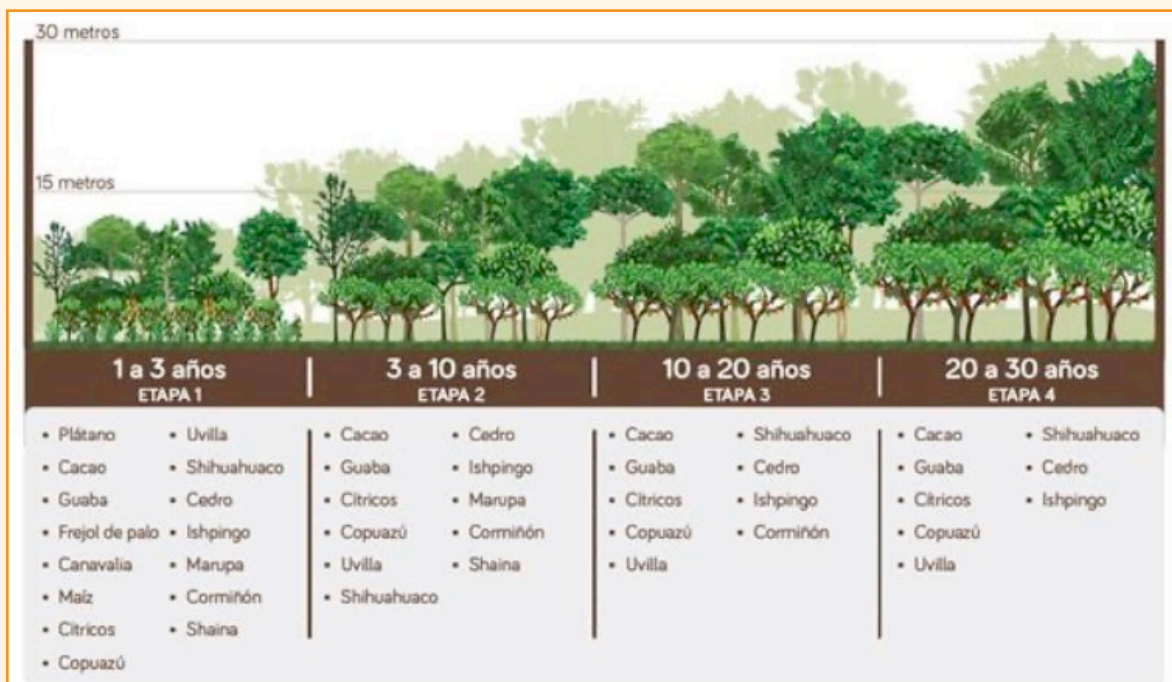




- Alto y emergente: especies maderables de lento crecimiento (cedro, cormiñón, ishpingo y shihuahuaco).

PROYECCIÓN DEL MANEJO DESDE EL INICIO DE LA INTERVENCIÓN

La intervención inicia con la preparación del terreno (picado y distribución de la biomasa en toda el área), siembra de maíz y canavalia, alineamiento, poceo y siembra de las especies arbóreas frutales y forestales y de frejol de palo y guaba, con la finalidad de asegurar un 60%



de sombra al trasplante del cacao. Paralelamente se instala el vivero para la producción de plántones de cacao, en un lugar cercano a la parcela y su instalación en campo definitivo se realiza de 2 a 3 meses después.

Etapa 1 (1 a 3 años)

Injertación de plántones de cacao a partir de los 30 cm de altura y/o 1.5 cm de diámetro del tallo, manejo de injertos y deschuponado. Poda de guaba para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra. Tala y raleo gradual de frejol de palo. Poda de formación de cacao, especies frutales y maderables. Recalce, manejo de plagas y enfermedades, empleo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. A partir del segundo año siembra de kudzu como cobertura permanente. Cosecha de cacao y cítricos.

Etapa 2 (3 a 10 años)

Raleo gradual y poda de guaba para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra. Poda de mantenimiento de cacao, especies frutales y maderables (formación de fuste). Manejo de plagas y enfermedades, uso de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao, cítricos y copoazú.

Etapa 3 (10 a 20 años)

Poda de guaba para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra, a partir del año 15 resiembra de guaba. Tala de mantenimiento de cacao y especies frutales. Manejo de plagas y enfermedades, empleo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao, cítricos y copoazú y aprovechamiento parcial de shaina y marupa.

Etapa 4 (20 a 30 años)

Poda de guaba para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra. Tala de mantenimiento de cacao y especies frutales. Manejo de plagas y enfermedades, uso de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao, cítricos y copoazú.

Caso 2: Centro Poblado de Nueva York, distrito de Codo del Pozuzo, provincia de Puerto Inca, región Huánuco

Objetivos de la familia: Diversificación de ingresos mediante la venta de productos frutales y maderables.

PERFIL DE LA FAMILIA

- Procedencia: Pozuzo, Cerro de Pasco.
- Jefe de hogar: varón de 34 años con educación primaria.
- Superficie de la unidad productiva familiar: 60 ha.
- Superficie de la parcela de cacao: 2.5 ha.
- Condiciones de titulación: 100% titulado.
- Principales medios de vida: producción de ganado de carne complementada con producción de cacao y cultivos anuales.
- Disponibilidad de mano de obra: 80% familiar y 20% contratada, con buena disposición de mano de obra para todas las actividades.
- Acceso a la unidad productiva familiar: regular con limitaciones en época lluviosa, entre 1 y 1.5 horas en camioneta de los principales mercados y centros de abasto (Puerto Súngaro y Codo del Pozuzo).
- Nivel de conocimiento: bueno en el cultivo de cacao y ganadería. Limitado en el manejo de especies arbóreas.
- Orientación productiva: diversificación del cultivo de cacao con especies forestales maderables y frutales nativas.
- Acceso a mercado: venta de cacao a través de intermediarios en los principales mercados.

CONDICIONES DE LA PARCELA

- Altitud: 284 m s. n. m.
- Clima: precipitación anual promedio de 2258 mm, temperatura máxima de 28.7 °C y mínima de 19.0 °C.
- Orientación: norte a sur.

- Topografía: terreno de relieve plano a ondulado (20% de pendiente).
- Condiciones del suelo:



0: valor más bajo (condición limitante), 5: valor óptimo (condición ideal)

Condición inicial de la parcela: purma de baja con alto contenido de materia orgánica.

CRITERIOS

- Selección de especies: especies nativas maderables de mediano y largo plazo y frutales principalmente nativas con valor comercial, especies productoras de biomasa y/o fijadoras de nitrógeno.
- Diseño: buena disponibilidad de mano de obra, condiciones biofísicas del suelo (terreno plano a ondulado), condiciones climáticas (altos niveles de precipitación), buen nivel de conocimiento del cultivo de cacao y características morfológicas de las especies seleccionadas.
- Manejo: buena disponibilidad de mano de obra, bajo nivel de conocimiento del manejo de especies forestales, capacidad baja para la adquisición de herramientas y equipos para manejo silvicultural.

DESCRIPCIÓN

Cultivo principal: cacao (*Theobroma cacao*).

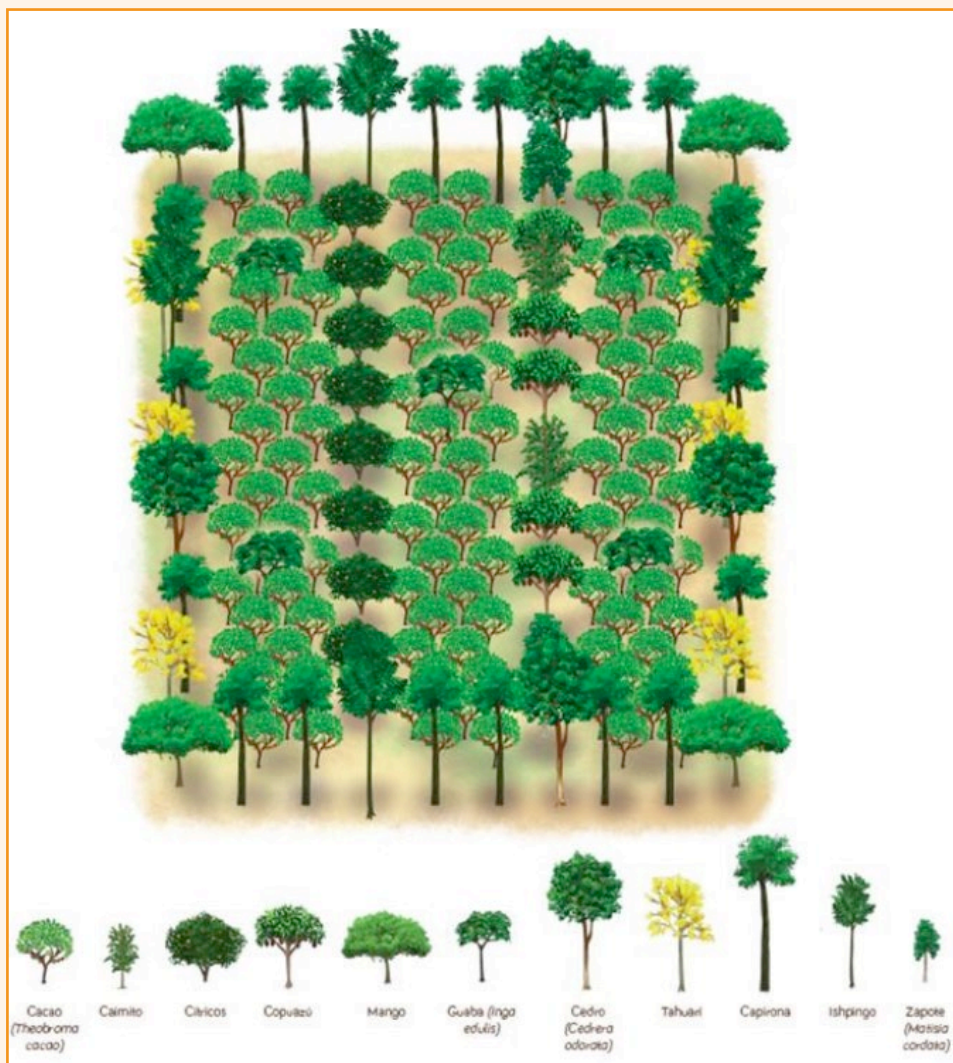
Especies arbóreas principales: capirona (*Calycophyllum spruceanum*), ishpingo (*Amburana acreana*), cítricos (*Citrus* sp.), copoazú (*Theobroma grandiflorum*), guaba (*Inga edulis*).

Especies arbóreas secundarias: cedro (*Cedrela odorata*), tahuari (*Handroanthus serratifolius*), mango (*Mangifera indica*), caimito (*Pouteria caimito*), zapote (*Matisia cordata*).

Cultivos asociados: plátano (*Musa paradisiaca*), frejol de palo (*Cajanus cajan*), yuca (*Manihot esculenta*), canavalia (*canavalia ensiformis*).

ARREGLO ESPACIAL (DISTANCIAMIENTO APLICADO)

- Zonal.
- Cacao a 3 x 3 m en sistema de tres bolillos en bloques de 4 hileras de cacao.
- Árboles de servicio en hileras con distanciamiento inicial de 12 m x 10 m y final de 24 m x 20 m.
- Árboles frutales y/o forestales en hileras a distancias variables de 3 m a 6 m entre plantas.
- Árboles maderables al contorno de la parcela a 6.5 m entre plantas.

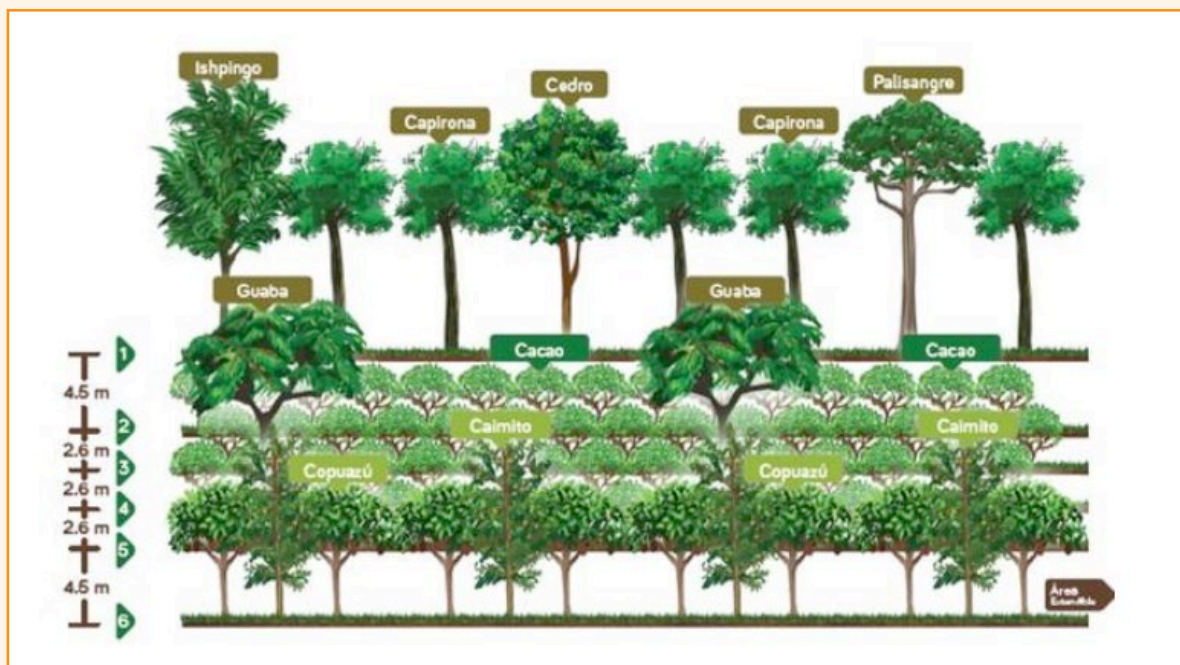


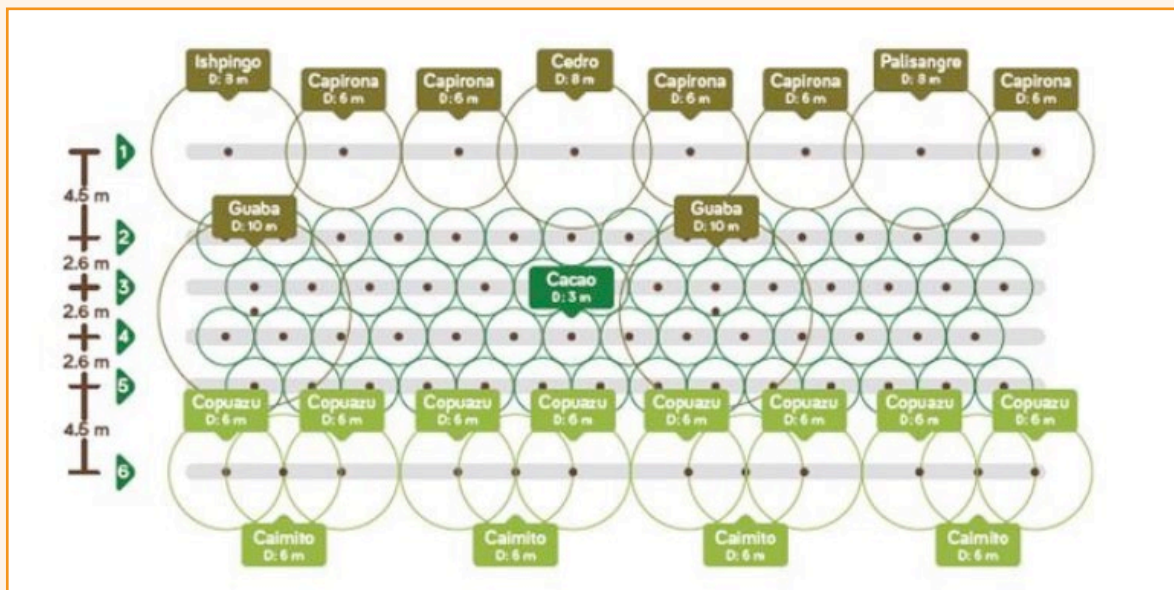
Estructura horizontal (1 ha):

- 6 bloques con 4 hileras de cacao cada uno (800 plantas) intercalado con guaba (24 plantas).
- 4 hileras de especies frutales (80 plantas de cítricos, copoazú, caimito, zapote).
- 1 hilera de especies maderables y frutales en 300 m de contorno de la parcela (48 plantas de capirona, tahuari, ishpingo, cedro y mango).

Estructura vertical:

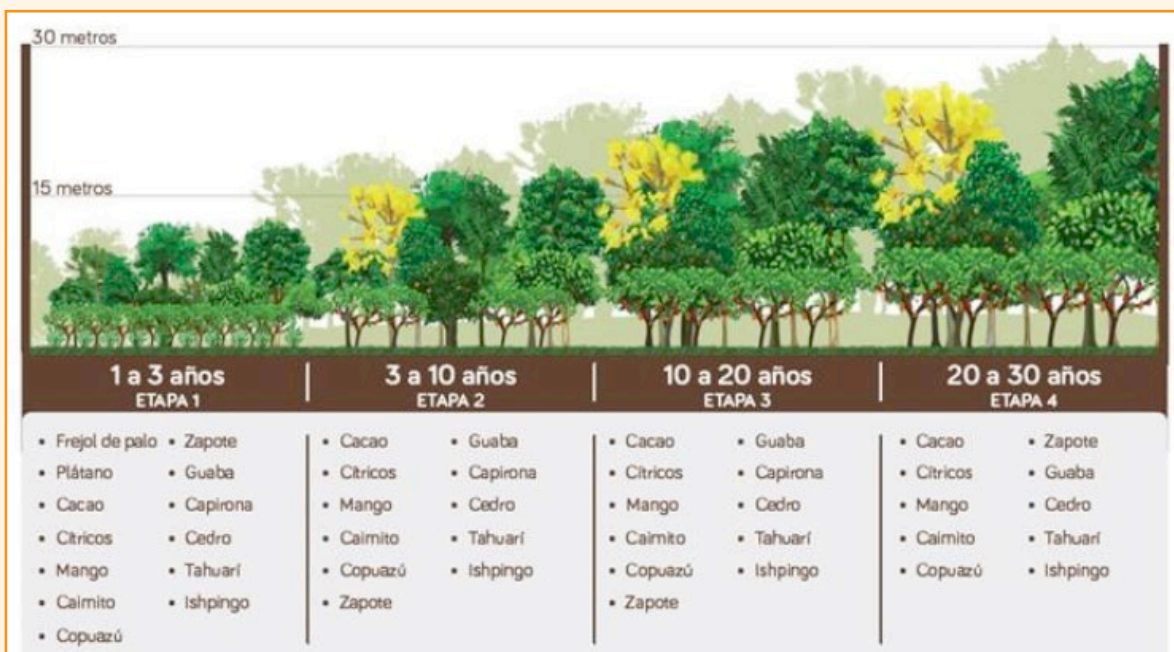
- Rastrero: especies herbáceas (canavalia como cobertura inicial).
- Bajo: especies herbáceas (plátano, yuca), arbustivas (frejol de palo) y arbóreas (cacao, copoazú).
- Medio: especies arbóreas de servicio (guaba), frutales (cítricos y caimito).
- Alto y emergente: especies frutales (mango, zapote) y maderables de mediano a lento crecimiento (cedro, ishpingo, tahuari y capirona).





PROYECCIÓN DEL MANEJO DESDE EL INICIO DE LA INTERVENCIÓN

La intervención inicia con la preparación del terreno (picado y distribución de la biomasa en toda el área), siembra de cultivos anuales y canavalia, alineamiento, poceo y siembra de las especies arbóreas frutales y forestales y de frejol de palo, plátano y guaba con la finalidad de asegurar un 60% de sombra al trasplante del cacao. Paralelamente se instala el vivero para la producción de plántones de cacao, en un lugar cercano a la parcela y su instalación en campo definitivo se realiza entre 2 y 3 meses después.



Etapa 1 (1 a 3 años)

Injertación de plántones de cacao a partir de los 30 cm de altura y/o 1.5 cm de diámetro del tallo, manejo de injertos y deschuponado. Poda y raleo gradual de frejol de palo y plátano. Poda de guaba para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra. Poda de formación de cacao, especies frutales y maderables. Recalce, manejo de plagas y enfermedades, manejo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao y cítricos.

Etapa 2 (3 a 10 años)

Raleo gradual y poda de guaba para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra. Poda de mantenimiento de cacao, especies frutales y maderables (formación de fuste). Manejo de plagas y enfermedades, manejo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao y frutales (cítricos, mango, caimito, zapote y copoazú).

Etapa 3 (10 a 20 años)

Poda de guaba para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra y resiembra a partir del año 15. Poda de mantenimiento de cacao y especies frutales. Manejo de plagas y enfermedades, manejo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao y frutales (cítricos, mango, caimito, zapote y copoazú). Aprovechamiento gradual de capirona.

Etapa 4 (20 a 30 años)

Poda de guaba para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra. Poda de mantenimiento de cacao y especies frutales. Manejo de plagas y enfermedades, manejo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao y frutales (cítricos, mango, y copoazú) y aprovechamiento gradual de cedro y tahuari.

4.3. ENRIQUECIMIENTO DE PLANTACIONES DE CACAO PARA LA PRODUCCIÓN DE MADERA Y SERVICIOS DE APOYO AL CULTIVO

- ✓ Plantación de cacao enriquecida con especies maderables de regeneración natural y sembradas y especies frutales en linderos y dispersas dentro de la parcela.
- ✓ Agricultores medianos con unidades productivas familiares entre 15 y 115 ha con parcelas de cacao principalmente en sistemas de monocultivo.
- ✓ La opción de diversificación baja, con poca demanda adicional de mano de obra, se desarrolla en suelos de fertilidad variable y relieve de plano a ondulado.
- ✓ Oportunidad para diversificar ingresos familiares, incrementar las especies en la parcela, proveer productos para el autoconsumo y entregar servicios de apoyo al cultivo principal.

OBJETIVOS

Principal: Diversificación de ingresos a corto, mediano y largo plazo basada en la comercialización de especies maderables.

Secundario: Servicios de apoyo al cultivo (sombra) y seguridad alimentaria.

PRINCIPIOS

Específicos de la opción:

- Diversificación económica
- Sinergias
- Valores sociales y dietas

Generales:

- Diseño centrado en la familia
- Biodiversidad
- Reciclaje
- Salud de los suelos

COMPONENTES

Principales:

Cultivo permanente.

Árboles forestales maderables de corto, mediano y largo plazo.

Secundarios:

Cultivos semipermanentes.

Árboles forestales maderables y frutales.

ARREGLO ESPACIAL

- Zonal y mixto

ESPECIES ARBÓREAS

- Forestales maderables: capirona (*Calycophyllum spruceanum*), cedro (*Cedrela odorata*), shaina (*Colubrina glandulosa*), shihuahuaco (*Dipteryx ferrea*), tahuari (*Handroanthus serratifolius*), catahua (*Hura crepitans*), quinilla (*Manilkara bidentata*).
- Forestales no maderables: sangre de grado (*Croton lechleri*).
- Frutales: caimito (*Pouteriacaimito*), cítricos (*Citrus* sp.), mango (*Mangifera indica*), huito (*Genipa americana*), huasaí (*Euterpe olaracea*), zapote (*Matisia cordata*).

PRÁCTICAS DE MANEJO ASOCIADAS

Generales	Manejo silvicultural
<ul style="list-style-type: none"> • Control de malezas • Coberturas vivas • Barreras vivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Abonamiento o fertilización • Poda • Manejo de plagas y enfermedades • Cosecha

IMPORTANTE: Realizar buenas prácticas de manejo del cultivo de cacao: injertación, podas de formación y mantenimiento, deschuponado, abonamiento, manejo de plagas y enfermedades, cosecha selectiva.

PRODUCTOS Y BENEFICIOS PRINCIPALES

Productos

- ✓ Grano seco de cacao para comercialización.
- ✓ Árbol en pie, madera aserrada para comercialización.
- ✓ Frutas para autoconsumo.

Beneficios

- ✓ Diversificación de la producción para la generación de ingresos (diversificación de ingresos) y el autoconsumo (seguridad alimentaria).
- ✓ Conservación de la salud de los suelos mediante el reciclaje de nutrientes, incremento de materia orgánica y control de erosión y velocidad de escorrentía.
- ✓ Regulación de microclima y luz.
- ✓ Regulación de la disponibilidad de agua.
- ✓ Incremento de la población de polinizadores naturales del cacao.

CONDICIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN

- Demanda de mano de obra (2)
- Nivel de habilidades técnicas (3)
- Capacidad de manejo y seguimiento (3)
- Nivel de conocimiento agroecológico (3)
- Nivel de conocimiento silvicultural (3)
- Acceso a herramientas para el manejo silvicultural (3)

ASPECTOS ECONÓMICOS

Los casos se desarrollan en áreas de cacao en producción, estimándose un costo de instalación para una hectárea que fluctúa entre S/4851 y S/11 496 correspondiendo entre el 60% y el 90% del costo de instalación a la valorización de los activos biológicos existentes (plantas de cacao y árboles de regeneración natural). En estos casos se proyecta un beneficio neto actualizado entre S/1781 y S/5956, en un periodo de evaluación de 25 años con una tasa de descuento de 10%, bajo los siguientes supuestos:

- ✓ Costos: se considera la implementación de las actividades descritas en la proyección de manejo desde el inicio de la intervención, estimándose los costos de mercado para la mano de obra, servicios e insumos en cada etapa de manejo.
- ✓ Ingresos: el cultivo principal es cacao con un rendimiento entre 1.0 y 1.7 kg/planta/año el periodo de máxima producción generando del 80% a 95% de los ingresos totales. Adicionalmente se considera la comercialización de productos forestales maderables que representan entre 5% y 10% de los ingresos.

Costo/ ha (S/)		Ingresos (S/)	VAN (S/)	Retorno de la inversión
Instalación	Mantenimiento			
4851 a	50 575 a	51 992 a	1417 a	9 a
11 496	102 033	107 989	5956	15 años

Caso 1: Centro Poblado de Nuevo Porvenir, distrito de Puerto Inca, provincia de Puerto Inca, región Huánuco

Objetivos de la familia: Mejorar la producción de cacao y diversificar la parcela con especies maderables nativas para la venta. Asimismo, producir frutales para el autoconsumo y generar servicios de apoyo al cultivo (sombra, polinización).

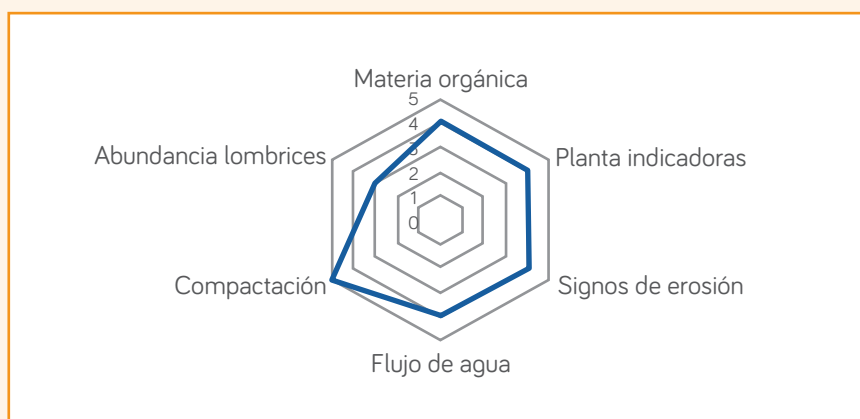
PERFIL DE LA FAMILIA

- Procedencia: provincia de Huancayo, departamento de Junín.
- Jefe de hogar: varón de 60 años con educación primaria.
- Superficie de la unidad productiva familiar: 40 ha.
- Superficie de la parcela de cacao: 2 ha.
- Condiciones de titulación: 90% titulado, 10% posesión.
- Principales medios de vida: producción de ganado de carne complementado con producción de cacao.

- Disponibilidad de mano de obra: 80% familiar y 20% contratada, con disponibilidad media para las actividades agrícolas.
- Accesibilidad a la unidad productiva familiar: buena durante todo el año, ubicado al borde de la carretera asfaltada Von Humboldt-Puerto Súngaro, a una distancia de 20 a 40 minutos de los principales mercados y centros de abasto (Puerto Súngaro y Von Humboldt).
- Nivel de conocimiento: limitado conocimiento en el manejo del cultivo de cacao y de las especies forestales nativas.
- Orientación productiva: diversificación del cultivo de cacao con especies maderables nativas.
- Acceso a mercado: venta de ganado y cacao a acopiadores en mercados locales.

CONDICIONES BIOFÍSICAS DE LA PARCELA

- Altitud: 235 m s. n. m.
- Clima: precipitación anual promedio de 2166 mm, temperatura máxima de 31.3 °C y mínima de 21.5 °C.
- Orientación: norte a sur.
- Topografía: terreno ondulado (16% de pendiente).
- Condiciones del suelo:



0: valor más bajo (condición limitante), 5: valor óptimo (condición ideal)

Condición inicial de la parcela: plantación de cacao de cinco años bajo sistema de producción de monocultivo, con espacios libres (30% de mortalidad de plantas de cacao) y baja productividad.

CRITERIOS

- *Selección de especies:* especies nativas maderables de corto, mediano y largo plazo con alto valor comercial, especies melíferas, variedad de frutales adaptados a las condiciones de la zona.
- *Diseño:* disponibilidad media de mano de obra, condiciones biofísicas del suelo (pendiente pronunciada), condiciones climáticas (niveles adecuados de precipitación), limitado conocimiento del cultivo de cacao y especies forestales nativas, características morfológicas de las especies seleccionadas.
- *Manejo:* disponibilidad media de mano de obra, bajo nivel de conocimiento del manejo de especies forestales, baja capacidad para la adquisición de herramientas y equipos para manejo silvicultural.

DESCRIPCIÓN

Cultivo principal: cacao (*Theobroma cacao*).

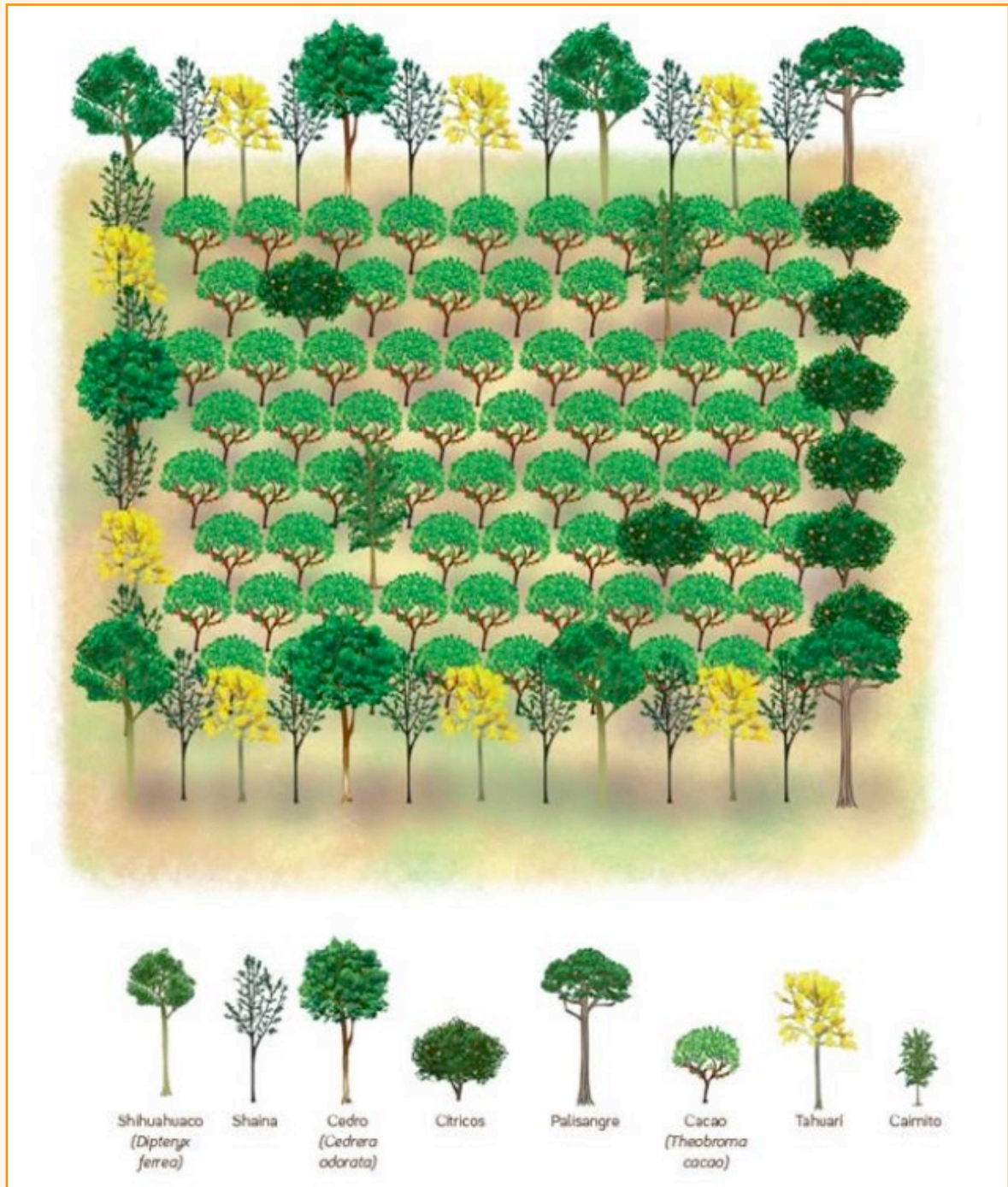
Especies arbóreas principales: shaina (*Colubrina glandulosa*), shihuahuaco (*Dipteryx ferrea*), tahuari (*Handroanthus serratifolius*).

Especies arbóreas secundarias: cedro (*Cedrela odorata*), caimito (*Pouteria caimito*), cítricos (*Citrus sp.*), mango (*Mangifera indica*).

Cultivos asociados: Bijao (*Calathea lutea*), canavalia (*Canavalia ensiformis*).

ARREGLO ESPACIAL (DISTANCIAMIENTO APLICADO)

- Zonal y mixto.
- Cacao a 3 m x 3 m en sistema cuadrado.
- Árboles frutales dispersos en claros a distancias variables, entre 20 a 24 m entre plantas.
- Árboles maderables en 300 m de lindero a 3 m entre plantas.
- Árboles frutales en 100 m de lindero a 6 m entre plantas.



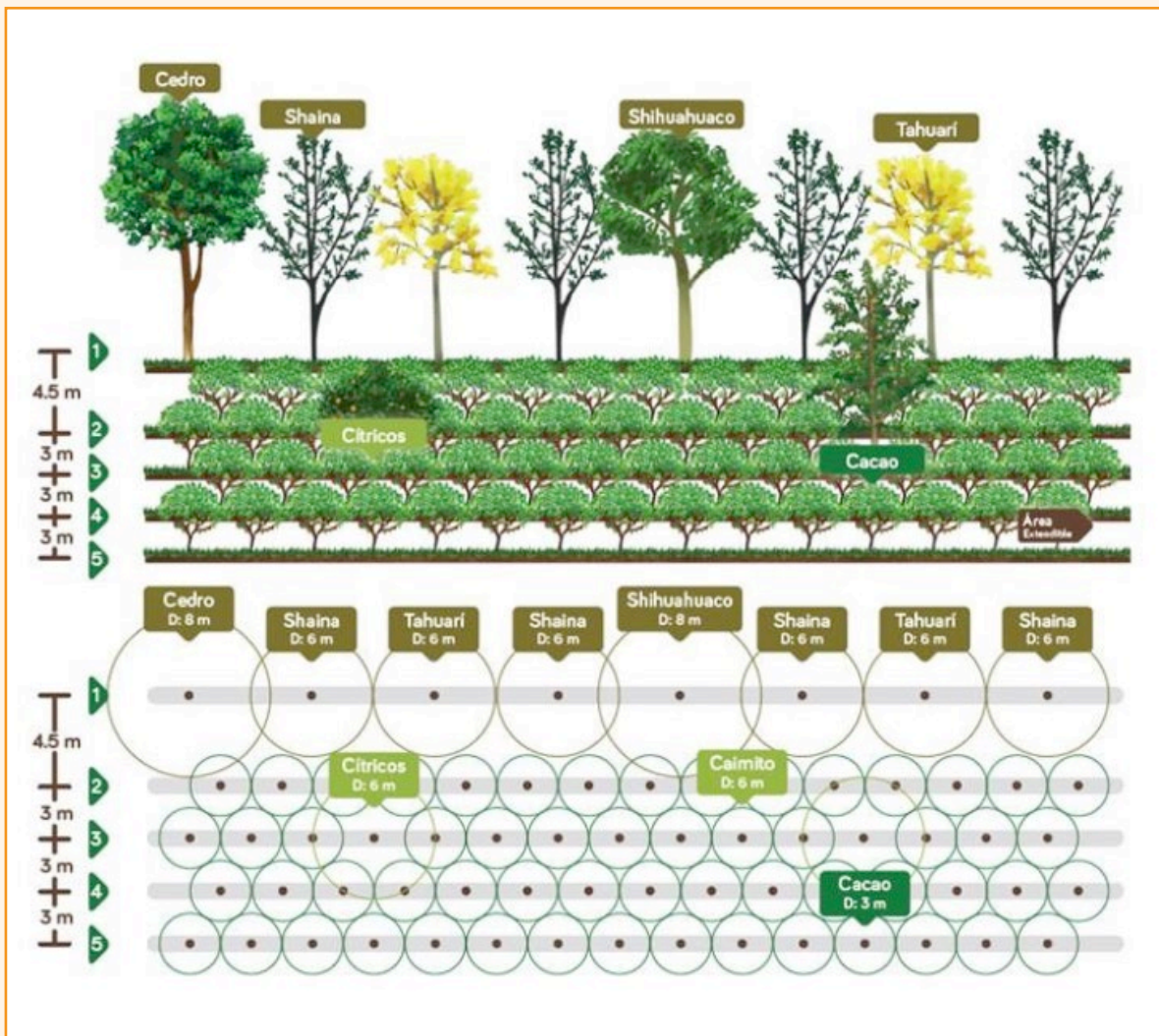
Estructura horizontal (1 ha):

- 33 hileras de cacao (700 plantas) intercaladas con árboles frutales dispersos en la parcela (17 plantas de cítricos y caimito).
- 1 hilera de especies maderables en 300 m de lindero (100 plantas de shaina, tahuari, shihuahuaco, cedro y palisangre amarillo).

- 1 hilera de especies frutales en 100 m de lindero (16 plantas de cítricos).

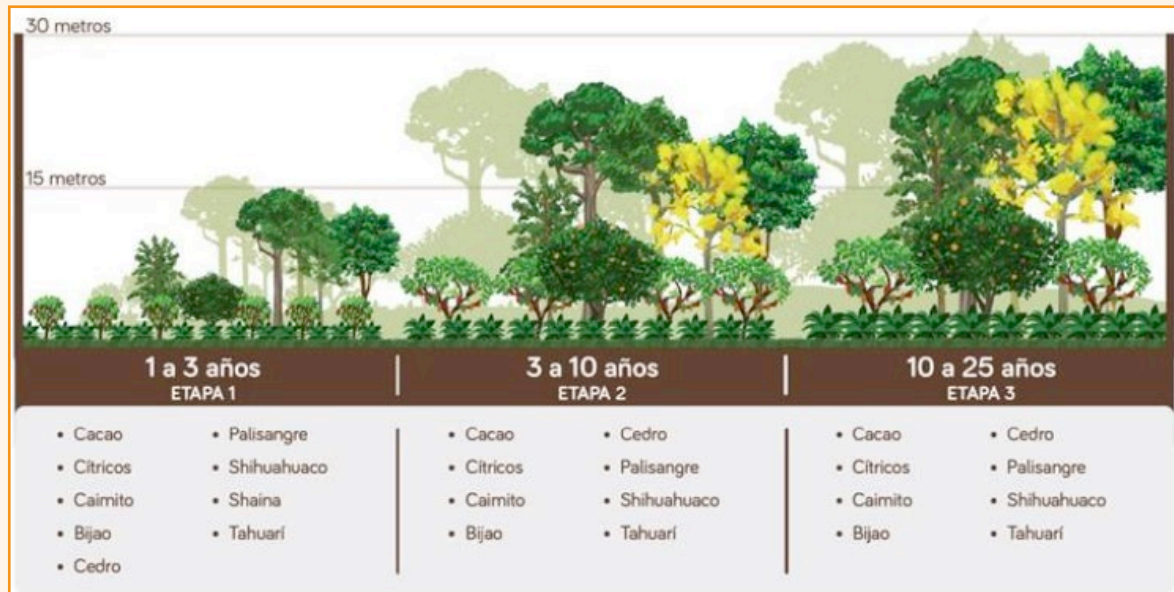
Estructura vertical:

- Rastrero: especies herbáceas (canavalia).
- Bajo: especies herbáceas (bijao) y arbóreas (cacao).
- Medio: especies arbóreas de frutales (cítricos y caimito) y especies maderables de rápido crecimiento (shaina).
- Alto y emergente: especies frutales (mango) y maderables de lento crecimiento (cedro, tahuari, palisangre amarillo y shihuahuaco).



PROYECCIÓN DEL MANEJO DESDE EL INICIO DE LA INTERVENCIÓN ▬

La intervención inicia con el levantamiento del croquis parcelario de la plantación de cacao y la identificación de los claros o espacios vacíos y la siembra de las especies arbóreas maderables y frutales.



Etapa 1 (1 a 3 años)

Poda de formación de especies frutales y maderables. Poda de mantenimiento de cacao, manejo de plagas y enfermedades, uso de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao. Raleo del 50% de especies de corto plazo (shaina).

Etapa 2 (3 a 10 años)

Poda de mantenimiento de cacao, especies frutales y maderables (formación de fuste). Manejo de plagas y enfermedades, empleo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao y frutales (cítricos, mango y caimito).

Etapa 3 (10 a 25 años)

Poda de mantenimiento de cacao y especies frutales. Manejo de plagas y enfermedades, uso de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao y frutales (cítricos, mango y caimito). Aprovechamiento de shaina.

Caso 2: Caserío Unión Tres de Mayo, distrito de Puerto Inca, provincia de Puerto Inca, región Huánuco

Objetivos de la familia: Diversificación económica mediante el enriquecimiento de la parcela de cacao con especies maderables nativas de alto valor comercial.

PERFIL DE LA FAMILIA

- Procedencia: provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.
- Jefe de hogar: varón de 42 años con educación primaria.
- Superficie de la unidad productiva familiar: 16 ha.
- Superficie de la parcela de cacao: 11 ha.
- Condiciones de titulación: 100% titulado.
- Principales medios de vida: producción de cacao.
- Disponibilidad de mano de obra: 80% familiar y 20% contratada, con disponibilidad media para todas las actividades.
- Acceso a la unidad productiva familiar: regular con limitaciones en temporadas de lluvias, a 1.5 horas en moto de los principales mercados y centros de abasto (Puerto Súngaro).
- Nivel de conocimiento: bueno en el manejo del cultivo de cacao y de especies forestales nativas.
- Orientación productiva: diversificación del cultivo de cacao con especies maderables nativas.
- Acceso a mercado: venta de grano seco de cacao a través de la cooperativa.

CONDICIONES BIOFÍSICAS DE LA PARCELA

- Altitud: 272 m s. n. m.
- Clima: precipitación anual promedio de 2166 mm, temperatura máxima de 31.3 °C y mínima de 21.5 °C.
- Orientación: norte a sur.
- Topografía: terreno ondulado (12% de pendiente).

- Condiciones del suelo:



0: valor más bajo (condición limitante), 5: valor óptimo (condición ideal)

Condición inicial de la parcela: plantación de cacao de seis años asociada con especies forestales de regeneración natural, adecuado manejo y niveles de productividad adecuados.

CRITERIOS

- *Selección de especies:* especies nativas maderables de corto, mediano y largo plazo con alto valor comercial.
- *Diseño:* disponibilidad media de mano de obra, condiciones biofísicas del suelo, condiciones climáticas (niveles adecuados de precipitación), buen conocimiento del cultivo de cacao y especies forestales nativas y características morfológicas de las especies seleccionadas.
- *Manejo:* disponibilidad media de mano de obra, buen nivel de conocimiento del manejo de especies forestales, capacidad media para adquisición de herramientas y equipos para manejo silvicultural.

DESCRIPCIÓN

Cultivo principal: cacao (*Theobroma cacao*)

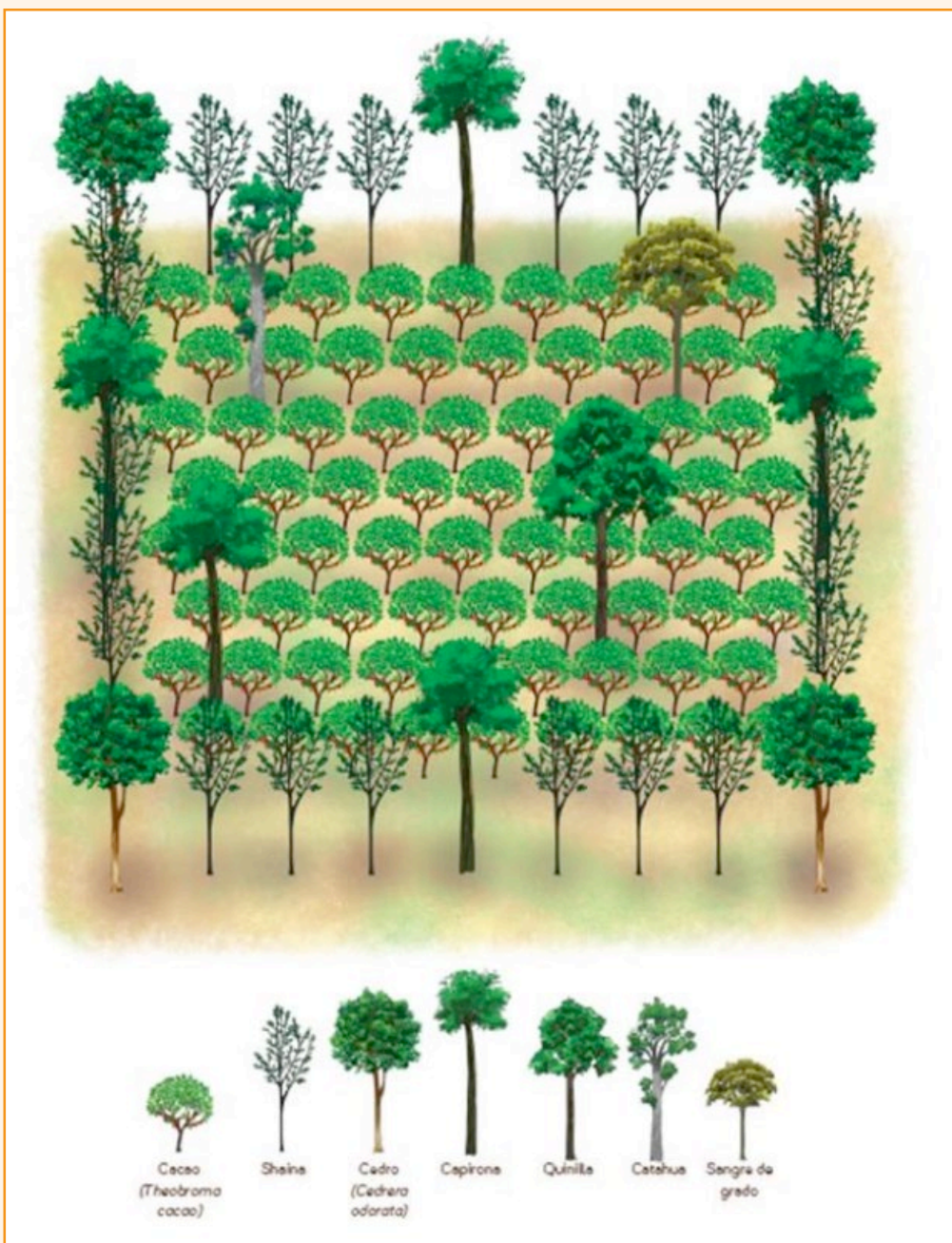
Especies arbóreas principales: shaina (*Colubrina glandulosa*), capirona (*Calycophyllum spruceanum*)

Especies arbóreas secundarias: cedro (*Cedrela odorata*), quinilla (*Manilkara bidentata*), sangre de grado (*Croton lechleri*), catahua (*Hura crepitans*), huasá (*Euterpe oleracea*), huito (*Genipa americana*), zapote (*Matisia cordata*).

Cultivos asociados: kudzu (*Pueraria phaseoloides*)

ARREGLO ESPACIAL (DISTANCIAMIENTO APLICADO)

- Zonal y mixto
- Cacao en hilera a 3.5 x 3.5 m en sistema de tres bolillos.
- Árboles forestales y palmeras de regeneración natural dispersos en la parcela a distancias variables, entre 20 y 24 m entre plantas.
- Árboles maderables en hilera alrededor de la parcela a 3 m entre plantas.

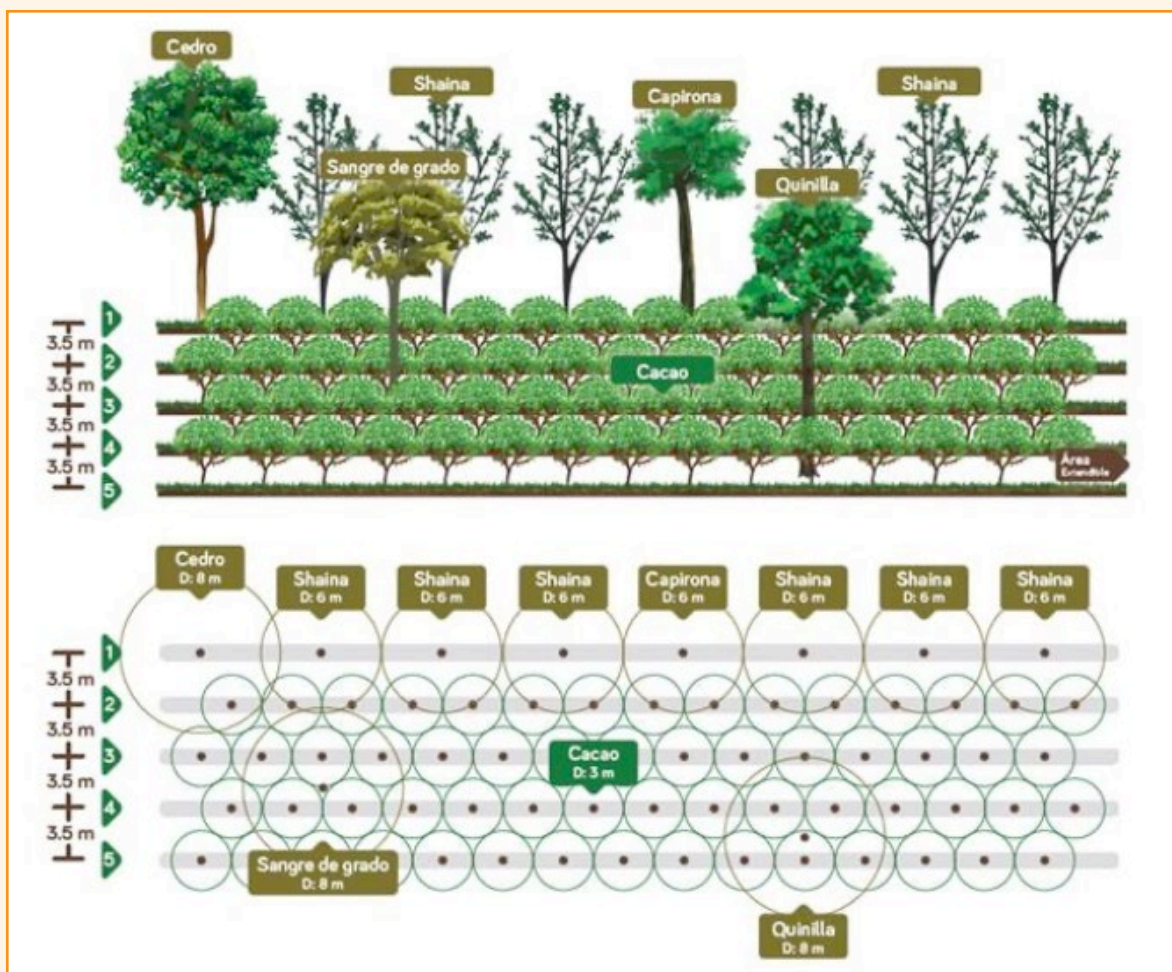


Estructura horizontal (1 ha):

- 28 hileras de cacao (900 plantas) intercaladas con especies forestales y frutales dispersas en la parcela (18 plantas de zapote, huasaí, huito, sangre de grado, capirona, catahua y quinilla).
- 1 hilera de especies maderables en el perímetro de la parcela (133 plantas de shaina, capirona y cedro).

Estructura vertical:

- Rastrero: especies herbáceas (kudzu).
- Bajo: especies arbóreas (cacao).
- Medio: especies arbóreas (shaina y sangre de grado).
- Alto y emergente: especies frutales y maderables de lento crecimiento (cedro, capirona, quinilla, catahua, zapote, huito y huasaí).



PROYECCIÓN DEL MANEJO DESDE EL INICIO DE LA INTERVENCIÓN



La intervención se inicia con el levantamiento del croquis parcelario de la plantación de cacao y la siembra de las especies arbóreas maderables y frutales.

Etapa 1 (1 a 3 años)

Poda de formación de especies frutales y maderables. Poda de mantenimiento de cacao, manejo de plagas y enfermedades, manejo de la cobertura viva y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao. Raleo del 50% de especies de corto plazo (shaina).

Etapa 2 (3 a 10 años)

Poda de mantenimiento de cacao, especies frutales y maderables (formación de fuste). Manejo de plagas y enfermedades, empleo de la cobertura viva y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao.

Etapa 3 (10 a 25 años)

Poda de mantenimiento de cacao y especies frutales. Manejo de plagas y enfermedades, uso de la cobertura viva y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao y aprovechamiento de shaina y capirona.

4.4. AGROFORESTERÍA CON CACAO PARA REHABILITACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS

- ✓ Rehabilitación de suelos degradados para la instalación de cacao diversificado con especies frutales y maderables nativas.
- ✓ Agricultores medianos con unidades productivas familiares entre 15 y 115 ha, con áreas degradadas.
- ✓ La opción es con alta demanda adicional de mano de obra, se desarrolla en suelos degradados de baja fertilidad y relieve de plano a ondulado.
- ✓ Oportunidad para recuperar áreas degradadas para el desarrollo de actividades productivas, reduciendo la presión sobre el bosque.

OBJETIVOS

Principal: Rehabilitación de suelos degradados para la generación de ingresos a corto, mediano y largo plazo basada en la comercialización de cacao, especies frutales y maderables.

Secundario: Seguridad alimentaria.

PRINCIPIOS

Específicos de la opción:

- Salud de los suelos
- Diversificación económica

Generales:

- Diseño centrado en la familia
- Reciclaje
- Sinergias
- Biodiversidad
- Valores sociales y dietas

COMPONENTES

Principales:

Cultivo: cacao Árboles de servicio

Secundarios:

Cultivos anuales y semipermanentes Árboles forestales maderables y frutales

ARREGLO ESPACIAL

- Zonal

ESPECIES ARBÓREAS

- Forestales maderables: cedro (*Cedrela odorata*), cormiñón (*Vitex pseudolea*), ishpingo (*Amburana acreana*), marupa (*Simarouba amara*), pumaqui (*Aspidosperma macrocarpon*), shaina (*Colubrina glandulosa*), shihuahuaco (*Dipteryx ferrea*).
- Frutales:caimito (*Pouteriacaimito*), cítricos (*Citrus*sp.), guaba (*Ingaedulis*), mango (*Mangifera indica*), pan del árbol (*Artocarpus altilis*).

PRÁCTICAS DE MANEJO ASOCIADAS

Generales	Manejo silvicultural
<ul style="list-style-type: none"> • Preparación de terreno sin quema • Aplicación de enmiendas y abonamiento • Control de malezas • Coberturas vivas y muertas • Barreras vivas • Siembra en contrapendiente • Siembra en hoyos grandes 	<ul style="list-style-type: none"> • Abonamiento o fertilización • Poda • Manejo de plagas y enfermedades • Cosecha

IMPORTANTE: Realizar buenas prácticas de manejo del cultivo de cacao: injertación, podas de formación y mantenimiento, deschuponado, abonamiento, manejo de plagas y enfermedades, cosecha selectiva.

PRODUCTOS Y BENEFICIOS PRINCIPALES

Productos

- ✓ Grano seco de cacao para comercialización.
- ✓ Frutas para comercialización y autoconsumo.
- ✓ Árbol en pie y madera aserrada para comercialización.
- ✓ Biomasa.

Beneficios

- ✓ Mejoramiento de la salud de los suelos mediante el reciclaje de nutrientes, incremento de la materia orgánica, control de erosión y velocidad de escorrentía.
- ✓ Regulación de microclima y luz.
- ✓ Regulación de la disponibilidad de agua.
- ✓ Generación de ingresos.

CONDICIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN

- Demanda de mano de obra (5)
- Nivel de habilidades técnicas (3)
- Capacidad de manejo y seguimiento (3)
- Nivel de conocimiento agroecológico (5)
- Nivel de conocimiento silvicultural (3)
- Acceso a herramientas para el manejo silvicultural (3)

ASPECTOS ECONÓMICOS

Los casos se desarrollan en terrenos degradados, donde se estima un periodo de rehabilitación del suelo hasta de dos años y así generar condiciones adecuadas para introducir el cultivo principal y la mayor parte de especies arbóreas asociadas. Para este proceso de rehabilitación se estimó un costo que oscila entre S/13 000 y S/15 000 por hectárea, el cual no se ha considerado en el análisis económico.

El análisis económico a partir del suelo rehabilitado, se estima un costo de instalación para una hectárea entre S/7635 y S/ 7860, proyectándose un beneficio neto actualizado entre S/725 y S/1652 en un periodo de evaluación de 30 años con una tasa de descuento de 10%, bajo los siguientes supuestos:

- ✓ Costos: se considera la implementación de las actividades descritas en la proyección de manejo desde el inicio de la intervención, estimándose los costos de mercado para la mano de obra, servicios e insumos en cada etapa de manejo.
- ✓ Ingresos: el cultivo principal es cacao con un rendimiento entre 0.9 y 1.0 kg/planta/año en el periodo de máxima producción, generando entre el 73% y 75% de los ingresos totales. Adicionalmente se considera la comercialización de frutas (22%), productos forestales maderables (4% a 5%) y se valorizó la producción de cultivos anuales y semipermanentes destinados principalmente al autoconsumo, que aportan entre el 2% y 4% de los ingresos estimados.

Costo/ ha (S/)		Ingresos (S/)	VAN (S/)	Retorno de la inversión
Instalación	Mantenimiento			
7636	7857	63 864-69 397	725-1652	18 a 20

Caso 1: Caserío Nueva Primavera, distrito de Alexander Von Humboldt, provincia de Padre Abad, región Ucayali

Objetivos de la familia: Conversión de áreas con pasturas para la producción de cacao asociado a especies frutales y forestales.

PERFIL DE LA FAMILIA

- Procedencia: ciudad de Tingo María, provincia de Huánuco.
- Jefe de hogar: mujer de 51 años, con educación secundaria.
- Superficie de la unidad productiva familiar: 50 ha.
- Superficie de la parcela de cacao: 1 ha.
- Condiciones de titulación: 100% titulada.

- Principales medios de vida: producción de ganado de carne complementado con producción de cacao y comercio.
- Disponibilidad de mano de obra: 10% familiar y 90% contratada, con disponibilidad media para las actividades complementarias.
- Acceso a la unidad productiva familiar: bueno durante todo el año, a 20 minutos en motocarro de los principales mercados y centros de abasto (Alexander Von Humboldt).
- Nivel de conocimiento: bajo en el manejo de especies arbóreas asociadas en otras actividades productivas.
- Orientación productiva: diversificación de actividades productivas asociadas a especies arbóreas maderables y frutales principalmente nativas.
- Acceso a mercado: producción agropecuaria comercializada directamente en mercados locales.

CONDICIONES BIOFÍSICAS DE LA PARCELA

- Altitud: 220 m s. n. m.
- Clima: precipitación anual promedio de 1628 mm, temperatura máxima de 31.4 °C y mínima de 22.0 °C.
- Orientación: norte a sur.
- Topografía: terreno plano a ligeramente ondulado (2% de pendiente).
- Condiciones del suelo:



0: valor más bajo (condición limitante), 5: valor óptimo (condición ideal)

Condición inicial de la parcela: pastizal sin uso por un periodo de un año, predominancia de pastos *Brachiaria sp.*, pasto cuba (*Pennisetum sp.*) 22, tanzania (*Panicum maximun*) y *Desmodium sp.*

CRITERIOS

- *Selección de especies:* especies productoras de biomasa y/o fijadoras de nitrógeno, especies frutales y maderables con demanda en el mercado local que se adaptan a suelos de baja fertilidad.
- *Diseño:* disponibilidad media de mano de obra, condiciones biofísicas del suelo (suelo ligeramente ondulado, compactado de baja fertilidad con presencia de gramíneas), condiciones climáticas (bajos niveles de precipitación), limitado conocimiento del manejo de especies arbóreas asociadas al cultivo de cacao, características morfológicas de las especies.
- *Manejo:* disponibilidad media de mano de obra, bajo nivel de conocimiento del manejo de especies forestales, buena capacidad para la adquisición de herramientas y equipos para manejo silvicultural.

DESCRIPCIÓN

Cultivo principal: cacao (*Theobroma cacao*)

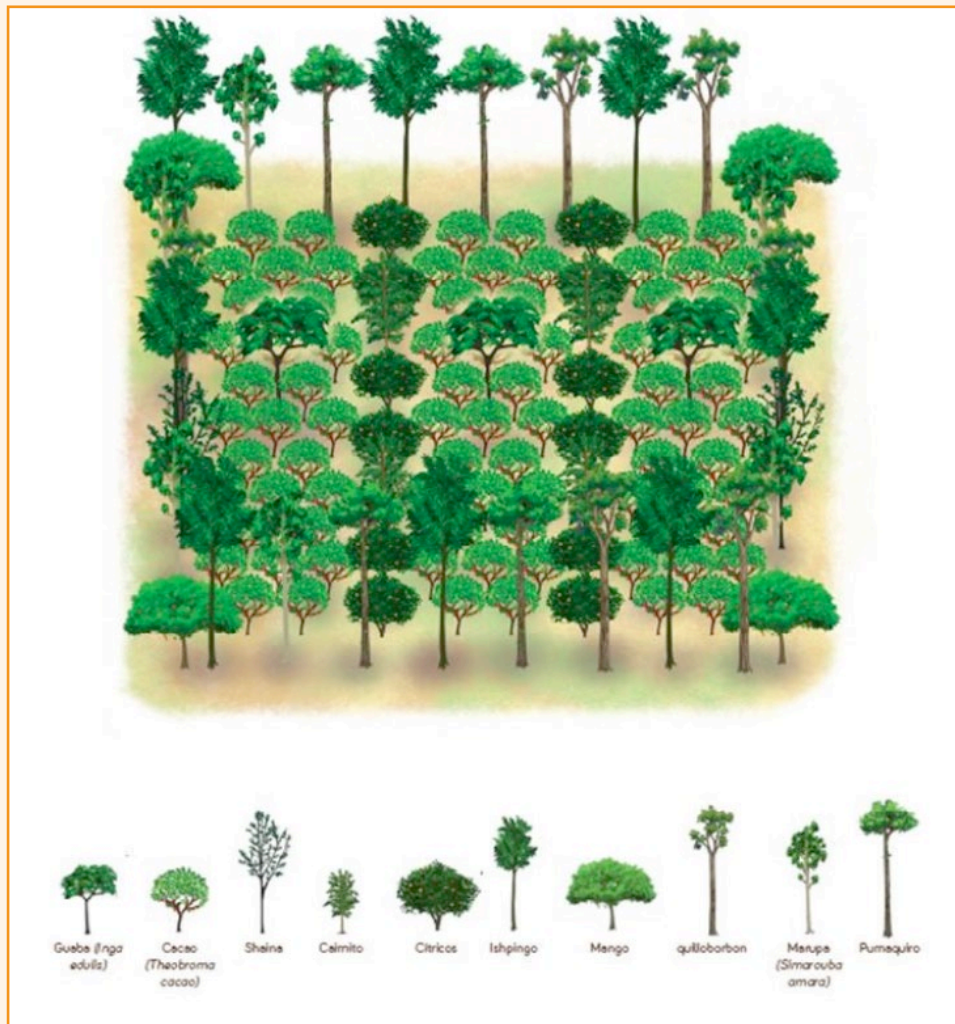
Especies arbóreas principales: guaba (*Inga edulis*), marupa (*Simarouba amara*), shaina (*Colubrina glandulosa*), cítricos (*Citrus sp.*).

Especies arbóreas secundarias: cormiñón (*Vitex pseudolea*), ishpingo (*Amburana acreana*), pumaquiro (*Aspidosperma macrocarpon*), quillobordón (*Aspidosperma parvifolium*), caimito (*Pouteria caimito*), zapote (*Matisia cordata*), mango (*Mangifera indica*).

Cultivos asociados: plátano (*Musa paradisiaca*), canavalia (*canavalia ensiformis*).

ARREGLO ESPACIAL (DISTANCIAMIENTO APLICADO)

- Zonal.
- Cacao a 3 m x 3 m en sistema tres bolillos en bloques de 5 hileras.
- Árboles de servicio con distanciamiento inicial de 6 m x 3 m para y final de 18 x 18 m.
- Árboles frutales en hilera a 6 m entre plantas.
- Arboles maderables en hilera al contorno de la parcela cada 6.5 entre plantas.



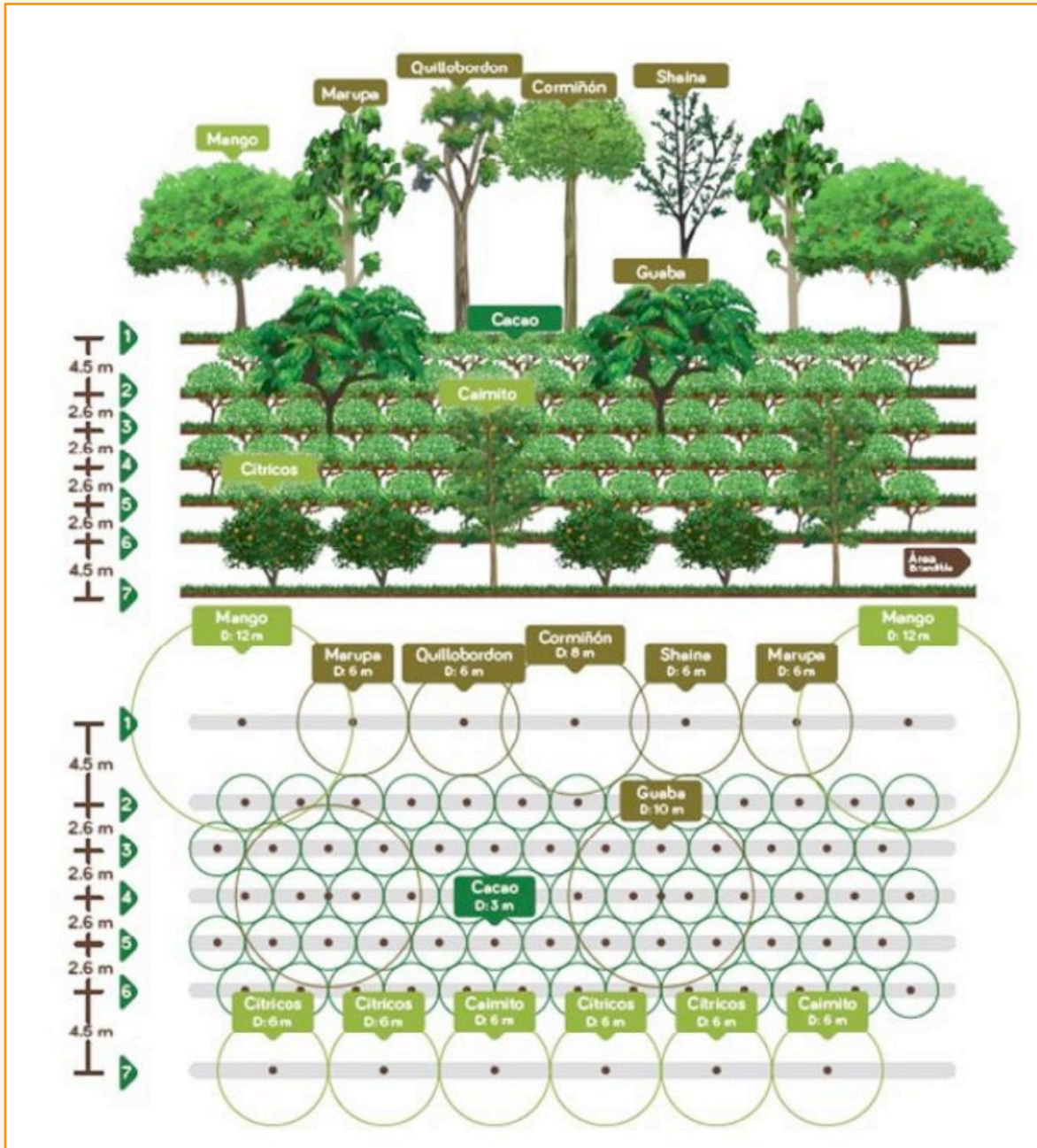
Estructura horizontal (1 ha):

- 5 bloques con 5 filas de cacao cada uno (833 plantas).
- 16 hileras con especies de servicio (556 plantas de guaba).
- 4 hileras de especies frutales (66 plantas de cítricos, caimito y zapote) intercaladas entre bloques de cacao.
- 1 hilera de especies maderables alrededor de la parcela (60 plantas de marupa, shaina, ishpingo, cormiñón, pumaquiro, quillobordón y mango).

Estructura vertical:

- Rastrero: especies herbáceas, canavalia como cobertura.
- Bajo: especies herbáceas (plátano) y arbóreas (cacao).

- Medio: especies arbóreas de servicio (guaba), frutales (cítricos, caimito) y especies maderables de rápido crecimiento (shaina y marupa).
- Alto y emergente: especies maderables de mediano a lento crecimiento y frutales (ishpingo, corniñón, pumaqui, quillobordón, zapote y mango).



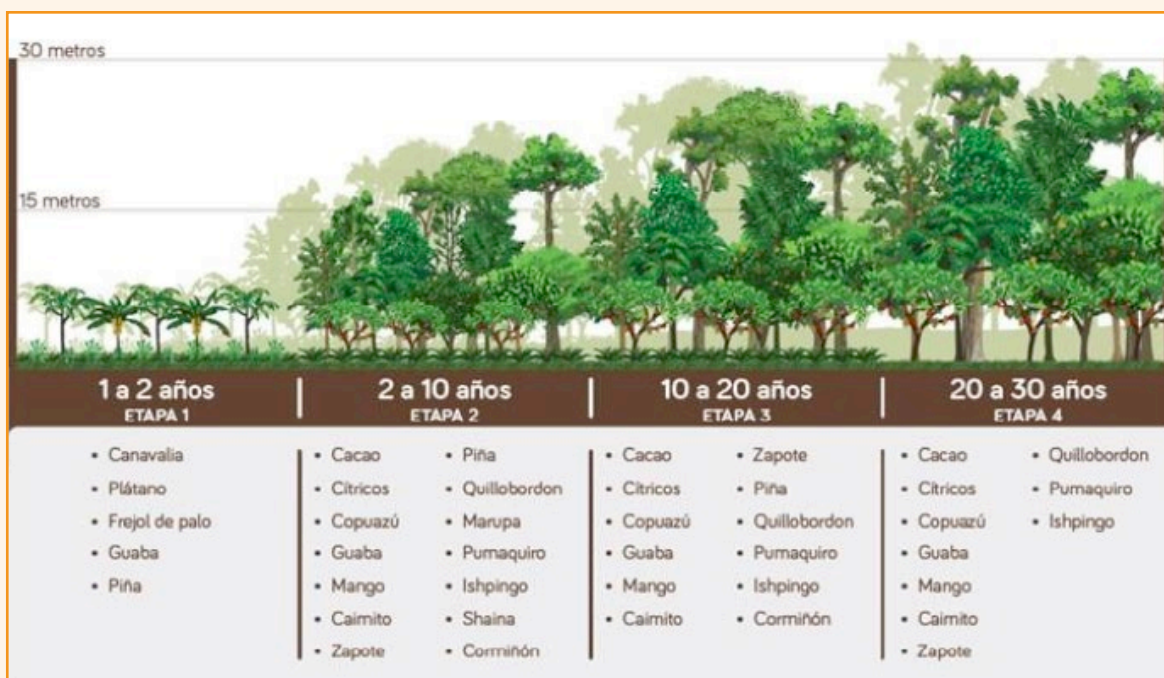
PROYECCIÓN DEL MANEJO DESDE EL INICIO DE LA INTERVENCIÓN ▬

La intervención se inicia con la preparación del terreno sin quema (picado y distribución de la biomasa en toda el área), aplicación de la enmienda y el alineamiento, poceo y siembra de especies productoras de biomasa (plátano y guaba) en hoyos profundos con abonamiento de fondo (compost y roca fosfórica) y canavalia como cobertura viva.

Etapa 1 (1 a 2 años)

Para producción de biomasa poda de canavalia (a la floración) y de guaba (2 años después de la siembra) a 1.2 m de altura, picado y distribución de la biomasa al suelo. A partir del segundo año siembra de kudzu para cobertura viva permanente.

Al segundo año siembra de especies arbóreas frutales y maderables y cacao en hoyos grandes con abonamiento de fondo.



Etapa 2 (2 a 10 años)

Poda anual de guaba a 1.2 m de altura, picado y distribución de biomasa hasta el año 6. Raleo gradual de plátano y guaba para regular sombra.

Recalce, poda de formación de cacao, especies frutales y maderables en los dos primeros años y poda anual de mantenimiento de cacao, especies frutales y maderables (formación de fuste). Manejo de plagas y enfermedades, empleo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao y frutales (cítricos, caimito, mango y zapote).

Etapa 3 (10 a 20 años)

Poda de guaba para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra, a partir del año 15 resiembra de guaba. Recorte de mantenimiento de cacao y especies frutales. Manejo de plagas y enfermedades, empleo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao y frutales (cítricos, caimito, mango y zapote) y aprovechamiento parcial de shaina y marupa.

Etapa 4 (20 a 30 años)

Poda de guaba para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra Tala de mantenimiento de cacao y especies frutales. Manejo de plagas y enfermedades, uso de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao y frutales (cítricos y mango) y aprovechamiento parcial de corniñón, pumaqui y quillobordón.

Caso 2: Caserío Unión, distrito de Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali

Objetivos de la familia: Rehabilitación de áreas degradadas con fines de producción y conservación.

PERFIL DE LA FAMILIA



- Procedencia: Lima.
- Jefe de hogar: mujer de 70 años, con educación superior.
- Superficie de la unidad productiva familiar: 50 ha.
- Superficie de la parcela de cacao: 1 ha.
- Condiciones de titulación: 100% titulada.
- Principales medios de vida: producción de cacao.
- Disponibilidad de mano de obra: 100% contratada, con limitada disponibilidad.
- Acceso a la unidad productiva familiar: bueno durante todo el año, a 20 minutos en carro de los principales mercados y centros de abasto (Alexander Von Humboldt y Neshuya).

- Nivel de conocimiento: bajo en el manejo de cacao y especies forestales.
- Orientación productiva: diversificación de actividades productivas asociadas a especies arbóreas maderables y frutales principalmente nativas.
- Acceso a mercado: cacao comercializado a través de la cooperativa.

CONDICIONES BIOFÍSICAS DE LA PARCELA

- Altitud: 220 m s. n. m.
- Clima: precipitación anual promedio de 1628 mm, temperatura máxima de 31.4 °C y mínima de 22.0 °C.
- Orientación: este a oeste.
- Topografía: terreno ondulado (15% de pendiente).
- Condiciones del suelo:



0: valor más bajo (condición limitante), 5: valor óptimo (condición ideal)

Condición inicial de la parcela: pastizal abandonado con predominancia de pasto negro (*plicatulum*), rabo de zorro (*Andropogon bicornis*), desmodium (*Desmodium ovalifolium*), cashaucsha (*Imperata brasiliensis*)

CRITERIOS

- *Selección de especies:* especies productoras de biomasa y/o fijadoras de nitrógeno, grupo de frutales y maderables con demanda en el mercado local que se adapten a suelos de baja fertilidad.

- *Diseño*: disponibilidad limitada de mano de obra, condiciones biofísicas del suelo (suelo ligeramente ondulado, compactado de baja fertilidad con presencia de gramíneas), condiciones climáticas (bajos niveles de precipitación). Limitado conocimiento del manejo de especies arbóreas asociadas al cultivo de cacao, características morfológicas de las especies.
- *Manejo*: disponibilidad media de mano de obra, bajo nivel de conocimiento del manejo de especies forestales, buena capacidad para la adquisición de herramientas y equipos para manejo silvicultural.

DESCRIPCIÓN

Cultivo principal: cacao (*Theobroma cacao*)

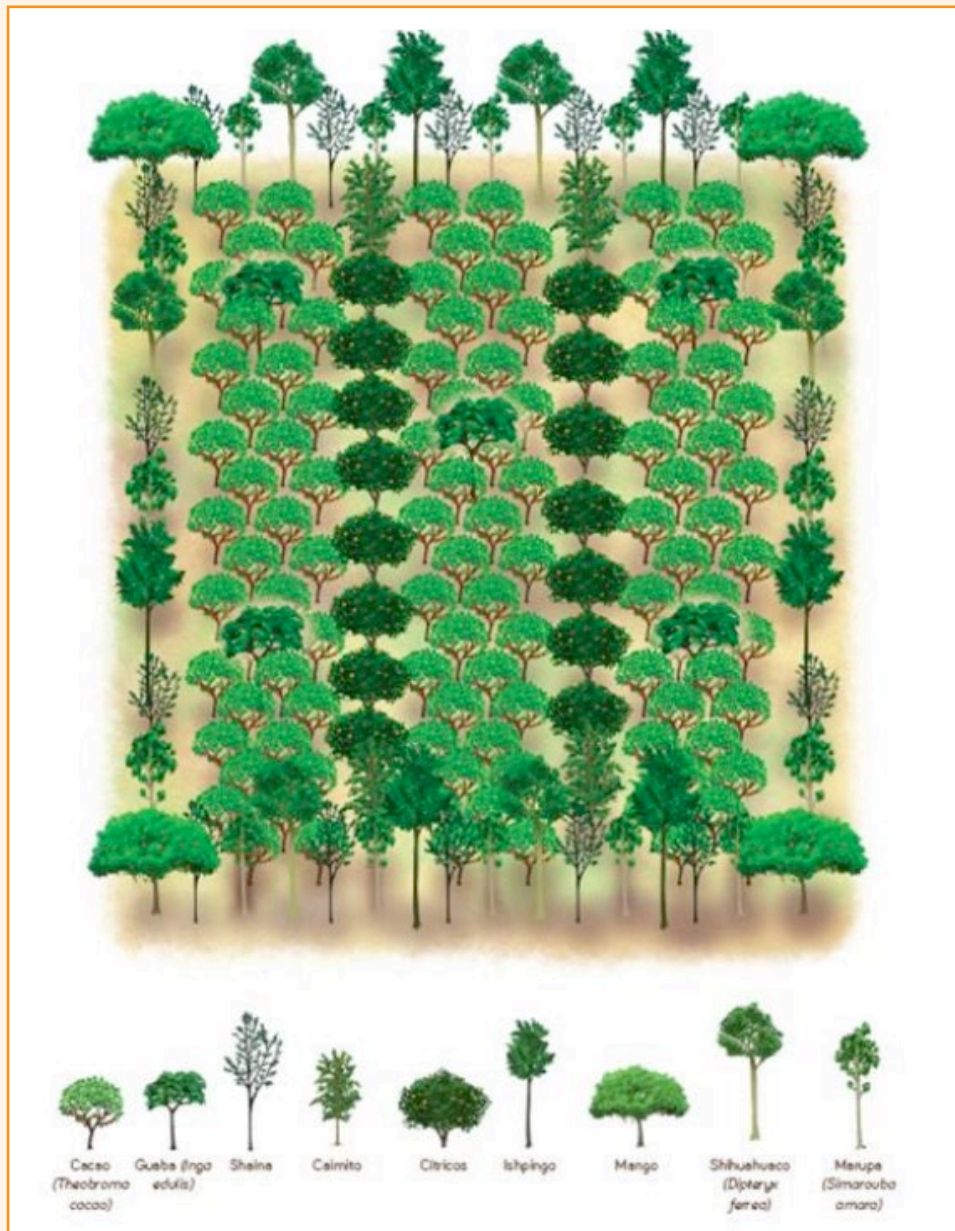
Especies arbóreas principales: guaba (*Inga edulis*), marupa (*Simarouba amara*), shaina (*Colubrina glandulosa*), cítricos (*Citrus sp.*).

Especies arbóreas secundarias: shihuahuaco (*Diptryx ferrea*), caimito (*Pouteria caimito*), mango (*Mangifera indica*).

Cultivos asociados: yuca (*Manihot esculenta*), canavalia (*canavalia ensiformis*), kudzu (*Pueraria phaseoloides*), piña (*Ananas comosus*).

ARREGLO ESPACIAL (DISTANCIAMIENTO APLICADO)

- Zonal.
- Cacao a 3 x 3 m en sistema de tres bolillos en bloques de 5 hileras.
- Árboles de servicio en hilera con distanciamiento inicial de 3 x 3 m y final de 18 x 18 m.
- Árboles frutales en hilera a 6 m entre plantas intercalados entre dos bloques de cacao.
- Árboles maderables y frutales en hilera alrededor de la parcela cada 6 metros entre plantas.

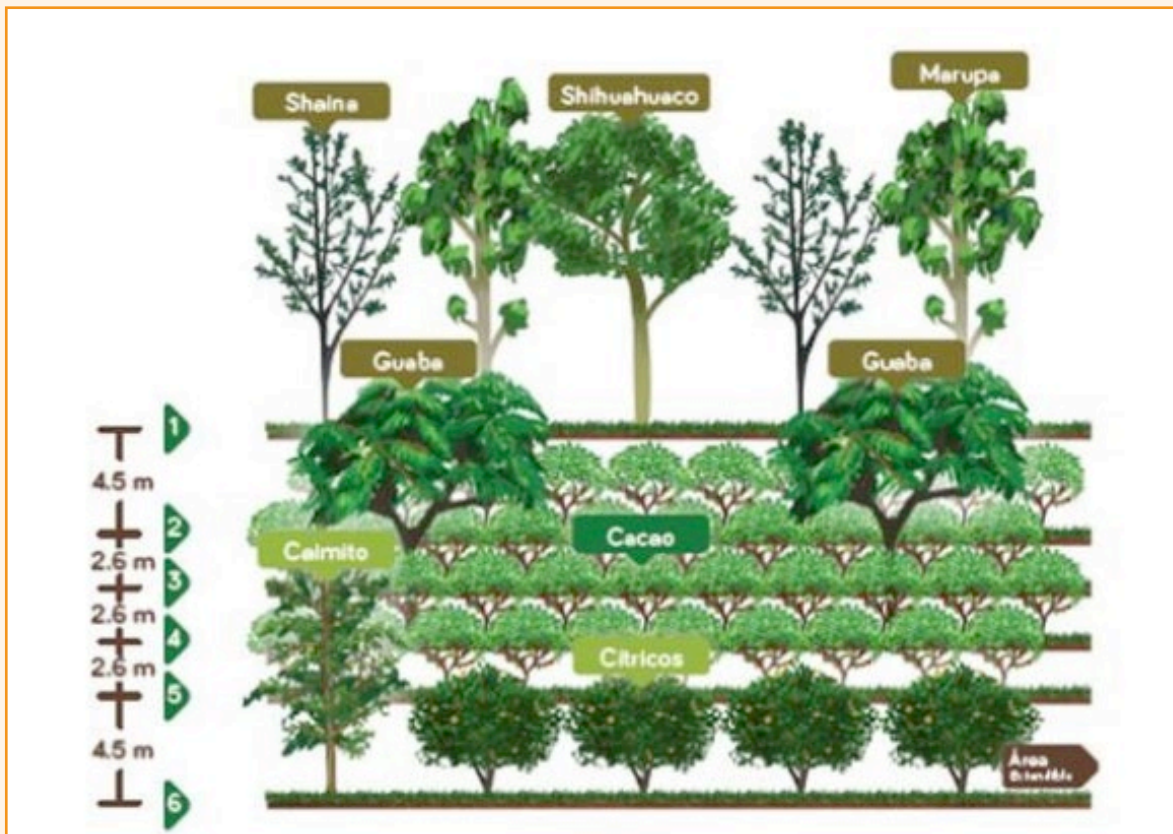


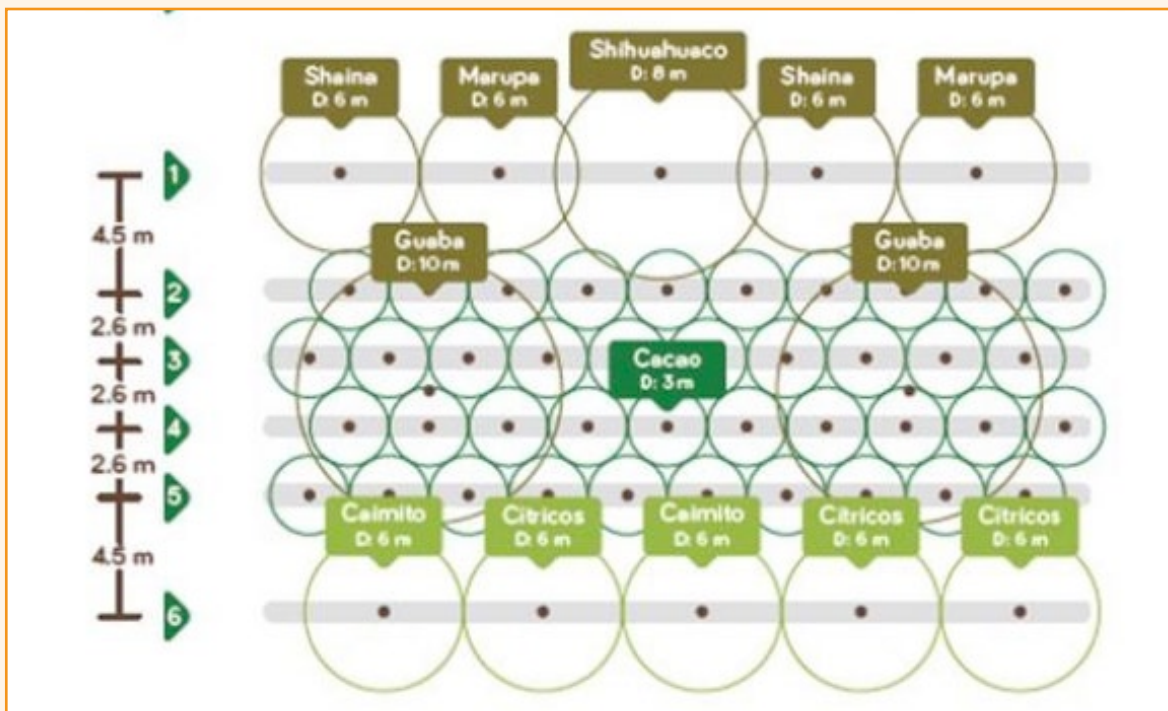
Estructura horizontal (1 ha):

- 5 bloques con 5 filas de cacao cada uno (833 plantas).
- 33 hileras con especies de servicio (1111 plantas de guaba).
- 4 hileras de especies frutales (67 plantas de cítricos, caimito y pan del árbol).
- 1 hilera de especies maderables en el perímetro de la parcela (60 plantas de marupa, shaina, shihuahuaco, ishpingo y mango).

Estructura vertical:

- Rastrero: especies herbáceas, canavalia como cobertura inicial y kudzu como cobertura permanente.
- Bajo: especies herbáceas (yuca para producción de biomasa y piña como barrera viva) y arbóreas (cacao).
- Medio: especies arbóreas de servicio (guaba), frutales (cítricos y caimito) y especies maderables de rápido crecimiento (shaina y marupa).
- Alto y emergente: especies maderables de mediano a lento crecimiento y frutales (shihuahuaco, ishpingo y mango).





PROYECCIÓN DEL MANEJO DESDE EL INICIO DE LA INTERVENCIÓN



La intervención se inicia con la preparación del terreno sin quema (picado y distribución de la biomasa en toda el área), aplicación de enmienda y el alineamiento, poceo y siembra de especies productoras de biomasa (guaba) en hoyos profundos con abonamiento de fondo (compost y roca fosfórica) y canavalia como cobertura viva.

Etapa 1 (1 a 2 años)

Para la producción de biomasa se realiza una poda de canavalia (a la floración) y yuca y poda de guaba (2 años después de la siembra) a 1.2 m de altura, picado e incorporación de biomasa al suelo. A partir del segundo año siembra de kudzu para cobertura viva permanente.

Etapa 2 (2 a 10 años)

Poda anual de guaba a 1.2 m de altura, picado y distribución de biomasa hasta el año 6. Raleo gradual de guaba para regular sombra. Siembra de especies arbóreas frutales y maderables y cacao en hoyos grandes con abonamiento de fondo.

Recalce, poda de formación de cacao, especies frutales y maderables en los dos primeros años y posteriormente poda anual de mantenimiento de cacao, especies frutales y maderables (formación de fuste). Manejo de plagas y enfermedades, empleo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao y frutales (cítricos, caimito, mango).

Etapa 3 (10 a 20 años)

Poda de guaba para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra, a partir del año 15 resiembra de guaba. Poda de mantenimiento de cacao y especies frutales. Manejo de plagas y enfermedades, empleo de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao y frutales (cítricos, caimito y mango).

Al tercer año raleo del 50% de las especies de corto plazo (shaina y marupa) y su aprovechamiento parcial a partir del décimo año.

Etapa 4 (20 a 30 años)

Poda de guaba para incorporar la biomasa al suelo y regular sombra. Tala de mantenimiento de cacao y especies frutales. Manejo de plagas y enfermedades, uso de malezas y abonamiento foliar y al suelo. Cosecha de cacao y frutales (cítricos, pan del árbol y mango).

BIBLIOGRAFÍA

- Arévalo, M. et al. (2017). *Manual técnico del cultivo de cacao: Prácticas latinoamericanas*. IICA. San José, Costa Rica. 143 pp.
- Baca M., Robiglio, V. (2017). *Guía técnica de caficultura sostenible adaptada al cambio climático*. ICRAF. Lima, Perú. 113 pp. Consultada en: <https://camcafeperu.com.pe/admin/recursos/publicaciones/Guia-tecnica-caficultura-sostenible-adaptada-cambio-climatico.pdf>.
- Cerda, R., Atorga, C., Villalobos, M., Deheuvels, O., Orozco, Sh., Say, E., López, A. & Somarriba, E. (2013). Servicios ambientales de los cacaotales centroamericanos. Resultados de investigación al alcance de las comunidades cacaoteras. Serie técnica. *Materiales de extensión No. 10*. Turrialba, Costa Rica.
- CIFOR-ICRAF. (2023). *Árbol SAF: herramienta interactiva de selección de especies para el codiseño de opciones agroforestales y plataforma de gestión de datos*. Versión v.2023.11. Lima, Perú. <https://arbolsaf.cifor-icraf.org/arbolsaf/herramienta/>
- Decreto Supremo No. 017-2021-MIDAGRI, Que aprueba la Política Nacional Agraria 2021-2030. Plataforma Única del Estado Peruano (2021). <https://www.gob.pe/institucion/midagri/normas-legales/2061745-0017-2021-midagri>.
- GANESAN. (2019). Enfoques agroecológicos y otros enfoques innovadores en favor de la sostenibilidad de la agricultura y los sistemas alimentarios que mejoran la seguridad alimentaria y la nutrición (Informe No.14). http://www.fao.org/fileadmin/templates/cfs/HLPE/reports/HLPE_Report_14_ES.pdf
- García, L. (2010). *Catálogo de cultivares de cacao del Perú*. Lima, Perú. 108 pp.
- Gassner, A. & Dobie, P. (Eds.). (2023). *Agroforestería: Una guía. Principios de diseño y manejo agroforestal en beneficio de las personas y del medio ambiente*. CIFOR ICRAF. <https://doi.org/10.5716/cifor-icraf/BK.33141>
- Herder, M.; Burgess, P.; Mosquera-Losada, M.; Herzog, F.; Hartel, T.; Upson, M.; Viholainen, I. y Rosati, A. (2015). Preliminary stratification and quantification of agroforestry in Europe. DOI:10.13140/RG.2.1.4258.4482
- Miccolis, A., Peneireiro, F.M., Marques, H.R., Vieira, D.L.M., Arco-Verde, M.F., Hoffmann, M.R., Rehder, T., Pereira, A.V.B. (2016). *Agroforestry Systems for Ecological Restoration: How to reconcile conservation and production. Options for Brazil's Cerrado and Caatinga biomes*. <https://www.cifor-icraf.org/knowledge/publication/14562/>
- Mocca. (s.f.). Cacao en sistemas agroforestales. Cartilla técnica. Disponible en: <https://mocca.org/recursos/cacao/>
- Mocca. (s.f.). Clima, altitud y suelo recomendados para sembrar cacao. Disponible en: <https://mocca.org/recursos/cacao/>
- Morales L., Leguía, E. (s.f.). Guía para la utilización de la herramienta PlanSAF. Protocolo para la realización de diagnóstico participativo.
- Murrieta, L. R. (2016). Elaboración del abono orgánico compost “alborada”, sector papayal - distrito de Castillo Grande - provincia de Leoncio Prado”.

- Leguía, E. (s.f.). Manual para el uso de la herramienta AMAZON-SAF[1] adaptado al contexto productivo de la amazonia peruana
- Parra Guerra, E. (2015). *La experiencia de la Cooperativa Agraria de Cacao Aromático “Colpa de Loros”*. https://www.unodc.org/documents/peruandecuador/DocumentosDA/PeruColombi_aDA/Ponencia_Iniciativa_Kaoka.pdf
- Paredes, M. (2015). *El horizonte de la productividad Agroforestal- Cacao. Empresa Agroforestal y Ambiente ALBORADA SAC*. Edición Setiembre. Tingo María. 146 pp.
- Paredes, M. (2003). *Manual del cultivo de cacao. Programa para el Desarrollo de la Amazonía*. Proamazonia. MINAGRI. 100 p.
- PROCOMER. (2018). *Manual técnico: Cosecha de cacao fino y de aroma*. Disponible en: <https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Manual-Cosecha-de-cacao-fino-y-de-aroma.pdf>. Esencial. Costa Rica. 44 pp.
- Robiglio, V. (2023). *Guía para el diseño de opciones forestales y agroforestales a pequeña escala*. CIFOR ICRAF.
- Robiglio V., Morales L., Baca M., Suber M. & Leguía E. (s.f.). Agroforestería “a la medida” para catalizar la transición hacia una caficultura sostenible y adaptada al clima
- Robiglio, V., Suber, M. & Castro, E. (2022). La agroforestería al servicio de la agricultura familiar en Perú. Una propuesta de definición de agroforestería para facilitar el alineamiento institucional a favor del diseño de intervenciones y políticas que fomenten la adopción de esta práctica en Perú. <https://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/PB22015.pdf>
- Robiglio V., Suber M., Baca M., Cornelius J. & Domènech L. (2017). Agroforestería con cultivos perennes en Perú - Paquete educativo. Manual de agroforestería con cultivos perennes. Agrobanco.
- Sinclair, F.L. (1999). A general classification of agroforestry practice. *Agroforestry Systems* 46, 161-180. <https://doi.org/10.1023/A:1006278928088>
- Sinclair, F. L. (2004). Agroforestry. Burley, J. (Ed.). *Encyclopedia of Forest Sciences*. Elsevier (pp. 27-32). <https://doi.org/10.1016/B0-12-145160-7/00340-9>
- Thomas, E., Lastra S. & Zavaleta, D. (2023). *Catálogo de cacaos de Perú*. 293 pp. Vargas, R., Ypanaque, Y. (2022). Diagnóstico del contexto socio-económico de los productores de cacao de Perú del proyecto Agroecological Regenerative Cocoa.
- Villareal, E., Bermúdez, W. & Arrieta, L. (2019). *Manual de Buenas Prácticas Agroforestales*. Provita, Embajada Británica. Caracas. 92 pp.

ANEXOS

1. Prácticas generales

CULTIVOS AGRÍCOLAS EN ROTACIÓN CON BARBECHOS O PURMAS

Cultivos agrícolas en rotación con barbechos o purmas



DESCRIPCIÓN

Alternancia entre cultivos agrícolas y vegetación secundaria (de origen sucesional, herbácea, arbustiva o arbórea y definida como purma) en el espacio de una finca por periodos largos.

FUNCIONES

Recuperar la fertilidad del suelo mediante la producción e incorporación de biomasa de las especies nativas que se regeneran naturalmente en el área.

- Mejorar la estructura, aireación y disponibilidad de agua en el suelo, así como reducir los riesgos de erosión y escorrentía, debido a la gran cantidad de biomasa producida y a la cobertura vegetal.

- Incrementar la materia orgánica y la macrofauna del suelo.

CRITERIOS

- Se recomienda cuando en la unidad productiva se tiene un área alternativa con características adecuadas para cultivar durante el tiempo que dura el descanso de la otra área.

LIMITACIONES

- Requiere de mano de obra durante todo el periodo de descanso para la prevención de incendios (especialmente, en los meses de ausencia de lluvias).
- Se aplica a unidades productivas con área suficiente para cultivar mientras se deja un área en descanso.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Conocimiento especializado +

- No se requiere. Es una práctica realizada tradicionalmente por los agricultores.



Insumos y herramientas especializadas +

- **Insumos:** ninguno.
- **Herramientas:** machete, motoguadaña o cultivadora.



Costo para su aplicación +

- El principal rubro de gasto es la mano de obra.

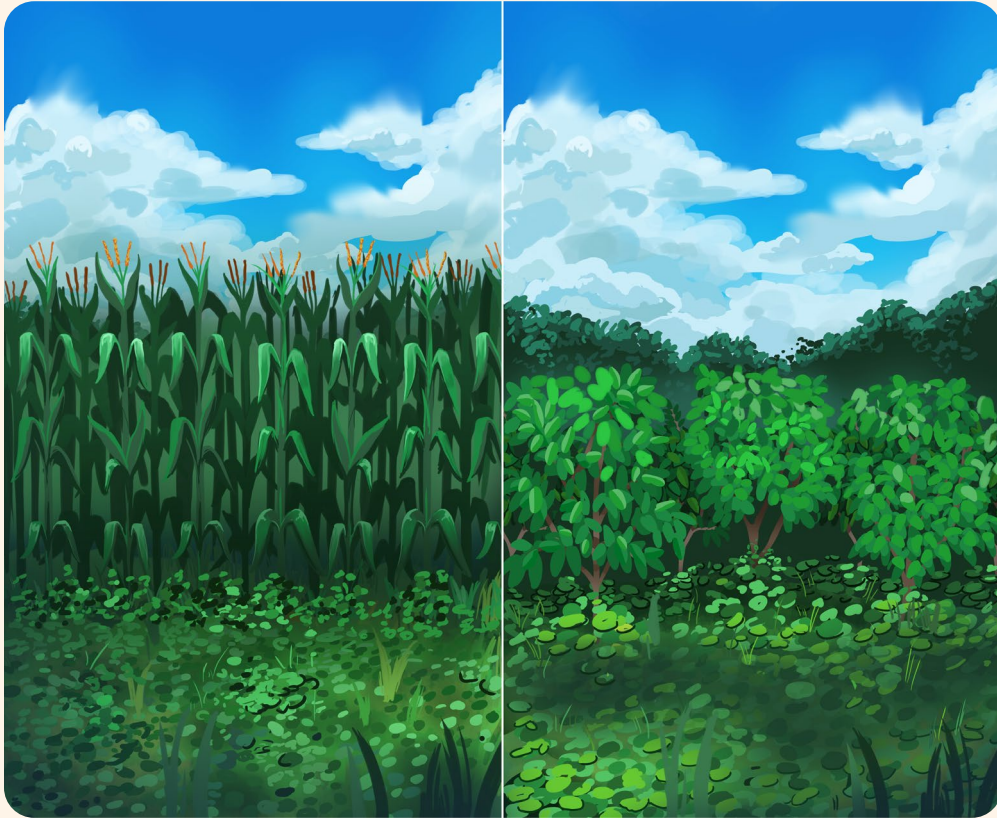


Demanda de mano de obra +

- Solo para las actividades de prevención de incendios.

PURMA (O BARBECHO) MEJORADA

Purma (o barbecho) mejorada



DESCRIPCIÓN

El barbecho mejorado consiste en sembrar y manejar una o más especies leguminosas herbáceas, arbustivas o arbóreas dentro de un área que se va a dejar en descanso ('empurmado' o en barbecho) con la vegetación natural debido a que ha perdido su capacidad productiva, a fin de acelerar su proceso de rehabilitación (uno a tres años).

FUNCIONES

- Mejorar la fertilidad y el ciclaje de nutrientes en el suelo mediante la capacidad de las leguminosas para asociarse con bacterias fijadoras de nitrógeno y, en algunos casos, con hongos micorrícicos, a través de los cuales las raíces pueden explorar más área del suelo para absorber otros nutrientes, tales como fósforo, potasio, calcio, magnesio.
- Mejorar la estructura, aireación y disponibilidad de agua en el suelo, así como reducir los riesgos de erosión y escorrentía, debido a la gran cantidad de biomasa producida y a la cobertura vegetal.

- Incrementar el contenido de materia orgánica del suelo mediante la producción e incorporación de biomasa generada por las leguminosas y la vegetación secundaria.
- Incrementar la macrofauna como consecuencia del incremento de materia orgánica.
- Proporcionar productos adicionales para autoconsumo o venta, tales como alimento de consumo humano y animal, leña, semilla con valor comercial, entre otros.

CRITERIOS

- Se recomienda cuando en la unidad productiva se tiene un área alternativa con características adecuadas para cultivar durante el tiempo que dura el descanso de la otra área.
- Las leguminosas a utilizar deben poseer las siguientes características: estar adaptadas a las condiciones de suelo y clima de la zona, poseer capacidad de fijar nitrógeno; ser de rápido crecimiento y tener buena capacidad de rebrote.

Tabla 7. Especies leguminosas recomendables para purmas o barbechos mejorados en la Amazonía peruana

Especie	Tipo de semilla y distanciamiento de siembra	Principales características y beneficios complementarios
Herbácea		
Centrosema (<i>Centrosema macrocarpum</i>)	Semilla botánica 0.50 m x 0.50 m	<ul style="list-style-type: none"> • Es una especie perenne de hábito rastrero y trepador. • Puede desarrollar bajo sombra no muy densa. • Proporciona forraje para ganado y animales menores.
Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>)	Semilla botánica 0.50 m x 0.50 m	<ul style="list-style-type: none"> • Es una especie anual de hábito rastrero. • Proporciona grano para alimentación animal.
Kudzú (<i>Pueraria phaseoloides</i>)	Semilla botánica 0.50 m x 0.50 m	<ul style="list-style-type: none"> • Es una especie perenne de hábito rastrero y trepador. • Desarrolla mejor a campo abierto. • Proporciona forraje para ganado y animales menores.

Especie	Tipo de semilla y distanciamiento de siembra	Principales características y beneficios complementarios
Mucuna (<i>Mucuna pruriens</i>)	Semilla botánica 0.50 m x 0.50 m	<ul style="list-style-type: none"> • Es una especie anual de hábito rastrero y trepador. • Desarrolla mejor en suelos con degradación incipiente o, en su defecto, con adición de abonos. • Proporciona grano para alimentación animal.
Arbustiva		
Frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i>)	Semilla botánica 2.0 m x 2.0 m	<ul style="list-style-type: none"> • Es una especie perenne de porte erecto. • Proporciona grano para alimentación humana y animal.
Arbórea		
Amasisa (<i>Erythrina sp.</i>)	Estacas de 0.50 m 2.0 m x 2.0 m	<ul style="list-style-type: none"> • Es una especie perenne de porte erecto. • Desarrolla mejor en suelos con degradación incipiente. • Proporciona forraje para ganado y animales menores.
Guaba (<i>Inga edulis</i>)	Plantones 1.0 m x 1.0 m, 2.0 m x 2.0 m, 3.0 m x 3.0 m.	<ul style="list-style-type: none"> • Es una especie perenne de porte erecto. • Proporciona frutos y leña.
Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	Estacas, plantones	<ul style="list-style-type: none"> • Es una especie perenne de porte erecto. • Proporciona forraje para ganado y animales menores.

Fuente: Adaptado de Alegre, Meza y Arévalo, 2000.

LIMITACIONES

- Requiere de un periodo de tiempo para que las leguminosas desarrollen y cubran el área a recuperar (un año en el caso de las herbáceas y dos para las arbustivas o arbóreas).
- Requiere de mano de obra adicional para el establecimiento y manejo de las leguminosas y el deshierbo del área, al menos, durante los primeros seis meses.
- Su disponibilidad es reducida y es alto el costo del material de propagación (semillas, esquejes) de leguminosas herbáceas y arbustivas, principalmente.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Conocimiento especializado +

- No requiere.



Insumos y herramientas especializadas ++

- **Insumos:** material de propagación de leguminosas (semillas, estacas, plántones, otros) y abonos o enmiendas. Por ejemplo, en suelos muy ácidos ($\text{pH} < 5$) se puede aplicar roca fosfórica para mejorar las condiciones en las que se desarrollarán las leguminosas.
- **Herramientas:** machete, tacarpo, motoguadaña o cultivadora, motosierra.



Costo para su aplicación +++

- Alto para instalación y manejo de una hectárea.
- Depende de la densidad, especies y material de propagación.
- **Principales rubros de gasto:** semillas y/o plántones, enmiendas y mano de obra.

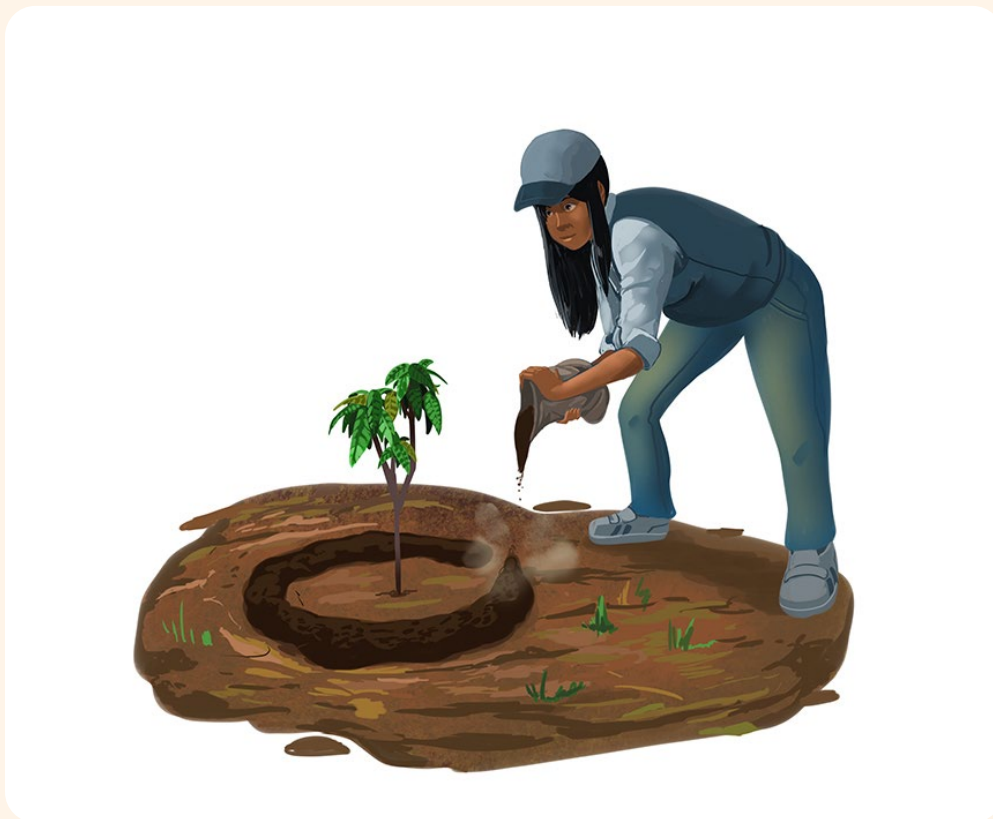


Demanda de mano de obra ++

- Para el acondicionamiento del área, siembra o trasplante, el mantenimiento inicial y la poda de las especies arbustivas o arbóreas para incorporar biomasa al suelo.

USO DE ENMIENDAS Y ABONOS

Uso de enmiendas y abonos



DESCRIPCIÓN

Consiste en la aplicación de productos orgánicos o minerales para mitigar limitantes físicas o químicas del suelo, mejorar la fertilidad del suelo y abastecer con los nutrientes requeridos por las especies vegetales establecidas en un área.

FUNCIONES

- Favorecer la disponibilidad de nutrientes a través del incremento del pH del suelo y la neutralización de elementos tóxicos (la aplicación de cal o dolomita inactiva el aluminio, elemento tóxico para la mayoría de las especies vegetales).
- Incrementar la capacidad de retención de humedad en suelos arenosos y la aireación en suelos arcillosos (aplicación de estiércol, compost, humus).
- Mejorar la fertilidad del suelo a través de la adición de nutrientes importantes para los cultivos (la dolomita aporta calcio y magnesio, la roca fosfórica suministra fósforo y calcio, el guano de islas proporciona nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes).

- Abastecer los requerimientos nutricionales de las especies vegetales de importancia económica, a fin de incrementar los rendimientos y calidad de estos.

CRITERIOS

- **¿Cuánto aplicar? (dosis):** requiere de resultados de análisis de suelos y foliares para determinar las condiciones nutricionales del suelo y del cultivo, respectivamente. De manera eventual, se puede recurrir a información secundaria (manuales, guías), pero esta debe ser confiable y basada en evidencias.
- **¿Qué aplicar? (fuente):** existe una amplia gama de enmiendas y fertilizantes de origen orgánico y mineral (ver Tabla 8). Para su elección deben tenerse en cuenta:
 - **Características del producto:** relacionado con su composición y facilidad para hacer mezclas; por ejemplo, la urea no debe mezclarse anticipadamente con la roca fosfórica ni la dolomita porque se volatizará el nitrógeno. En líneas generales, las mezclas deben hacerse al momento de su aplicación.
 - **Características del suelo:** relacionado con sus condiciones de acidez o alcalinidad (por ejemplo, la dolomita y la roca fosfórica solo funcionan en suelos ácidos debido a que son de reacción alcalina).
 - **Precio:** los productos de lenta disponibilidad de nutrientes suelen ser más baratos que los de rápida disponibilidad.
 - **Objetivo del cultivo:** los productos minerales son de uso restringido o prohibido en los sistemas de producción orgánica.
 - Adicionalmente, el biol, fertilizante líquido de origen orgánico y natural, constituye una excelente fuente de nutrientes complementaria.

Tabla 8. Enmiendas y abonos orgánicos y minerales más comunes

Producto	Contenido de nutrientes (%)						Solubilidad y disponibilidad de nutriente
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄	
Enmiendas							
Compost	1	<1	<1	2	<1		Lenta
Humus de lombriz	2	2	1	5	1		Lenta
Cal agrícola o cal hidratada	30-40						Lenta

Producto	Contenido de nutrientes (%)						Solubilidad y disponibilidad de nutriente
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄	
Dolomita	30	22					Lenta
Yeso agrícola o sulfato de calcio	20		16				Lenta
Abonos							
Guano de islas	10	10	2				Rápida
Roca fosfórica		20-23			33-40		Lenta
Sulfato de potasio			50				Rápida

Fuente: Adaptado de Alegre y Meza, 1999.

- **¿Cuándo aplicar? (época):**

- **Humedad del suelo:** el suelo debe estar húmedo para que la enmienda o fertilizante pueda disolverse y evitar pérdidas por volatilización o daños por contacto con las raíces (especialmente, los de origen químico).
- **Fraccionamiento:** la enmienda debe aplicarse al inicio de la época de lluvias, mientras que el fertilizante debe emplearse, al menos, en dos momentos: el primero –toda la dosis de fósforo y la mitad de nitrógeno y potasio– al inicio de la campaña del cultivo y luego de las podas y deshierbo, y la segunda –la mitad de la dosis restante de nitrógeno y potasio– a la floración del cultivo.

- **¿Dónde aplicar? (localización):** en suelos planos puede aplicarse al voleo, mientras que en suelos de ladera debe administrarse de modo localizado (sembrado en hoyos o en media luna siguiendo la prolongación de la copa de la especie vegetal).

LIMITACIONES

- Requiere de servicios especializados para estimar las condiciones nutricionales del suelo (análisis físico y químico del suelo).
- Requiere de recursos económicos para la adquisición de los fertilizantes o enmiendas, o de los insumos para su elaboración (en el caso de abonos naturales preparados localmente).
- Requiere de mano de obra para la aplicación de los productos adquiridos o elaborados.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Conocimiento especializado +++

- Para el muestreo, análisis e interpretación de los resultados del análisis de suelo y la elaboración del plan de abonamiento (determinación de la dosis, fuente, momento y localización del abono).



Insumos y herramientas especializadas +

- **Insumos:** abonos y fertilizantes según lo establecido en el plan de abonamiento.
- **Herramientas:** balanza, sacos, envases de plástico.



Costo para su aplicación +++

- **Variable:** depende de los cuatro factores mencionados.



Demanda de mano de obra ++

- Para la limpieza del área y la aplicación de los abonos, según los momentos de aplicación establecidos en el plan de abonamiento.

COBERTURAS VIVAS

Coberturas vivas



DESCRIPCIÓN

Las coberturas vivas consisten en utilizar plantas herbáceas o arbustivas –de preferencia, leguminosas– para cubrir el suelo, sembradas en toda el área de la parcela en líneas continuas o dispersas al voleo.

FUNCIONES

- Mejorar la fertilidad del suelo mediante la capacidad de las leguminosas para asociarse con bacterias fijadoras de nitrógeno y, en otros casos, con hongos micorrícicos, a través de los cuales las raíces pueden explorar más área del suelo para absorber otros nutrientes, tales como fósforo, potasio, calcio, magnesio, entre otros.
- Mejorar importantes propiedades del suelo, tales como el contenido de materia orgánica, aireación y retención de humedad.
- Reducir los riesgos de erosión y escorrentía, debido a la gran cantidad de biomasa producida.

- Facilitar el control de malezas agresivas.
- Proporcionar productos adicionales para autoconsumo o venta: alimento de consumo humano y animal, semillas con valor comercial, entre otros.

CRITERIOS

- Esta práctica es recomendable en suelos arenosos, pobres en materia orgánica, en zonas de abundantes precipitaciones o de sequías prolongadas, en áreas con presencia de malezas agresivas.
- Uso de especies vegetales adaptadas a las condiciones de clima y suelo existentes en la zona de intervención.

Tabla 9. Especies leguminosas recomendables para coberturas vivas en la Amazonía peruana

Espece	Tipo de semilla y distanciamiento de siembra	Principales características y beneficios complementarios
Herbácea		
Centrosema (<i>Centrosema macrocarpum</i>)	Semilla botánica 0.50 m x 0.50 m	<ul style="list-style-type: none"> • Es una especie perenne de hábito rastrero y trepador. • Puede desarrollar bajo sombra no muy densa. • Proporciona forraje para ganado y animales menores.
Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>)	Semilla botánica 0.50 m x 0.50 m	<ul style="list-style-type: none"> • Es una especie anual de hábito rastrero. • Proporciona grano para alimentación animal.
Kudzú (<i>Pueraria phaseoloides</i>)	Semilla botánica 0.50 m x 0.50 m	<ul style="list-style-type: none"> • Es una especie perenne de hábito rastrero y trepador. • Desarrolla mejor a campo abierto. • Proporciona forraje para ganado y animales menores.
Mucuna (<i>Mucuna pruriens</i>)	Semilla botánica 0.50 m x 0.50 m	<ul style="list-style-type: none"> • Es una especie anual de hábito rastrero y trepador. • Desarrolla mejor en suelos con degradación incipiente o, en su defecto, con adición de abonos. • Proporciona grano para alimentación animal.

Fuente: Adaptado de Alegre, Meza y Arévalo, 2000.

LIMITACIONES

- Requiere de recursos financieros y mano de obra adicionales para el establecimiento y manejo de la cobertura para evitar competencia con el cultivo o especie principal.
- Limitado acceso a semilla, no hay mucha oferta de estas y tienen un costo alto.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Conocimiento especializado +

- No requiere.



Insumos y herramientas especializadas ++

- **Insumos:** semilla de leguminosas herbáceas y/o arbustivas, y abonos o enmiendas (en suelos con pH<5 se puede aplicar roca fosfórica para favorecer el desarrollo de las leguminosas).
- **Herramientas:** machete, tacarpo, motoguadaña.



Costo para su aplicación ++

- Hasta el primer año de una hectárea el costo estimado es medio.
- **Principales rubros de gasto:** mano de obra y semillas de leguminosas.



Demanda de mano de obra ++

- Para el acondicionamiento del área, la siembra o trasplante y dos deshierbos.

COBERTURAS MUERTAS

Coberturas muertas



DESCRIPCIÓN

Las coberturas muertas consisten en la utilización de los residuos provenientes de las podas, deshierbos y cosecha que se dejan para la protección del suelo en los callejones del cultivo.

FUNCIONES

- Mejorar importantes propiedades del suelo, tales como el contenido de materia orgánica, aireación y retención de humedad.
- Reducir los riesgos de erosión y escorrentía.
- Facilitar el control de malezas agresivas.

CRITERIOS

- Esta práctica es recomendable en suelos arenosos, pobres en materia orgánica, en sistemas productivos con abundantes residuos vegetales, en zonas de abundantes precipitaciones o de sequías prolongadas, en áreas con presencia de malezas agresivas.

LIMITACIONES

Requiere de mano de obra adicional para el picacheo y dispersión de la biomasa.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Conocimiento especializado +

- No requiere.



Insumos y herramientas especializadas ++

- **Herramientas:** machete, motoguadaña o cultivadora.



Costo para su aplicación +++

- Hasta el primer año el costo estimado de instalación y manejo de una hectárea es medio.
- **Principal rubro de gasto:** mano de obra.



Demanda de mano de obra +++

- Para el acondicionamiento del área, recolección y picado de biomasa, y posterior dispersión.

BARRERAS VIVAS EN LADERAS

Barreras vivas en laderas



DESCRIPCIÓN

Consiste en sembrar o establecer, en sentido transversal a la pendiente del terreno en ladera, hileras densas de hierbas, arbustos o árboles para retener el agua de lluvia y los sedimentos, y como protección ante los efectos nocivos del viento.

FUNCIONES

- Reducir la erosión del suelo debido a la disminución de la velocidad de la escorrentía del agua de lluvia.
- Reducir la velocidad del viento disminuyendo los riesgos de daños al cultivo.
- Eventualmente, reducir el ingreso de plagas y enfermedades al cultivo.
- Producción de alimentos, forraje, madera, leña, entre otros; según las especies establecidas.

CRITERIOS

- Esta práctica es recomendable en zonas de relieve inclinado (pendientes superiores a 15% e inferiores a 50%), con altas precipitaciones o con ocurrencia de vientos fuertes.
- En suelos poco profundos y en sistemas productivos con especies que toleran la sombra (especialmente, cuando se usan barreras arbóreas).
- Las especies para utilizar deben cumplir con algunos requisitos importantes: ser de crecimiento rápido y vigoroso, porte erecto, no tener problemas fitosanitarios comunes con la especie agrícola o forestal principal, no tener copas excesivamente densas, entre otros.

Tabla 10. Especies recomendadas para barreras vivas en la Amazonía peruana

Especie	Tipo de semilla y distanciamiento de siembra	Principales características y beneficios complementarios
Herbácea		
Vetiver (<i>Chrysopogon zizanioides</i>)	Esquejes de 0.20 cm x 0.25 m x 5-10 m (a mayor pendiente, menor distancia de hileras)	<ul style="list-style-type: none"> • Control de erosión • Biomasa para coberturas muertas, construcción, artesanía
King Grass (<i>Pennisetum purpureum</i>)	Esquejes de 0.20 cm x 0.25 m x 5-10 m Tres hileras a 0.20 m en sistema tres bolillos cada 10 o 20 m	<ul style="list-style-type: none"> • Control de erosión • Forraje para ganado o animales menores
Arbustiva		
Frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i>)	Semilla botánica 1.0 m x 5-10 m	<ul style="list-style-type: none"> • Control de erosión y mejora del suelo • Grano para alimentación humana y animal
Arbórea		
Amasisa (<i>Erythrina sp.</i>)	Estacas de 0.50 m x 2.0 m x 5-10 m	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora del suelo • Forraje para ganado y animales menores
Guaba (<i>Inga edulis</i>)	Plantones 2.0 m x 5-10 m	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora del suelo • Frutos • Leña
Marupa (<i>Simarouba amara</i>)	Plantones 2.0 m x 5-10 m	<ul style="list-style-type: none"> • Madera • Leña

Especie	Tipo de semilla y distanciamiento de siembra	Principales características y beneficios complementarios
Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)	Plantones 2.0 m x 5-10 m	<ul style="list-style-type: none"> • Madera • Leña

Fuente: Adaptado de Alegre, Meza y Arévalo, 2000.

LIMITACIONES

- Requiere de recursos financieros para la adquisición del material de propagación para establecer las barreras vivas.
- Requiere de mano de obra adicional para el establecimiento y manejo de las especies que conforman las barreras vivas y evitar competencia con el cultivo, plantación o pastura establecido.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Conocimiento especializado +

- No requiere.



Insumos y herramientas especializadas ++

- **Insumos:** material de propagación (semilla, estacas y/o plantones) y abonos en suelos muy ácidos (pH<5). Se puede aplicar roca fosfórica para favorecer el desarrollo de las especies que conforman las barreras vivas.
- **Herramientas:** machete, tacarpo; motoguadaña.



Costo para su aplicación ++

- Hasta el primer año el costo estimado de instalación y manejo de una hectárea con distanciamiento de 10 m, y conformada con una especie forestal asociada a vetiver es medio.
- **Principales rubros de gasto:** mano de obra, insumos (plantones forestales, esquejes de vetiver) y herramientas.



Demanda de mano de obra +

- Para el acondicionamiento del área, la siembra o trasplante para el establecimiento de las especies que conforman las barreras y el deshierbo del área, al menos, durante los primeros 6 meses.

PREPARACIÓN DE TERRENO SIN QUEMA

Preparación de terreno sin quema



DESCRIPCIÓN

Consiste en preparar el terreno: ‘rozar’ las especies herbáceas o arbustivas (en el caso de purmas o áreas no productivas) y residuos de cosecha (en el caso de áreas productivas), fraccionar o ‘picar’ la biomasa, y distribuirla uniformemente para que se seque y descomponga de modo natural.

FUNCIONES

- Conservar las propiedades del suelo (fertilidad, aireación, retención de humedad) debido al incremento de la materia orgánica y su lenta descomposición que libera los nutrientes contenidos, de manera progresiva.
- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero, como consecuencia de la no quema de la biomasa.
- Controlar las malezas más agresivas por un periodo más largo de tiempo.

CRITERIOS

- Es recomendable implementar esta práctica durante la preparación del terreno.

LIMITACIONES

- Requiere de un periodo de tiempo adicional para que la biomasa se descomponga lo suficiente y permita el establecimiento de las especies agrícolas, pecuarias o forestales.
- Requiere de mano de obra adicional para el fraccionamiento o 'picado' de los residuos de cosecha o de la vegetación derribada, y para controlar los riesgos de incendios que suelen ocurrir en los meses de menores precipitaciones.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Conocimiento especializado +

- No requiere.



Insumos y herramientas especializadas ++

- **Herramientas:** hacha, machete, motosierra.



Costo para su aplicación +++

- El costo estimado de preparar una hectárea es alto.
- **Principales rubros de gasto:** mano de obra, equipos y materiales (motosierra, hacha, machete).



Demanda de mano de obra +++

- Para fraccionar o picar y distribuir la vegetación derribada, y para controlar los riesgos de incendios en épocas de menores precipitaciones.

SIEMBRA EN HOYOS GRANDES

Siembra en hoyos grandes



DESCRIPCIÓN

Consiste en establecer los plántones de las especies arbustivas y arbóreas en hoyos de tamaños más anchos y profundos a los tradicionalmente utilizados (al menos, 40 cm de largo x 40 cm de ancho x 40 cm de profundidad) y mejorando el sustrato de siembra (mezcla de compost con roca fosfórica y tierra agrícola de los primeros 20 cm de la superficie).

FUNCIONES

- Reducir la compactación y favorecer la aireación del suelo que acompañará a los plántones en sus primeros estadios.
- Facilitar el desarrollo de raíces y, por ende, el establecimiento y crecimiento de los plántones.
- Proveer de una mayor cantidad de suelo relativamente más fértil a los plántones a ser establecidos.

CRITERIOS

- Esta práctica es recomendable en suelos compactados o en suelos de textura arcillosa cuya capa arable se ha perdido parcialmente por erosión.
- También es conveniente cuando se requiere que los plántones a ser establecidos desarrollen en el menor tiempo posible, a fin de hacer frente a una condición adversa (por ejemplo, presencia de malezas agresivas).

LIMITACIONES

- Requiere de mano de obra adicional para la apertura de los hoyos de mayores dimensiones.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Conocimiento especializado +

- No requiere.



Insumos y herramientas especializadas +

- **Abonos:** los determinados en el plan de abonamiento.
- **Herramientas:** para la apertura de hoyos (cavadora, pala, pico, machete).



Costo para su aplicación ++

- **Variable:** depende, entre otros factores, de: dimensiones, tipo de suelo predominante (más arcilloso genera mayor trabajo), distancia del vivero, tamaño del plánton y cantidad de sustrato que lo contiene, y cantidad de abono de fondo a ser aplicado.



Demanda de mano de obra ++

- Para la apertura de los hoyos, la aplicación del abono de fondo y el trasplante de las especies arbóreas elegidas.

ZANJAS DE INFILTRACIÓN

Zanjas de infiltración



DESCRIPCIÓN

Son excavaciones en forma de canales de sección rectangular o trapezoidal que se construyen en sentido transversal a la pendiente, para retirar, retener, conservar y facilitar la infiltración del agua de lluvia. De acuerdo con la cantidad de lluvia que llega al suelo, se pueden construir acequias a desnivel, acequias a nivel o zanjas de drenaje. Al depender de la pendiente, a mayor pendiente, más ancha la zanja (FAO 2018).

FUNCIONES

- Mejorar las funciones fisiológicas de la planta (crecimiento).
- Reducir la erosión del suelo debido a la disminución de la velocidad de la escorrentía superficial.
- Regular la temperatura y la cantidad de agua en el suelo.

CRITERIOS

- Esta práctica es recomendable en zonas de relieve inclinado (pendientes superiores a 15% e inferiores a 50%), con altas precipitaciones.
- También es apropiada en suelos de texturas franco a francoarcilloso (en suelos arenosos se pueden producir deslizamientos, mientras que en suelos muy arcillosos se dificulta la construcción de las zanjas y la infiltración del agua es muy lenta).

LIMITACIONES

- Requiere de mano de obra adicional para la apertura y mantenimiento de las zanjas.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Conocimiento especializado +++

- Para el manejo del nivel en A para el trazo de las curvas a nivel donde se realizarán las zanjas.



Insumos y herramientas especializadas ++

- **Herramientas:** para la apertura de zanjas (cavador, pala, pico).



Costo para su aplicación +++

- No es práctica común en región amazónica.
- **Costo depende de:** textura del suelo (a mayor contenido de arcilla mayor dificultad para la apertura de las zanjas), pendiente del terreno (a mayor pendiente mayor dificultad), entre otros.
- Costo de implementar una hectárea es alto.
- **Principales rubros de gasto:** mano de obra y herramientas (pala, pico, cavador).



Demanda de mano de obra ++

- Para la apertura de las zanjas y mantenimiento periódico (al menos, anual), a fin de evitar colmatación o filtraciones.

SIEMBRA EN CONTRAPENDIENTE

Siembra en contrapendiente



DESCRIPCIÓN

Consiste en sembrar el cultivo siguiendo las curvas de nivel y distribuidos en tres bolillos con hileras en contra de la pendiente.

FUNCIONES

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

CRITERIOS

- Esta práctica es recomendable en zonas de relieve inclinado (pendientes superiores a 15% e inferiores a 50%), con altas precipitaciones.

LIMITACIONES

- Alto costo de mano de obra para su implementación.
- Necesidad de mano de obra especializada para el trazo de las curvas de nivel.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Conocimiento especializado +++

- Asistencia técnica y mano de obra especializada.



Insumos y herramientas especializadas ++

- **Herramientas:** para siembra y deshierbo (machete, tacarpo, motoguadaña).



Costo para su aplicación ++

- **Variable:** depende de tipo de cultivo (cultivos anuales son relativamente más fáciles de sembrar que los perennes), pendiente del terreno (a mayor pendiente mayor dificultad), entre otros.
- El costo estimado de una hectárea es medio.
- **Principales rubros de gasto:** mano de obra y herramientas (cavadora, pala, machete).
- Costo podría ser aún mayor si se optara por usar nivel en A para el trazado de las curvas en contorno que servirían para la siembra de las especies.



Demanda de mano de obra ++

- Para el trazado de las líneas de siembra.

2. Prácticas de manejo del cultivo cacao

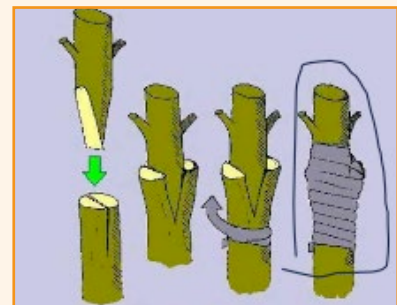
INJERTACIÓN

ADJUNTO FOTO ENVIADA POR EL
AUTOR.

DESCRIPCIÓN

Es un método de propagación vegetativa eficiente y de bajo costo. Consiste en tomar una yema de la rama de un árbol seleccionado —por sus buenas características productivas, de tolerancia a enfermedades y calidad de grano— y unirla a un patrón, que es una planta generada por semillas. Algunas técnicas de injertos utilizadas en cacao son:

- **Púa central:** Consiste en insertar en el patrón un segmento de vareta con 3 a 4 yemas activas que, posteriormente, darán origen a brotes que formarán las ramas de la planta injertada. Una vez colocada la púa en el patrón se procede a amarrar con cinta plástica y a cubrir el injerto con una bolsita plástica, para evitar la deshidratación de los tejidos o la entrada de agua.



- **Púa lateral:** Para este tipo de injerto se realiza el corte de la vara yemera en forma de bisel, y el patrón en forma de “T” o en bisel de manera vertical. Cabe destacar que los cortes tienen que ser de manera precisa y lisa, así la vara puede ingresar con facilidad en la hendidura o rajado hecho en el patrón. Culminada esta acción, amarrar y cubrir con plástico todo el injerto (estilo momia).



- **Injerto tipo parche o de aproximación:** Es el injerto más común y antiguo que se realiza en cacao; como su nombre lo indica, este tiene la forma de un parche. Consiste en tomar una yema de la vara para unirla con el patrón del cacao, el corte del patrón es en “T” para luego cubrirla con cinta plástica que protegerá todo el injerto de abajo hacia arriba.



FUNCIONES

- Conservar las buenas características genéticas de la planta madre (alta productividad, tolerancia a plagas y enfermedades, buena calidad de grano).
- Disminuir el tiempo para el inicio de la producción.
- Mejorar el anclaje (raíz pivotante) y mayor tolerancia a enfermedades ocasionadas por nematodos y hongos (fitopatógenos con origen en el suelo).
- Aumentar el vigor de la planta.

CRITERIOS

- Según el tipo de injertación se debe considerar los siguientes:
 - *El injerto en púa central*, se recomienda realizarlo en vivero y en chupones basales cuando estos tengan 1 cm de grosor, para rehabilitar y renovar plantaciones viejas. Al contener varias yemas, este injerto tiene menos fallas y su crecimiento es más rápido y vigoroso.
 - *El injerto de púa lateral* se puede realizar en vivero, en plantas de cualquier edad establecidas en campo y en chupones basales, para rehabilitar y renovar plantaciones viejas o improductivas. Es bastante práctico y de gran eficacia.
 - *El injerto tipo parche*, se recomienda cuando no se cuenta con mucho material vegetativo (varetas o varas); se efectúa con mayor rapidez, lo cual reduce costos.

- Las varas yemeras deben provenir de plantas seleccionadas por su alta productividad (buen tamaño de mazorca y grano), tolerancia a enfermedades y buena calidad de grano.
- Para injertar es necesario contar con buena sombra e inicios de lluvia.

LIMITACIONES

- Es una técnica que requiere de mano de obra especializada para la selección de varas yemeras y la injertación.
- Existe muy poca información y disponibilidad de material vegetativo de calidad comprobada para la injertación, como también la incompatibilidad entre el clon y el patrón, lo cual se manifiesta con la muerte prematura del injerto.

RECURSOS NECESARIOS



Conocimiento especializado + + +

- Es de vital importancia contar con personal calificado en la injertación. El éxito del injerto depende de la práctica y habilidad del operario, del conocimiento en la obtención de varetas de buena calidad física y genética, conservación y del momento óptimo al realizar el injerto (cuando el patrón cuente con el mismo grosor de un lapicero).



Insumos y herramientas + + +

- Insumos: varetas o varas yemeras de plantas seleccionadas, algodón o pañuelo limpio, alcohol, cinta plástica o parafilm, bolsa plástica.
- Herramientas: piedra de afilar, navaja injertadora, tijera de podar de una mano.



Costo para su aplicación + +

- El costo es medio, debido a que se requiere de mano de obra especializada y varas yemeras de plantas seleccionadas.



Demanda de mano de obra + +

- Mano de obra calificada para la injertación, mano de obra no calificada para el manejo de los injertos (desate y despunte).

PODA DE FORMACIÓN



DESCRIPCIÓN

Es una labor importante para la formación de una buena estructura de la planta de cacao. Consiste en darle forma a la copa dejando entre tres y cuatro ramas principales del injerto distribuidas equitativamente y de tamaño proporcional.

FUNCIÓN

- Formación de una copa bien balanceada.
- Formación de la zona productiva del árbol.

CRITERIOS DE MANEJO

- **Época de poda:** en árboles jóvenes se pueden efectuar las operaciones que constituyen la poda de formación en cualquier época. Cuando haya que suprimir ramas de importancia, se deberá realizar en épocas en que la actividad vegetativa sea mínima. Sin embargo, los árboles adultos deben podarse cuanto antes, siempre y cuando no haya riesgo de temperaturas altas o bajas. Se recomienda efectuar esta operación antes de la floración en época de descanso.

- La primera poda de formación se realiza entre los 6 y 8 meses después de la injertación en campo definitivo.
- La cantidad de ramas a dejar depende de la densidad de la plantación.
- La segunda poda de formación se lleva a cabo 6 meses después de la primera poda. Se eliminan el exceso de ramas y brotes, manteniendo el diseño de la primera poda.
- Después de cada poda aplicar caldo bordelés y abono foliar.
- Considerar la desinfección de herramientas para evitar la contaminación o transmisión de patógenos.

LIMITACIONES

Se requiere conocimiento y habilidades técnicas para realizar las podas de manera adecuada en el momento oportuno.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Conocimiento especializado ++

- Es necesario conocer el momento de la poda, y qué tipo de poda realizar, pues de esta actividad dependerá el desarrollo del cultivo.



Insumos y herramientas ++

- Insumos: caldo bordelés, abono foliar.
- Herramientas: tijeras de podar (de una mano, de dos manos, tijera telescópica); así como también el serrucho, lo cual ayudará en troncos más gruesos.



Costo para su aplicación ++

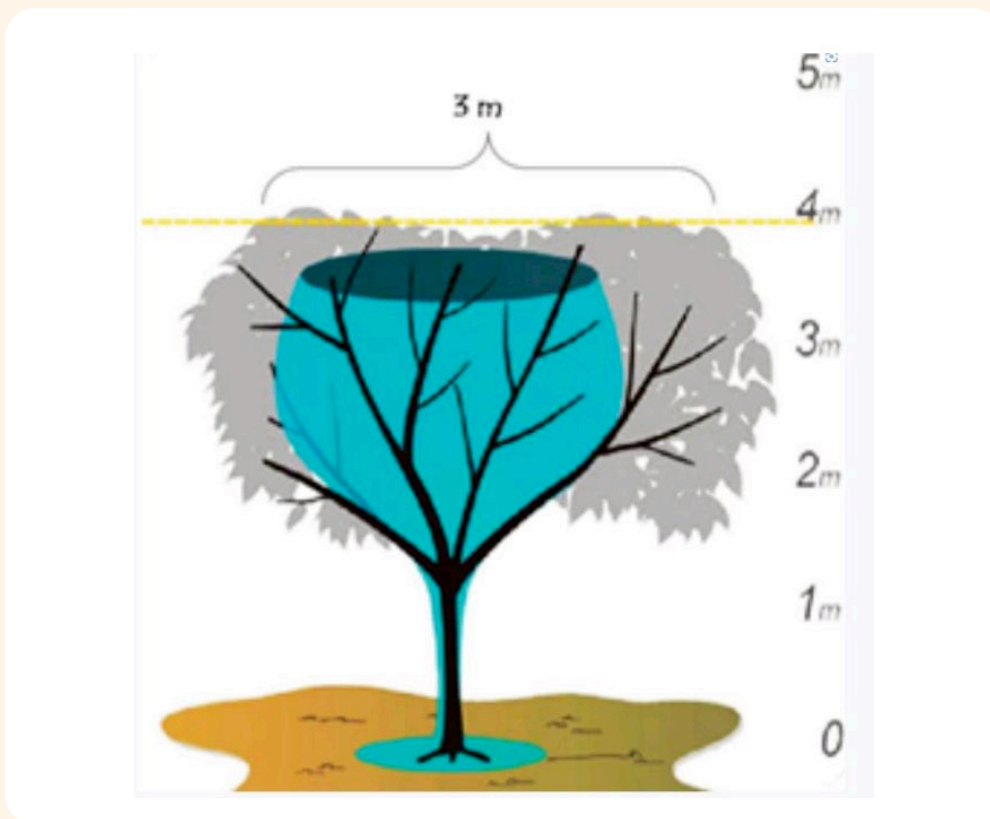
- El costo es medio, los principales rubros son de gasto de la mano de obra y herramientas especializadas.



Demanda de mano de obra ++

- Demanda media para la poda, picado y distribución de la biomasa en el suelo.

PODA PRINCIPAL



DESCRIPCIÓN

Esta práctica permite mantener la forma de la planta y la altura adecuada de 3 m para facilitar la cosecha. Consiste en eliminar los chupones y rebrotes, las ramas muy juntas, las que crecen hacia adentro, así como ramas secas o rotas y plantas parásitas. También se despuntan las ramas que están muy altas o que van hacia abajo.

FUNCIONES

- Mantener una altura constante y manejable para facilitar la cosecha y otras prácticas de manejo de la planta.
- Favorecer el ingreso de luz y aireación al follaje.
- Eliminar ramas innecesarias o improductivas para estimular la regeneración de nuevos brotes vegetativos.
- Reducir las enfermedades ocasionadas por exceso de humedad (hongos), como pudrición parda, escoba de bruja y moniliasis.

- Ayudar en la polinización cruzada.

CRITERIOS

- Esta poda, por lo regular, se realiza una vez al año y se aconseja efectuarla en época de inicio de lluvias, para estimular el crecimiento de las ramas mejor dirigidas.
- La cantidad de hojas y ramas que se eliminan no deben ser excesivas, pues las mazorcas formadas en el árbol deben ser “alimentadas” por las hojas del árbol y las podas muy fuertes alteran la producción.
- Realizada la práctica se recomienda la aplicación de abono foliar y fungicidas orgánicos, para apoyar la recuperación de la planta y evitar el ingreso de enfermedades en las heridas producidas por la poda.

LIMITACIONES

- Requiere mano de obra especializada ya que una poda excesiva o en época inadecuada generará estrés en la planta.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Necesidad de conocimiento especializado + + +

- Mano de obra especializada y con experiencia en la técnica de poda y momento oportuno.



Necesidades de insumos y herramientas + + +

- Insumos: fungicidas orgánicos, abono foliar.
- Herramientas: tijeras de podar (de una mano, de dos manos, tijera telescópica), serrucho (para ramas y troncos gruesos), motosierra pequeña.



Costo para su aplicación + + +

- Los principales rubros son de costo de la mano de obra y herramientas especializadas.



Demanda de mano de obra + +

- Demanda media.

INSTALACIÓN Y MANEJO DE SOMBRA



DESCRIPCIÓN

Consiste en regular la sombra según el requerimiento del cacao en sus distintas etapas de desarrollo, mediante el raleo (eliminación de plantas) o poda de los árboles.

FUNCIONES

- Protección contra los efectos de la radiación solar intensa y acción directa de los vientos, para permitir condiciones ambientales estables.
- Regular la temperatura y humedad de la plantación.
- Ayuda en la mejora de la producción de las plantas.
- Ayuda en la polinización de las plantas.
- Ayuda en la generación de biomasa.

CRITERIOS

- **Sombra temporal:** la sombra temporal sirve para la protección de plantas jóvenes de cacao que necesitan entre 60% y 70% de sombra y para obtener ingresos durante el establecimiento de la plantación. Se puede utilizar plátano o banano (*Musa paradisiaca* sp), de esta asociación es muy fácil pasar a cualquier otra, para sombra definitiva, debido a la facilidad del manejo de las musáceas. Como ejemplo de sombra temporal se encuentran la yuca (*Manihot sculenta*), frijol de palo (*Cajanus cajan*), maíz (*Zea mays*). La eliminación de la sombra temporal dependerá de las necesidades o la edad del cacao que, por lo general, sucede entre los 3 y 4 años de vida.
- Sombra permanente: La sombra permanente o definitiva brinda protección a las plantas de cacao que necesitan entre 30% y 40% de sombra, durante toda su fase productiva.
- Para la sombra permanente se recomiendan leguminosas arbóreas con altura mayor que la del cacao, las hojas al caer se descomponen con facilidad (hojas pequeñas), fáciles de propagar.
- Las especies forestales deben ser además de rápido crecimiento, rústicas, de ramificación abierta, hojas medianas a chicas, raíces profundas y no ser huéspedes de plagas de cacao.
- Se deben instalar de sur a norte para facilitar el flujo del viento y el transporte de polen.
- Para el manejo de sombra permanente es necesario realizar el raleo y poda de las ramas, con la finalidad de tener árboles rectos y sanos.

LIMITACIONES

- La mala elección y manejo de especies puede generar microclimas perfectos para plagas y enfermedades que afectan el cultivo.
- Escasa información de las características morfológicas de las especies que podrían ser utilizadas para sombra.
- Poca disponibilidad de materiales de propagación (semillas, plantones) de especies arbóreas.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Conocimiento especializado +

- No requiere conocimiento especializado.



Necesidad de insumos y herramientas especializadas ++

- Insumos: plántones o semillas de las especies utilizadas para sombra.
- Herramientas: pala o poceadora (siembra), tijera de podar, podadora de altura, motosierra, escaleras, soga (poda y raleo).



Costo para su aplicación ++

- Los principales rubros son los plántones y mano de obra para la instalación, y mano de obra y herramientas especializadas para las actividades de poda y raleo.



Demanda de mano de obra ++

- Para la poda y raleo, picado y distribución de la biomasa en el suelo.

MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES



DESCRIPCIÓN

Consiste en la aplicación periódica de prácticas orientadas al control de las poblaciones de plagas y enfermedades hasta reducirlas a niveles que no afecten significativamente el cultivo, mediante la combinación de métodos de control genético, cultural, mecánico, etológico, biológico y químico (biocidas).

FUNCIONES

- Mantener las poblaciones de plagas y enfermedades por debajo del umbral económico.
- Garantizar un rendimiento óptimo y una producción de buena calidad.
- Reducir pérdidas económicas.

CRITERIOS

- Realizar el monitoreo constante de la parcela para identificar de manera oportuna los potenciales problemas, así como definir las estrategias de prevención y control.

- Conocer la fisiología del cacao en la zona de producción, para determinar los periodos de mayor susceptibilidad.
- No introducir frutos, varas yemas u otros provenientes de plantaciones infectadas.
- Desinfectar los instrumentos que se utilizan para la herramienta y cosecha de cacao.
- La aplicación oportuna y adecuada de las prácticas de manejo (podas, mantenimiento de drenes, abonamiento y manejo de malezas) son medidas para la prevención de plagas y enfermedades.
- Adicionalmente, se detallan algunas medidas más específicas de prevención y control:

Medidas	Criterios de aplicación
Remoción de enfermedades y desbrote. Consiste en la eliminación de partes enfermas de cacao (ramas, frutos, cojines florales) y brotes o chupones.	Se realiza cada 15 días junto con la cosecha selectiva, para la prevención de escoba de bruja, hytophthora y carmenta.
Aplicación de fungicidas orgánicos (sulfocálcico o caldo bordelés).	Se realiza después de cada poda, para la prevención de escoba de bruja, moniliasis, phytophthora y carmenta.
Aplicación de cal agrícola en los montículos de cacao poscosecha.	Se realiza cada 15 días después de la cosecha selectiva, para la prevención de escoba de bruja, hytophthora y carmenta.
Instalación y manejo de cobertura vivas. Las coberturas vivas evitan la diseminación por salpique de lluvias.	Permanente para la prevención de phytophthora.
Trampas biológicas (botellas con orina y jugo fermentado de cacao).	A inicios de cada etapa para la prevención de carmenta.

Nota: escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), moniliasis (*Moniliophthora roreri*), phytophthora o mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), mazorquero del cacao (*Carmenta theobromae* y *Carmenta forasemidis*).

LIMITACIONES

- Existe poca información del ciclo biológico de las principales plagas y enfermedades y de medidas efectivas de manejo orgánico.
- Para el control mecánico se requiere de mucha mano de obra y es costoso en parcelas con ataque severo.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Conocimiento especializado + + +

- Se requiere de mano de obra especializada para el diagnóstico y las medidas de prevención y control.



Insumos y herramientas especializadas + + +

- Insumos: caldo bordelés, caldo sulfocálcico y trampas biológicas.
- Herramientas: tijeras de podar y mochila de fumigar.



Costo para su aplicación + + +

- El costo es medio a alto, el rubro de gasto principal comprenden los insumos y mano de obra.



Demanda de mano de obra + +

- Para la aplicación de los métodos de manejo y control.

COSECHA SELECTIVA



DESCRIPCIÓN

Consiste en la selección y recolección de frutos maduros. Cabe mencionar que esta actividad ayuda a continuar el proceso de maduración de los demás frutos.

FUNCIONES

- Garantizar la calidad de los granos.
- Evitar que los frutos se sobremaduren.
- Evitar la pudrición de las mazorcas maduras.

CRITERIOS

- Al momento de hacer la cosecha, se debe tener cuidado de no hacer daño a los cojines florales, pues esto limitaría la formación de flores y frutos para las próximas cosechas. Por esta razón es que los frutos no se deben cortar con la mano jalándolos o girándolos, ni tampoco subirse al árbol para cosechar los de las ramas altas.

Para asegurarse de no provocar un daño en los cojines florales, los frutos se deben cosechar cortando el pedúnculo con la tijera en la parte más cercana al fruto.

- Una vez que todas las mazorcas maduras son cosechadas, es necesario hacer una selección de las que están en buen estado para garantizar un producto de calidad. Lo primero que se debe hacer es juntar las mazorcas para facilitar la clasificación; esto puede realizarse en pequeños grupos dentro del cacaotal, y luego trasladarlos al sitio de quiebra que pueden efectuarse en sacos o carretilla.
- Evitar cosechar frutos que no están en su estado de madurez óptimo, debido a que esto produce una alta proporción de granos violetas o pizarras que son indicadores de una mala fermentación.
- Realizar la cosechas electivas cada 15 días con el fin de evitar la sobre maduración y la proliferación de enfermedades.

LIMITACIONES

- Limitado acceso a equipos y desconocimiento de los productores en adecuadas prácticas para la cosecha y beneficio del cacao.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Necesidad de conocimiento especializado +

- No requiere mano de obra especializada.



Insumos y herramientas especializadas +

- Herramientas: tijera de mano o navaja, baldes de plástico y machete.



Costo para su aplicación ++

- El principal rubro de gasto es la mano de obra para la recolección y selección de las mazorcas.



Demanda de mano de obra ++

- Demanda media de mano de obra.

3. Prácticas de manejo silvicultural

MANEJO DE REGENERACIÓN NATURAL



DESCRIPCIÓN

Consiste en la identificación y el manejo de especies arbóreas que crecen naturalmente por germinación de semillas o por rebrote de los tocones después del corte. Existen varias técnicas y prácticas que el productor puede realizar en el manejo de la regeneración natural, como el manejo de rebrotes, el uso de la no quema, el raleo selectivo y el mejoramiento del suelo.

FUNCIONES

- Conservación de especies de flora nativa.
- Fomentar la diversificación de especies en la parcela agroforestal, lo cual brinda al agricultor una amplia variedad de productos y servicios de su interés.

CRITERIOS

- Preparación del terreno sin quema, lo que permite seleccionar las especies que permanecerán en él y generar condiciones favorables para la germinación de las semillas y rebrote de tocones.
- Conocer las características y los requerimientos de las especies arbóreas de regeneración natural y del cultivo principal para implementar un manejo que promueva interacciones positivas o neutras.

LIMITACIONES

- Se requiere conocimiento especializado para la identificación de especies arbóreas en las fases de plántulas, brinzales y latizales.
- La diversidad y cantidad de especies regeneradas dependen de las fuentes de semillas cercanas, como bosques o purmas altas y de los agentes responsables de su dispersión, como el viento y la fauna nativa.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Conocimiento especializado +++

- Se requiere un conocimiento especializado para el reconocimiento de las semillas y la identificación de especies forestales en diferentes etapas, como plántulas, latizales, brinzales y fustales.



Insumos y herramientas +

- Es necesario contar con herramientas e insumos, como machetes, tijeras y sierras de podar, así como escaleras, para llevar a cabo el manejo adecuado.



Costo para su aplicación +

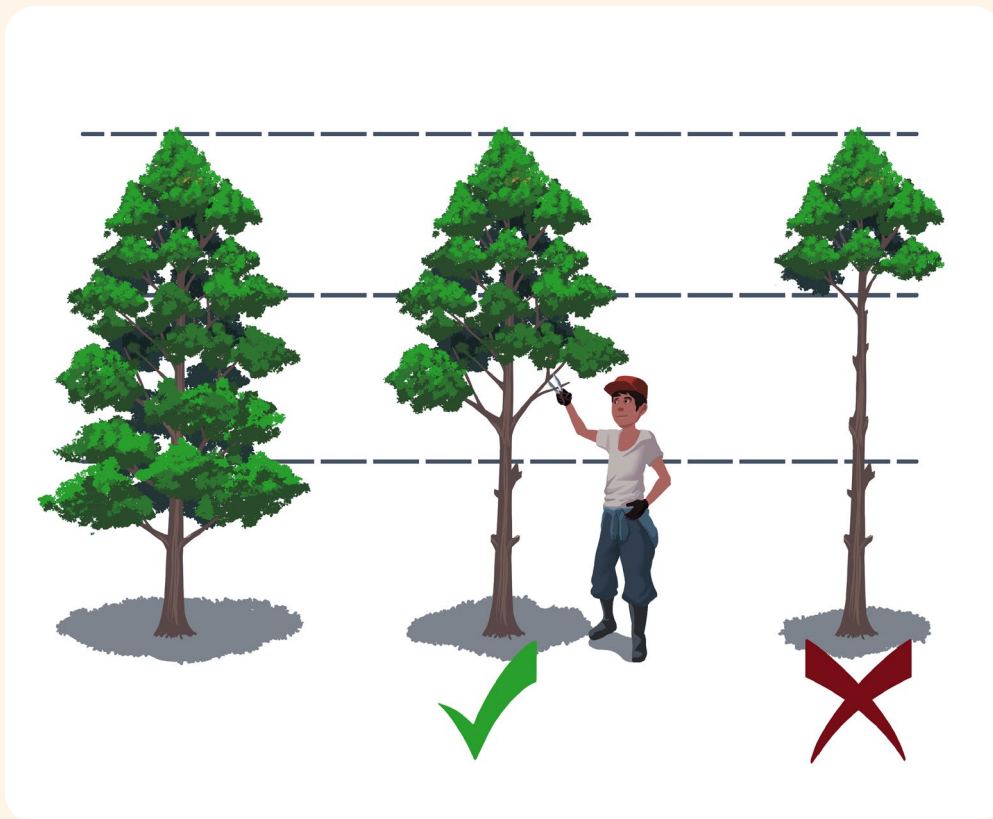
- No requiere la adquisición de insumos adicionales ni de plántones.



Demanda de mano de obra +

- La demanda de mano de obra varía según la densidad de árboles de regeneración natural que se manejen y está enfocada principalmente en actividades como el raleo selectivo, la poda y el deshierbo.

PODA DE ESPECIES MADERABLES



DESCRIPCIÓN

Consiste en cortar las ramas inferiores del tronco antes de que alcancen 2 cm de diámetro y también en eliminar los ejes secundarios que pueden surgir de forma natural o como respuesta al daño mecánico causado por el corte o el ataque de plagas.

FUNCIONES

- En la parcela agroforestal esta práctica tiene varios beneficios, entre ellos, reducir la competencia por luz entre las especies, favorecer la mejor circulación del aire y ayudar a prevenir daños en los cultivos, debido al desrame natural de los árboles.
- A nivel de la planta, la poda contribuye a mejorar la forma del árbol, permitiendo obtener troncos más rectos y libres de nudos hasta una altura de 3 a 6 metros. Esto tiene un impacto positivo en la calidad y rendimiento de la madera durante la cosecha.

CRITERIOS

¿Cuándo podar?

- Se recomienda realizar la primera poda después de los 6 meses de edad y antes del primer año. Posteriormente, se debe realizar anualmente al final o al inicio de la época lluviosa. Esto se hace con el objetivo de evitar la entrada de hongos en el punto de corte, ya que esto podría afectar la calidad de la madera. Es importante recordar que no se debe podar más de un tercio de las ramas vivas del árbol, porque podría comprometer el crecimiento del árbol, ya que a través de las hojas producen sus nutrientes.

¿Cómo podar?

- Para realizar la poda, se debe dividir la planta en tres secciones longitudinales. Se deben podar las ramas del tercio inferior, evitando excederse, ya que esto podría tener un impacto negativo en el crecimiento del árbol. Los cortes deben realizarse cerca de la base de nacimiento de la rama, casi al ras del tronco, para facilitar la cicatrización. Es importante evitar dejar muñones o realizar cortes profundos.
- En el caso de las plantas con bifurcaciones naturales o como resultado de daños mecánicos o plagas, se recomienda identificar el eje principal para orientar un crecimiento recto del árbol y eliminar los ejes adicionales. En estas situaciones, pueden ser necesarias prácticas adicionales, como el apuntalamiento, el uso de tutores o ramas de apoyo para guiar el crecimiento recto del eje principal.

LIMITACIONES

Es necesario contar con conocimientos en las técnicas de poda, ya que una poda incorrecta puede afectar negativamente el crecimiento de la planta y su rendimiento durante la cosecha.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Conocimiento especializado ++

- Se requiere un conocimiento especializado en las técnicas de poda, para ser ejecutado en el momento oportuno y que responda a los objetivos de poda (por ejemplo, mejorar el crecimiento o calidad de la madera, fitosanitario, entre otros).



Insumos y herramientas + + +

- Es necesario contar con los insumos y herramientas adecuados, como tijeras de mano, sierras, tijeras telescópicas y escaleras, para realizar la poda de manera eficiente.



Costo para su aplicación + +

- Se refiere principalmente a la mano de obra requerida para efectuar las actividades de poda, picado y distribución de la biomasa. Hasta una altura de 6 m, la poda puede ser realizada por el productor, pero una vez que se supera esta altura, es probable que se necesite contratar mano de obra especializada o adquirir equipos más especializados



Demanda de mano de obra + + +

- La demanda de mano de obra varía según la densidad de árboles y se estima que es alta, ya que esta actividad se realiza una vez al año y requiere el picado y distribución de todo el material vegetal resultante de la poda.

MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES



DESCRIPCIÓN

- El manejo de plagas y enfermedades implica la aplicación de medidas preventivas para regular las poblaciones de plagas conocidas o anticipadas, así como un monitoreo constante para identificar problemas potenciales de manera oportuna. Además, se debe realizar una evaluación inicial para determinar el umbral económico que justifique la implementación de medidas de regulación o control.

FUNCIONES

- Mitigar los daños ocasionados por plagas y enfermedades en las plantas, con el fin de lograr el desarrollo y rendimiento esperado de las especies.
- Mantener las poblaciones de plagas y enfermedades por debajo del umbral económico, para lo cual, se deben implementar estrategias de control que permitan mantener la incidencia de plagas y enfermedades en un nivel que no cause impactos económicos significativos.

CRITERIOS

- Realizar monitoreos permanentes de la parcela para identificar la presencia de plagas y enfermedades y los daños ocasionados.
- A continuación, se describen algunas plagas y enfermedades reportadas en especies forestales nativas:

Especie	Plaga/enfermedad reportada de aplicación
Caoba, cedro y bolaina negra	<i>Hypsipyla grandella</i> en plantas jóvenes
Tornillo	Hongos <i>Fusarium</i> sp., <i>Colletotrichum</i> sp. en semillas y almácigo e insectos de la familia Cerambycidae en plantas jóvenes
Bolaina blanca	Larvas de lepidópteros en vivero y en follaje
Pino chuncho	Broca en el brote terminal <i>Fusarium</i> sp. y <i>Botryodiplodia</i> sp. en plántulas, <i>Rosellinia</i> sp. y <i>Botryodiplodia</i> sp. en raíces
Shihuahuaco	Grillos, diabroticas, cigarritas y fumagina en follaje Barrenador del tallo
Marupa	Hongo blanco, arañero, diabroticas, cornegacho, langosta en follaje
Laurel	<i>Puccinia cordiae</i> en follaje
Tahuari amarillo	Hongos: - <i>Asteromidium tabebuiae</i> o "Antracnosis" - <i>Prospodium bicolor</i> , <i>Apiosphaeria guaranítica</i> , <i>Corynespora cassiicola</i> , <i>Polychaeton</i> sp. <i>Oidium</i> sp. en vivero Bayuca, diabroticas, encrespamiento de hojas, grillos en follaje

Fuente: Flores, Y. (2019); Molina, P. (2009)

- Las medidas de control se justifican únicamente cuando las plagas o enfermedades ocasionan daños económicos significativos. Algunas medidas reportadas son las siguientes:

Plagas o enfermedades	Medidas de control
<i>Hypsipyla grandella</i>	Siembra en fajas de enriquecimiento, plantaciones mixtas o sistemas agroforestales en baja densidad. También se ha reportado el control biológico utilizando <i>Trichogramma</i> sp.
Hongos en plantas jóvenes	Remoción y eliminación de tejidos o partes infectadas.
Daños causados por lepidópteros	Estrategias de control biológico, así como el uso de trampas de luz o feromonas para su captura.
Daños causados por coleópteros	Control biológico y remoción de plantas infestadas.

Fuente: Molina, P. (2009); Cibrian, D. (2013)

LIMITACIONES

- Existe poca información sobre la identificación y control de enfermedades que afectan las especies forestales nativas.
- En la región no existen especialistas (fitopatólogos y entomólogos) en la identificación y control de plagas y enfermedades en especies forestales.

RECURSOS NECESARIOS

Nivel de requerimiento de los recursos: bajo (+), medio (++), alto (+++).



Conocimiento especializado + + +

- Contar con conocimiento especializado en la identificación y control de plagas y enfermedades que afectan a las especies forestales. Esta especialización es fundamental para aplicar estrategias efectivas de manejo integrado de plagas y enfermedades.



Insumos y herramientas + + +

- Insumos para el manejo integrado de las plagas y enfermedades: productos químicos, trampas, atrayentes, equipos de protección personal, entre otros.



Costo para su aplicación ++

- Para implementar tanto medidas preventivas como medidas de control, que pueden requerir inversiones significativas, lo que debe ser considerado al realizar una evaluación económica.



Demanda de mano de obra +++

- Se requiere especialistas para la identificación de plagas y enfermedades, así como para su prevención y control.

4. Preparación de abono orgánico

Para producir abono orgánico, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Cercar el área con barreras de contención para evitar que se desparrame la preparación.
2. Mezclar todos los ingredientes en el lugar destinado para la preparación del abono. Asimismo, mezclar la leche con el jugo de cacao y adicionar uniformemente a la preparación.
3. Hacer la prueba de humedad: tomar un puñado de la mezcla con una mano y presionarlo, tienen que salir gotas de agua, de lo contrario, agregar agua hasta que cumpla este requisito.
4. Cada cinco días debe realizarse la remoción de la preparación hasta completar el día 30 que es cuando se obtiene en definitiva el abono. Cumplidos los 30 días se debe secar al sol por dos días cuidando que no le dé la lluvia, se termina el secado bajo sombra, este abono se tamizará, para utilizarlo en la plantación del cacaotal o cualquier otro cultivo.
5. En todo momento es muy importante proteger la preparación del abono orgánico de las lluvias.

Ingredientes	Cantidad	Sustitutos
Tallo de plátano	5 sacos	—
Leguminosas	3 sacos	—
Estiércol de carnero	1 saco	Otros estiércoles
Estiércol de murciélago	0.25 saco	Opcional
Cal	1 saco	—
Ceniza	1 saco	Carbón molido de madera
Leche	1 litro	Cualquier derivado lácteo
Jugo de cacao	5 litros	Jugo de caña
Tierra negra	1 saco	Abono orgánico maduro
Cáscara de cacao	2.5 sacos	—
Agua	5 baldes	—

Fuente: Paredes (2015)

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

(Paredes, 2015)

Es importante conocer las propiedades de los materiales utilizados en la preparación del abono orgánico, estos se mencionan a continuación:

- **Estiércol fresco (vaca, cabra, oveja, cuy, murciélago y gallina)**

Los estiércoles son la principal fuente de nitrógeno y mejoran la fertilidad de las plantas aportando en bajas cantidades de fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro. Brindan también los microorganismos cuando el material está fresco y sin ninguna exposición al sol.

- **Tierra de bosque virgen o abono orgánico**

Es la principal fuente para inocular abono con todos los microorganismos que se necesitan para iniciar la fermentación, aumentando la actividad microbiológica ayuda a producir una buena fermentación.

- **Cal o ceniza**

Regula el pH durante el proceso de fermentación y aporta una buena cantidad de minerales como calcio, fósforo y potasio.

- **Leguminosas (eritrina, maní forrajero y kudzu)**

Son plantas que poseen propiedades antisépticas, por lo que actúan como repelente contra las plagas. Aportarán baja proporción de nitrógeno durante su descomposición.

- **Mucílago de cacao**

Es la fuente de energía para llevar a cabo la fermentación, sirviendo de alimento para multiplicar la actividad microbiológica.

- **Leche**

Es fuente de alimento para las bacterias en el proceso de fermentación. Aporta calcio, grasas y proteínas.

- **Agua**

Homogeniza la humedad de los diferentes materiales y fomenta las condiciones ideales para el proceso. El exceso o escasez de agua daña el éxito de una buena fermentación.

Recomendaciones

Para el caso del abono orgánico se recomienda aplicar de 150 a 200 g por planta menor de dos años y de 400 a 500 g para plantas mayores de dos años, un mes antes del inicio de la floración. El método de abonamiento se realiza en las calles del cultivo, a cada paso que se da se deja la cantidad recomendada antes mencionada para cada etapa del crecimiento del cacao (Paredes, 2015).

5. Preparación de biol

El biol elaborado se obtiene del proceso de descomposición aeróbica dentro de un digestor (bidón), el residuo líquido es usado como abono foliar mejorando la producción en las cosechas y evitando las plagas y enfermedades en el cultivo de cacao, la parte sólida sobrante se reutiliza para la siguiente elaboración o ingresa en otro digestor para continuar su descomposición (Paredes, 2015).

Ingredientes

- 10 kg de estiércol fresco de vacuno; cabra u oveja
- 5 kg de estiércol fresco de cuy o gallinaza
- 5 kg de tierra de bosque virgen o abono orgánico
- 2 kg de estiércol de murciélago
- 3 kg de cal o ceniza
- 5 kg de leguminosas (eritrina, maní forrajero y kudzu)
- 5 kg de ortiga o ishanga
- 5 kg de cola de caballo
- 3 kg de hoja de papaya
- 5 L de mucílago de cacao (acopio) o 2 kilos de azúcar rubia
- 1 L de leche o de chicha de yuca
- 150 L de agua limpia

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

- **Estiércol fresco (vacuno, cabra, oveja, cuy y gallinaza)**

Los estiércoles son la principal fuente de nitrógeno y mejora la fertilidad de las plantas aportando en bajas cantidades fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro. Aporta también microorganismos cuando el material está fresco y sin ninguna exposición al sol.

- **Tierra de bosque virgen o abono orgánico**

Es la principal fuente para inocular el abono con todos los microorganismos que se necesitan para iniciar la fermentación, aumentando la actividad microbiológica y así ayudar a producir una buena fermentación.

- **Cal o ceniza**

Regula el pH durante el proceso de fermentación y aporta una adecuada cantidad de minerales, como calcio, fósforo y potasio.

- **Leguminosas (eritrina, maní forrajero y kudzu)**

Son plantas que poseen propiedades antisépticas, por lo que actúan como repelente contra las plagas. Aportarán una baja proporción nitrógeno durante su descomposición.

- **Ortiga (*Urtica dioica*) o ishanga (*Urtica urens*)**

La parte aérea de estas plantas (hojas y tallos) poseen propiedades antisépticas y bactericidas, para enfrentar y combatir posibles plagas o insectos que ataquen a los cultivos. Contienen gran cantidad de sales minerales (hierro, calcio, magnesio o zinc) y ácidos orgánicos, por lo que se pueden utilizar para la estimulación del crecimiento de las plantas con la aplicación sobre sus hojas.

- **Cola de caballo (*Equisetum arvense*)**

Se utiliza como fungicida por su alto contenido en sílice.

- **Papaya (*Carica papaya*)**

Las hojas son de fácil descomposición y contienen sustancias lechosas que sirven como fungicida para evitar el desarrollo de hongos que atacan a las plantas cultivables.

- **Mucílago de cacao**

Es la fuente de energía para llevar a cabo la fermentación, lo cual sirve de alimento para multiplicar la actividad microbiológica.

- **Leche**

Es fuente de alimento para las bacterias en el proceso de fermentación. Aporta calcio, grasas y proteínas.

- **Agua**

Homogeniza la humedad de los diferentes materiales y fomenta las condiciones ideales para el proceso. El exceso o escasez de agua daña el éxito de una buena fermentación.

Preparación

La preparación consiste en poner los ingredientes en un recipiente, a excepción de las hojas de las plantas verdes (estas serán picadas y machacadas, hervidas en otra olla grande en 10 litros de agua, por 30 minutos, luego se dejan enfriar y se agregan al recipiente grande, con todo el contenido). El recipiente grande que contendrá todos los ingredientes se llena con agua hasta las 3/4 partes de su capacidad (150 litros de agua aproximadamente) y luego se tapa herméticamente.

Se remueve diariamente por un periodo de 20 a 30 días, para luego tamizar. Una vez listo el líquido será colocado y guardado herméticamente en galoneras oscuras, para su uso posterior.

Aplicación

Cuando la planta de cacao está en el vivero se debe aplicar abono foliar desde que tenga un par de hojas maduras y luego en forma mensual. La aplicación de abono foliar también se debe realizar de 5 a 10 días antes de la siembra de cacao, sea patrón o injerto; la segunda aplicación a los 15 días y la tercera a los 30 días de la siembra. Luego cada tres meses o una vez cada ciclo fisiológico del cacao.

La dosis a aplicar por mochila de 20 litros de agua es de 200 a 250 mL para plantas tiernas y de 300 a 500 mL para plantas adultas. La aplicación se debe dirigir específicamente hacia las hojas y partes verdes.

Este abono también se utiliza con el método de abonamiento DRENCH, que viene a ser el abonamiento por inyección al suelo. La dosificación para esta práctica de abonamiento es de tres inyecciones cada una de 50 mL por cada planta, este abonamiento se realiza al inicio de la etapa de floración.

De este preparado se obtiene un total 140 litros el cual sirve para abonar 3 hectáreas por un periodo de tres años.



Abono foliar

6. Preparación de caldo bordelés

El caldo bordelés es un producto para contrarrestar y prevenir el ataque de enfermedades fúngicas al cacao u otros cultivos. Para su preparación se necesita

- 1 kilo de sulfato de cobre
- 1 kilo de cal agrícola
- 1 cilindro de 200 litros
- 1 balde de 20 litros

Preparación: Se realiza la mezcla de 90 litros de agua con un kilogramo de cal en un recipiente de 200 litros (cilindro) y en un recipiente de 20 litros se mezcla diez litros de agua con 1 kilogramo de sulfato de cobre, luego se juntan en el cilindro batiendo constantemente desde el principio para que no se formen grumos y completar los 200 litros con agua.



Preparación de caldo bordelés

7. Preparación caldo sulfocálcico

Otra acción para contrarrestar las enfermedades del cacao es aplicar “caldo sulfocálcico”, su preparación es como sigue: en una olla grande con 20 litros de agua se diluye un kilogramo de cal con un kilogramo de azufre que se hace hervir hasta que el color sea similar al de un vino tinto (aproximadamente media hora). Cuando la mezcla se enfría se combina un litro de este producto con 20 litros de agua. Se recomienda realizar la aplicación después de la poda por aspersión al follaje y repetirla a los 15 días.



Caldo sulfocálcico para el control de plagas.



cifor-icraf.org

cifor.org | worldagroforestry.org

CIFOR-ICRAF

El Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR) y el Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF) conciben un mundo más equitativo donde los árboles en todos los paisajes, desde las tierras áridas hasta los trópicos húmedos, contribuyen a mejorar el medio ambiente y bienestar de todos y todas. CIFOR-ICRAF son centros de investigación del CGIAR.