



COLOMBIA + NATURAL

INNOVACIÓN AGROFORESTAL EN INGREDIENTES INTERMEDIOS Y SPECIALTIES SOSTENIBLES

@Green2016 de Getty Images



Colombia + Competitiva es una iniciativa conjunta de la Embajada de Suiza en Colombia - Cooperación Económica y Desarrollo (SECO) y el Gobierno nacional que orienta sus esfuerzos a mejorar la competitividad del país y a diversificar su economía. El programa articula al sector productivo y al Gobierno nacional, alrededor de los retos y desafíos en materia de competitividad de las cadenas de valor priorizadas construyendo soluciones sistémicas con enfoque de mercado. La Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico Swisscontact es el facilitador nacional del programa y minkadev la empresa consultora que lo apoya.



COMPONENTE 2.

DISEÑOS AGROFORESTALES CON
INGREDIENTES NATURALES
INTERMEDIOS EN LA AMAZONIA,
PUTUMAYO.

Contenido

Contenido	3
1. Introducción	5
2. Justificación	6
3. Objetivos	6
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos.....	6
4. Contexto	7
4.1 VALLE DEL GUAMUEZ	7
4.1.1 Ubicación geográfica de Valle del Guamuez.....	7
4.1.2 Condiciones climáticas.	8
4.1.3 Tipo de suelo.....	9
4.1.4 Biodiversidad existente.....	9
4.1.5 Contexto socio ambiental	9
4.2 PUERTO CAICEDO	10
4.2.1 Ubicación geográfica de Puerto Caicedo	10
4.2.2 Condiciones climáticas de Puerto Caicedo	11
4.2.3 Tipo de suelo de Puerto Caicedo	11
4.2.4 Contexto socio ambiental de Puerto Caicedo	12
5. Selección de áreas de trabajo	12
6. Ruta metodológica	12
6.1 Diagrama.....	13
7. Marco legal.....	13
8. Especies priorizadas	14
9. Especies implementadas en el sistema agroforestal	15
10. Diseño agroforestal.....	16
11. Cronograma y esquema de siembra	17
12. Análisis económico	19
12.1 Estimación de costos e ingresos.....	19
12.2 Proyección de los flujos de caja	20
12.3 Análisis de rentabilidad	22
12.4 Análisis de sensibilidad.....	22
12.5 Evaluación de riesgos.....	23
12.6 Conclusiones y recomendaciones.....	23
13. Guía de implementación de los sistemas agroforestales	23
13.1 Información de las especies priorizadas.....	24

13.1.1	Inchi de árbol (Caryodendron orinocense).....	24
13.1.2	Asaí.....	25
13.1.3	Cacao (Theobroma cacao).....	26
13.1.4	Plátano (Musa Paradisiaca).....	27
13.2	Implementación del sistema agroforestal.....	28
13.2.1	14.1. Selección del terreno.....	28
13.2.2	Preparación del terreno.....	30
13.2.3	Ahoyado.....	31
13.2.4	Siembra.....	31
14.	Monitoreo y evaluación.....	31
14.1	Indicadores de monitoreo y evaluación.....	32
14.1.1	Agronómicos.....	32
14.1.2	Económicos y sociales.....	33
14.1.3	Ambientales.....	33
15.	Manejo y mantenimiento.....	33
15.1	Control de arvenses.....	34
15.2	Control de plagas y enfermedades.....	34
15.3	Poda.....	34
15.4	Fertilización.....	36
15.5	Cosecha y Pos-cosecha.....	36
16.	Conclusiones.....	37
17.	Bibliografía.....	38

1. Introduccion.

En la Amazonia cada vez se reporta las más Altas tasas de deforestación y perdida de la biodiversidad, La Amazonia concentra el 68,2% de la deforestación en Colombia, en Este sentido el mundo entero volcó sus miradas y acciones para frenar este flagelo, muchas de las estrategias, acuerdos y leyes tienen por objetivo hacerle frente a la crisis climática y sus efectos devastadores un ejemplo claro es el reglamento de la Unión Europea sobre deforestación (EUDR) que entró en vigor el 29 de junio de 2023 para garantizar que las materias primas importadas, como el Cacao (*Theobroma cacao*), estén libres de deforestación.

Colombia no es ajena a esta situación y ha planteado varias estrategias, acorde al contexto mundial y su ubicación estratégica al tener parte de la amazonia en su territorio continental.

Los núcleos de desarrollo forestal, pago por servicios ambientales, negocios verdes impulsados por el gobierno colombiano se ajustan a estas acciones que indudablemente tienen consigo procesos de restauración ecológica como una estrategia que recupera la funcionalidad de los ecosistemas y mitiga los efectos del cambio climático y mejora de manera significativa el buen vivir de las comunidades.

Los sistemas agroforestales hacen parte del proceso de restauración ecológica puesto que es una herramienta de manejo del paisaje (HMP) para la gestión o implementación de sistemas productivos sostenibles, paisajes productivos que favorecen la conectividad, los corredores biológicos y la salud de los suelos.

Rojas, 2005, plantea que los paisajes productivos hacen referencia a sistemas ecológicos y culturales relacionados no sólo con la generación de materias primas sino con la construcción de identidades territoriales, formas de habitar y lógicas económicas locales. El paisaje productivo se constituye Como herramienta proyectual basada en valores sociales, medioambientales y económicos en equilibrio, concebidos Como soportes en constante transformación y evolución; La conformación de estos paisajes tiene como propósito la introducción, rescate o apropiación de sistemas sostenibles de producción dentro de una lógica de lectura del paisaje y ordenamiento territorial que promuevan la conservación de la biodiversidad.

En este sentido, el documento plantea la implementación de una herramienta de manejo del paisaje que comprende el diseño de sistemas agroforestales, donde contiene dos ingredientes naturales intermedios, especies frutales de la Amazonia, *Inchi de árbol* (*Caryodendron orinocense*) y el Asái (*Euterpe oleracea*), palma triste o sacristán.

El documento inicia con el contexto, donde se incluyen aspectos relacionados con las regiones geográficas del departamento del Putumayo, sus zonas de vida, tipos de suelo, biodiversidad existente, contextos socio ambiental, clima y datos específicos de los municipios de Valle del Guamuez y Puerto Caicedo.

Posteriormente se ilustra la ruta metodológica para la implementación donde se incluyen promotorías campesinas como un método de construcción colectiva y participación comunitaria.

Finaliza con la ilustración de los diseños agroforestales, su análisis económico, presupuestos y se diseña una guía de implementación donde se incluyen aspectos relacionados con el acompañamiento técnico, cronograma, seguimiento, monitoreo y evaluación.

2. Justificación.

Colombia es considerado como uno de los 12 países "megadiversos" del mundo, condición que se ve reflejada en la amplia variedad de ecosistemas representados en el territorio colombiano, desde páramos hasta bosques andinos, selvas húmedas tropicales, bosques secos, humedales, sabanas y zonas áridas (Romero et ál., 2008).

La destrucción del hábitat es resultado de los cambios de uso de suelo, ya sea por cultivos agrícolas, expansión Urbana, construcción de carreteras u otras causas. Es la mayor causa de pérdida de biodiversidad en América Latina, depende tanto de factores locales Como de presiones económicas y demanda de recursos que no son locales (Simonetti y Dirzo, 2011).

El Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC) del IDEAM, en el cuarto periodo de 2023, en los departamentos de la Amazonia colombiana se estimó una deforestación de alrededor de 18.400 hectáreas; es decir, se identificó un aumento del 41 % en relación con este mismo trimestre del 2022. Se destacan aumentos de deforestación en los departamentos de Caquetá (+3.464 hectáreas), Meta (+2.437 hectáreas) y Guaviare (+1.004 hectáreas). Asimismo, se pudo establecer que la mayor reducción de deforestación se presentó en el departamento de Putumayo (-1.976 hectáreas). La deforestación estimada para este trimestre se concentró principalmente en los departamentos de Caquetá (31 %), Meta (31%), Guaviare (22 %) y Putumayo (10%).

Cabe mencionar que la restauración no es simplemente sembrar árboles, la restauración tiene significado más profundo, requiere de la combinación y construcción colectiva de saberes empíricos, técnicos y científicos.

Los sistemas agroforestales se consideran una herramienta de manejo del paisaje, efectiva para restaurar, mejorar la calidad y la salud de los suelos y a la vez generar ingresos importantes para las familias y comunidades.

Las políticas públicas nacionales y locales enfocan sus esfuerzos en buscar estrategias para mitigar la crisis climática que vivimos actualmente.

3. Objetivos.

Objetivo general.

Mejorar la innovación productiva, seguridad alimentaria y la generación de ingresos para las familias en el Departamento de Putumayo mediante el diseño de dos sistemas agroforestales como herramienta de manejo del paisaje con ingredientes naturales intermedios Asaí (*Euterpe oleracea*), Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*) y Cacao (*Theobroma cacao*).

Objetivos específicos.

- ❖ Diseñar dos sistemas agroforestales donde se relacione al menos dos productos de ingredientes naturales intermedios Asaí (*Euterpe oleracea*) y Inchi de árbol para el Departamento de Putumayo.
- ❖ Elaborar una ruta metodológica para la implantación de los sistemas agroforestales como herramientas de manejo del paisaje.

- ❖ Identificar las áreas de trabajado para la implementación mediante dos promotorías campesinas en el departamento de Putumayo
- ❖ Desarrollar un análisis económico de los sistemas agroforestales a implementar en las áreas de trabajo dispuestas.

4. Contexto.

La región Amazonia, a nivel mundial, es considerada la más rica en diversidad biológica. Es una de las áreas silvestres más grandes en cuanto a extensión de Bosques; solamente los boreales de Rusia, Canadá y Alaska -que abarcan dos continentes- la superan. Con respecto a diversidad y endemismos, ninguna región se le aproxima. La Amazonia y la coregión de los Andes tropicales adyacentes -ahora amenazada - hacen del norte de Suramérica la región más rica de la tierra en cuanto a diversidad biológica terrestre y dulceacuícola: en especies endémicas la suma de ambas regiones arroja cerca del 17% del total mundial. En aves endémicas se registran para estas dos áreas 937 especies (9% del total mundial), en mamíferos 241 especies (5%); reptiles existen por lo menos 434, es decir el 6% del total mundial y en cuanto a anfibios 968 especies (20%) (Mittermeier et al. 2002).

Colombia por su parte, es reconocida como un país megadiverso, pues en su extensión continental (que equivale al 0,7% del área del planeta) alberga aproximadamente el 10% de la diversidad biológica terrestre mundial descrita. Se conocen alrededor de 35.000 especies vasculares; cifra muy alta en comparación con África del sur en donde sólo se han reportado 30.000 especies. Por su parte Brasil, que cubre una extensión 6,5 veces más grande que Colombia, solamente ha registrado 55.000. Asimismo, de las especies de mamíferos descritos para el mundo, Colombia posee el 9,8 %; en aves el 19,5% (siendo considerado el país del mundo con más especies); en reptiles el 7,3%; y en anfibios 13,8%. Los peces han sido poco estudiados, no obstante, se afirma que las aguas continentales de Colombia continente cerca de las dos terceras partes de las cerca de 3.000 especies de peces de Suramérica. Dentro de los insectos algunos grupos sobresalen por su diversidad y endemismo, entre ellos las mariposas (IAvH, MMA, DNP. sf.).

El Departamento de Putumayo tiene un área de 25.700 km² y está conformado por 13 municipios: Mocoa, Puerto Asís, Leguizamo, San Miguel, Valle del Guamuez, Orito, Puerto Caicedo, Puerto Guzmán, Villa Garzón, Sibundoy, San Francisco, Santiago y Colón. (Plan de desarrollo departamental).

En este contexto la ruta metodológica, para la implementación de los sistemas agroforestales y las acciones del proyecto se ubicarán en dos municipios del sur de la amazonia: en Valle del Guamuez y Puerto Caicedo, Departamento de Putumayo.

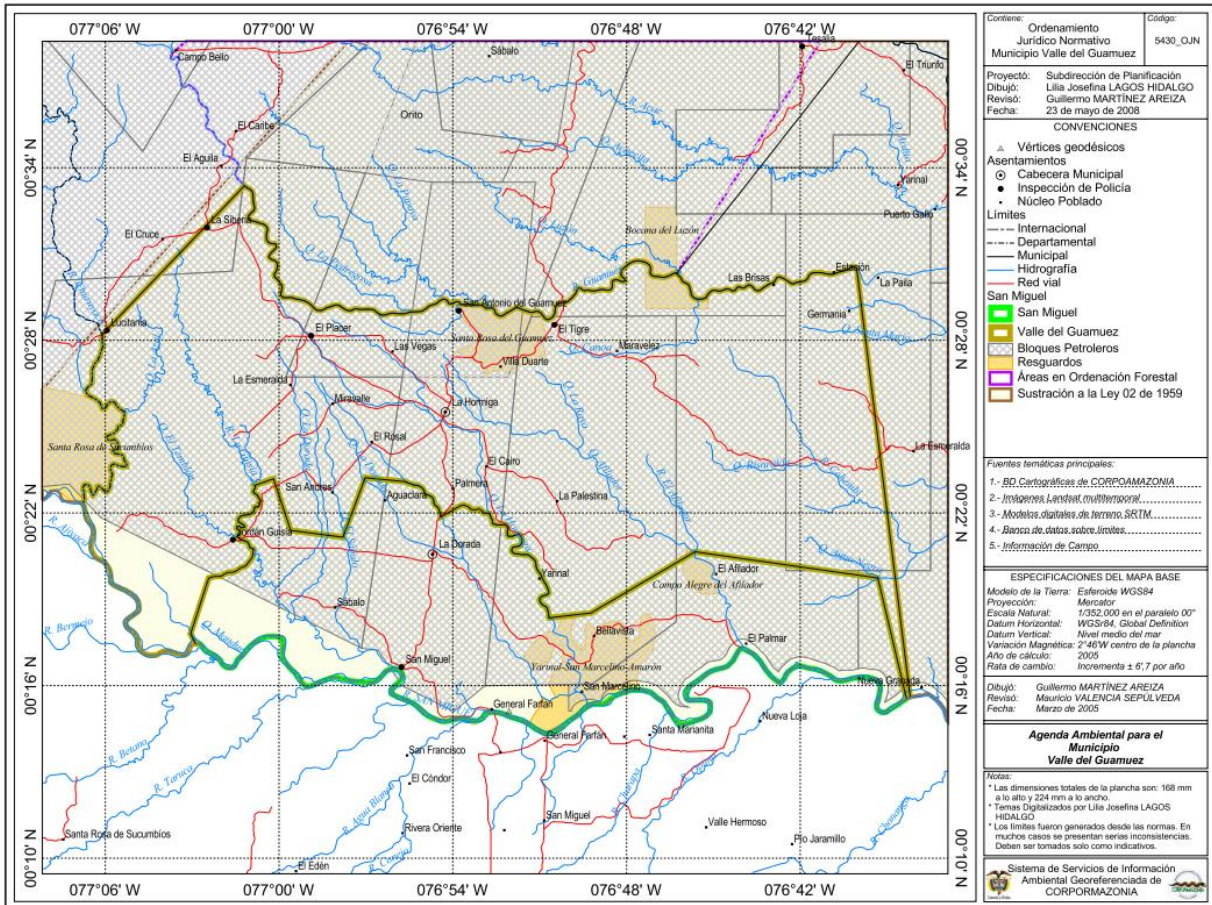
4.1 VALLE DEL GUAMUEZ.

4.1.1 Ubicación geográfica de Valle del Guamuez.

Valle del Guamuez está ubicado en la región del Putumayo, en el suroeste de Colombia, dentro de la Amazonía colombiana. El municipio se sitúa en la transición entre el piedemonte andino y la llanura amazónica, en una zona rica en biodiversidad y recursos naturales. Su territorio abarca áreas de selva tropical y bosques húmedos, ofreciendo una variedad de paisajes naturales únicos.

El municipio está ubicado en la zona sur del Departamento del Putumayo, a aproximadamente 96 km de Mocoa, la capital del departamento. Su área urbana está situada en los 0°25'00" de latitud norte y 76°56'00" de longitud occidental, en la margen derecha del Río Guamuez.

De acuerdo con el EOT (2012), los límites que definen la jurisdicción del Municipio son: Al Norte: Con el Municipio de Orito en extensión aproximada de 45 km, al oriente con el Municipio de Puerto Asís en extensión aproximada de 52 km, al sur con la frontera con Ecuador en extensión aproximada de 60 km y al occidente con el municipio de San Miguel en extensión aproximada de 55 km.



Mapa 1 Mapa del Valle Del Guamuez. Fuente: Corpoamazonia

4.1.2 Condiciones climáticas.

Valle del Guamuez, ubicado en el Departamento del Putumayo, Colombia, presenta un clima cálido y húmedo típico de la Amazonía colombiana, la temperatura promedio anual oscila entre los 24 y 28 grados Celsius. La región se caracteriza por una alta pluviosidad, con una precipitación anual que varía entre los 3,000 y 4,000 milímetros. Esta alta precipitación se distribuye de manera relativamente uniforme a lo largo del año, aunque se pueden identificar dos periodos de mayor intensidad de lluvias. La humedad relativa promedio en la zona es elevada, generalmente superior al 80%, favoreciendo la presencia de selvas tropicales y bosques húmedos. (IDEAM, 2015).

4.1.3 Tipo de suelo.

Los suelos de Valle del Guamuez presentan características propias de la región amazónica, influenciados por factores climáticos y geológicos. Según el estudio realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2015), los suelos de esta área son predominantemente ácidos y de baja fertilidad natural, debido a la alta pluviosidad y la intensa actividad biológica que aceleran la descomposición de la materia orgánica.

Estos suelos se clasifican principalmente en las categorías de suelos aluviales y suelos de origen volcánico. Los suelos aluviales, ubicados en las cercanías de los ríos y quebradas, son más fértiles y aptos para la agricultura, aunque requieren de enmiendas y manejo adecuado para mantener su productividad. Por otro lado, los suelos de origen volcánico, presentes en las áreas más elevadas, son menos fértiles y presentan desafíos para la actividad agrícola debido a su composición mineralógica.

La región también posee suelos con alta capacidad de infiltración y drenaje, lo cual es beneficioso para ciertos cultivos, pero también puede significar la necesidad de prácticas de conservación para evitar la erosión y la pérdida de nutrientes.

4.1.4 Biodiversidad existente.

Valle del Guamuez cuenta con una gran oferta de especies faunísticas silvestres como Dantas, guaras, Paujiles, Yulos, Primates y una especial diversidad de especies de anfibios, reptiles y peces. Estas especies también ofrecen un aporte alimenticio a las comunidades rurales en términos proteínicos, especialmente con especies como el armadillo y la boruga, que son las especies más dadas a ser objeto de encuentros ocasionales y actividades como la caza y la Pesca, cuya disminución también se ve representada en la desaparición de individuos de gran tamaño en comparación con años anteriores, según la comunidad.

4.1.5 Contexto socio ambiental.

Las principales actividades económicas que se desarrollan en este municipio son la agricultura, con la producción principalmente de cultivos como Cacao (*Theobroma cacao*), plátano (*Musa Paradisiaca*), pimienta (*Piper nigrum*) y caña panelera (*Saccharum officinarum*). En lo pecuario se destaca la ganadería para la producción de leche y carne, porcicultura, avicultura y piscicultura; la comercialización de estas principales líneas productivas se realiza a nivel local, para el caso de piscicultura la comercialización se hace local y hacia el departamento de Nariño; este renglón productivo además se constituye en un aporte importante dentro de la seguridad alimentaria de la población ya que la producción que se obtiene al año son de 387.702 kilogramos al año, entre especies como cachama (193.931 kg), tilapia (184.185 kg) y sábalo (9.586 kg).

El municipio cuenta con una red hidrográfica conformada por los siguientes ríos y quebradas: Río Guamuez, Río Güisia, Río San Miguel, Río Churuyaco, Quebrada el Afilador, Quebrada La Hormiga, Quebrada El Muerto, Quebrada La Sucia, Quebrada El Temblón, Quebrada La Azul, Quebrada La Raya y Quebrada Campo Quemado.

Algunas de estas fuentes presentan procesos de vertimiento de aguas residuales, resultado de desechos humanos y el desarrollo de actividades pecuarias como la porcicultura.

En términos generales, el municipio del Valle del Guamuez presenta evidentes procesos de alteración del hábitat, debido a la ampliación de la frontera agrícola y la siembra de cultivos

ilícitos, ocasionando la disminución de bosques, el aumento del efecto borde y la subdivisión de áreas boscosas quedando elementos aislados unos de otros.

Según GLOBAL FOREST WATCH desde 2002 hasta 2023, Valle del Guamuez perdió 5.74 kha de bosque primario húmedo, lo que representa 21% de su pérdida total de cobertura arbórea en el mismo periodo de tiempo. El área total de bosque primario húmedo en Valle del Guamuez disminuyó en 28% en este periodo de tiempo.

De 2001 a 2023, Valle del Guamuez perdió 28.4 kha de cobertura arbórea, lo que equivale a una disminución del 31% de la cobertura arbórea desde 2000, y al 20.1 Mt de las emisiones de CO₂.

4.2 PUERTO CAICEDO

4.2.1 Ubicación geográfica de Puerto Caicedo

El municipio se encuentra en la zona suroccidental de Colombia y del Departamento de Putumayo, a aproximadamente 60 km de su capital Mocoa. Su área urbana está localizada en las coordenadas 0°41'6" de latitud norte y 76°36'16" de longitud oeste.

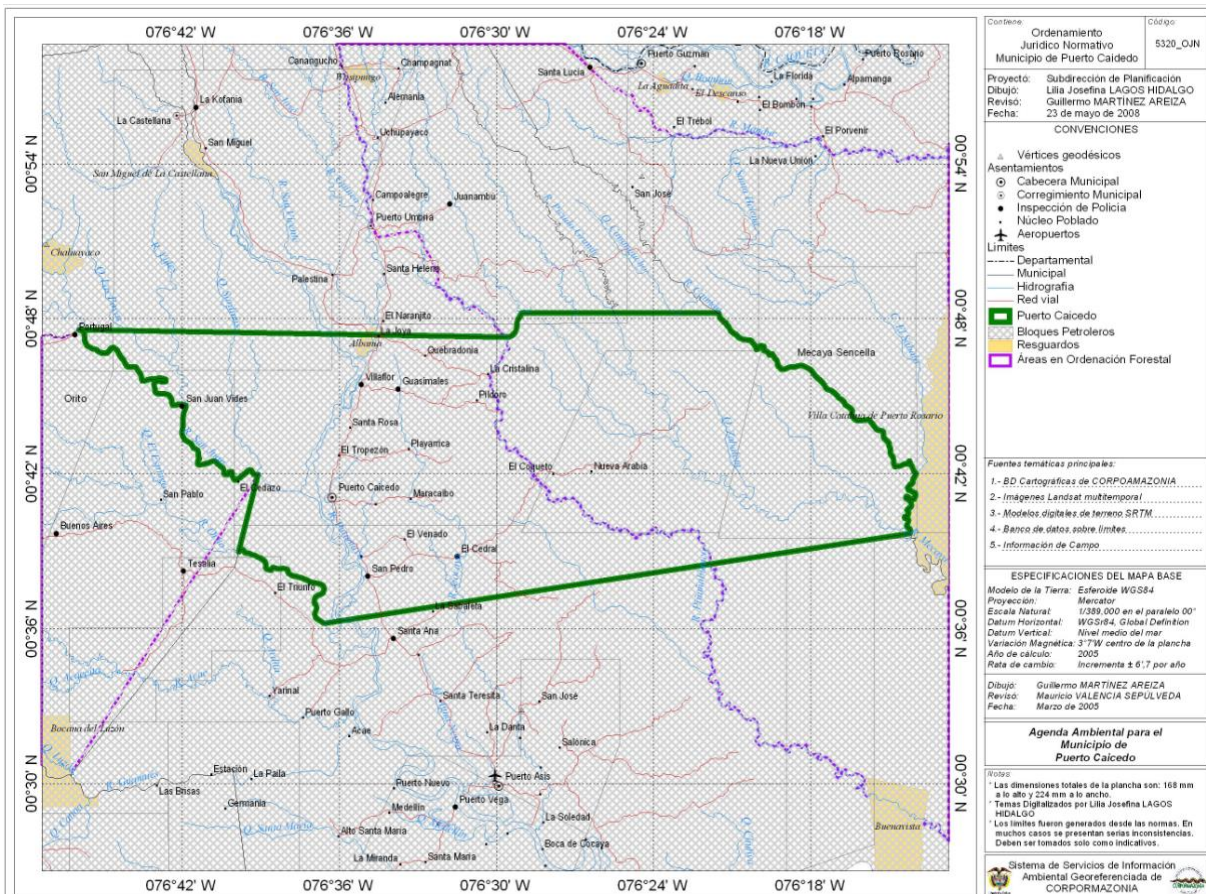
Según la ordenanza 012 de 1992 los límites del Municipio de Puerto Caicedo son:

Norte: Partiendo de la confluencia del río San Juan con el río Conejo, en línea recta imaginaria con rumbo Nor-Este (NE) hasta encontrar la desembocadura del río Blanco en el río Juanambú, por éste aguas arriba hasta la confluencia del río Juanambú con el río Remolino; de este punto línea recta imaginaria, con rumbo N 90 E hasta encontrar el cauce mayor del río Caimán.

Oriente: De este punto, río Caimán aguas abajo hasta su confluencia con el río Picudo Grande.

Sur: Desde la confluencia del río Caimán con el río Picudo Grande, línea recta con dirección SW hasta encontrar la desembocadura del río Orito en el río Putumayo.

Occidente: Desde la desembocadura de río Orito en el río Putumayo, río Orito aguas arriba hasta encontrar la intersección de la línea limítrofe del Municipio de Orito; de este punto línea recta con rumbo NE hasta la desembocadura de la quebrada Sardinias en el río San Juan; río San Juan aguas arriba hasta la confluencia con el río Conejo Punto de partida".



Mapa 2 Mapa de Puerto Caicedo. Fuente: Corpoamazonia.

4.2.2 Condiciones climáticas de Puerto Caicedo.

El clima de Puerto Caicedo, en el Departamento del Putumayo, es típicamente tropical y húmedo, con temperaturas promedio anuales que fluctúan entre los 24°C y 28°C. La región experimenta una alta pluviosidad, con precipitaciones anuales que oscilan entre 3,000 y 4,000 mm. Estas lluvias se distribuyen de manera bastante uniforme a lo largo del año, aunque se observan dos períodos de mayor intensidad de lluvias. La humedad relativa en Puerto Caicedo es alta, superando generalmente el 80%, lo que fomenta la presencia de selvas tropicales y bosques húmedos en la región (IDEAM. 2020).

De acuerdo con el informe de predicción climática a corto, mediano y largo plazo del IDEAM, en Colombia para los meses de julio y agosto se espera una reducción de lluvias entre el 10% y 30% en la región amazónica con respecto a la climatología de referencia 1991-2020, mientras que para el periodo de octubre a diciembre se prevén precipitaciones, entre 10% y 20%, excepto en el trapecio amazónico donde se estiman precipitaciones superiores al 10%. (IDEAM, 2024).

4.2.3 Tipo de suelo de Puerto Caicedo.

En el medio y bajo Putumayo, debido a la alta intensidad de meteorización del suelo, la fase sólida está constituida por arcillas del tipo caolinita e hidróxidos. Estos suelos se caracterizan por su baja complejidad estructural, elasticidad y capacidad de intercambio catiónico. En su mayoría, presentan niveles de fertilidad muy bajos en su fase mineral, altos contenidos de

aluminio intercambiable, bajas cantidades de fósforo aprovechable por las plantas y limitadas cantidades de elementos como calcio, magnesio y potasio (Peña y Cardona, 2010).

4.2.4 Contexto socio ambiental de Puerto Caicedo.

La población del municipio de Puerto Caicedo ascendió a 17.043 personas, la población está integrada en un 70,4 % por mestizos, 23,1 % por indígenas de las etnias Páez, Awa, Pastos y Yanaconas principalmente, y 6,5 % por mulatos y afrodescendientes. (DANE. 2024)

El sector primario está representado por actividades agrícolas entre las que sobresalen los cultivos de productos tradicionales y frutales como plátano (*Musa paradisiaca*), chiro (*Musa acuminata*), yuca (*Manihot esculenta*), maíz (*zea Mais*), caña panelera (*Saccharum officinarum*), chontaduro (*Bactris gasipaes*) y frutales amazónicos. Las actividades pecuarias se relacionan básicamente con la cría de ganado vacuno con una población de 13.052 cabezas de ganado establecidas en 9.000 hectáreas de pasto, y en menor proporción con porcicultura 2.019 animales, avicultura con 14.598 animales y piscicultura con 130 estanques para un total de 70.000 m² de espejo de agua.

En el municipio los mayores problemas ambientales están relacionados con la deforestación en las partes altas que junto con las características pluviométricas, causa fuertes procesos erosivos sobre los suelos y afectaciones a las fuentes de agua. Otro problema ambiental lo ocasiona el agresivo ataque sobre el recurso faunístico silvestre, causado por la caza no controlada, que lesiona la biodiversidad de la región. Asociación de Semillas de la Tierra. (2020).

5. Selección de áreas de trabajo.

Para la implementación del proyecto se han seleccionado las siguientes áreas de trabajo teniendo en cuenta criterios como la disponibilidad de recursos y la viabilidad técnica.

En el Departamento del Putumayo se implementarán 12 ha distribuidas de la siguiente forma: 9 ha en el municipio de Valle del Guamuez, de las cuales 2 ha se establecerán en la vereda Los Guadales, 3 ha en la vereda El Zarzal, y 4 ha en la vereda Alto Rosal. En el municipio de Puerto Caicedo se establecerán 3 ha de la siguiente manera, 1 ha en la vereda Platanillo, 1 ha en la vereda El Cedazo y 1 ha en la vereda La Esmeralda.

6. Ruta metodológica.

La ruta metodológica para la implementación de los sistemas agroforestales en el departamento del Putumayo comprende las siguientes etapas.

6.1 Diagrama

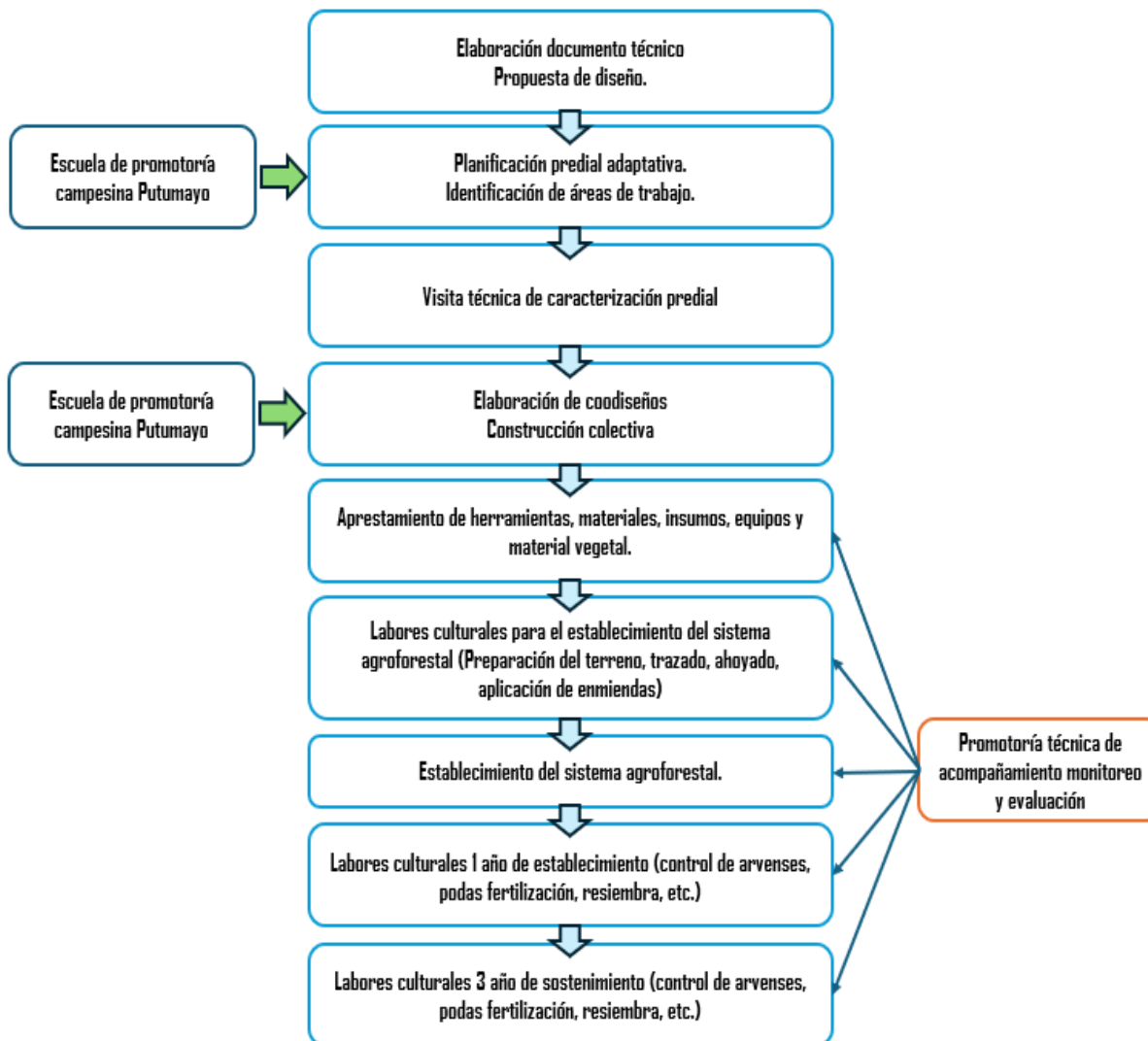


Diagrama 1. Ruta metodológica del proyecto. Fuente: Elaboración propia

7. Marco legal.

La legislación ambiental en Colombia reúne un conjunto de normas en el que se busca entablar un marco jurídico encaminado a la conservación, aprovechamiento sostenible dentro de su habidad natural, el medio ambiente es un patrimonio común a lo largo y ancho del territorio nacional; Colombia es un país con una riqueza natural y cultural significativa, y la agroforestería es una de las actividades más importantes en la economía nacional. Sin embargo, la innovación en el sector agroforestal es un desafío constante, ya que se requiere la integración de conocimientos, tecnologías y políticas para abordar los problemas ambientales y sociales que enfrenta la industria. En este sentido, es fundamental contar con un marco legal que incentive y apoye la innovación agroforestal en Colombia.

La Ley 99 de 1993 crea el Ministerio de Ambiente, organiza el Sistema Nacional Ambiental y define el ordenamiento ambiental territorial como "la función atribuida al Estado de regular y orientar el proceso de diseño y planificación de uso del territorio y de los recursos naturales

renovables de la Nación, a fin de garantizar su adecuada explotación y su desarrollo sostenible" (artículo 7º).

En cuanto a la normatividad de orden nacional para promover la sostenibilidad ambiental se tiene la constitución Política de 1991 que promueve el desarrollo y crecimiento económico, calidad de vida y bienestar social consagrado en el Art. 80 "El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en zonas fronterizas"

La regulación en la actividad agroforestal se encuentra plasmado en la ley 1377 DE 2010, donde establece las bases para el desarrollo comercial sostenible del sector forestal. Además, existen otras normas y políticas que regulan aspectos específicos como la certificación forestal decreto 690 de 2021 en lo relacionado con el manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables, y se adoptan otras determinaciones.

Decreto 1076 de 2015 Decreto único reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables y está encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas de recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, con el fin de asegurar el desarrollo sostenible, aunado a esto y teniendo en cuenta el decreto 1532 del 26 de agosto de 2019 en el cual se modifica el decreto 1076 de 2015 en relación a las plantaciones forestales.

Decreto 2803 del 4 de agosto de 2010 el cual se reglamenta la Ley 1377 de 2010, sobre registro de cultivos forestales y sistemas agroforestales con fines comerciales, de plantaciones protectoras-productoras, la movilización de productos forestales de transformación primaria.

La Ley 300 de 1996 define la política de desarrollo turístico sostenible en Colombia. Si bien no está directamente relacionada con la producción agroforestal, esta ley puede impactar en la comercialización de productos sostenibles, incluyendo ingredientes y especialidades agroforestales, en el mercado nacional e internacional, esta ley espera promocionar y comercializar de manera sostenible los productos agroforestales innovadores como atractivos turísticos, generando oportunidades para los productores y contribuyendo al desarrollo económico de las regiones rurales. "El turismo sostenible implica trabajar en Pos de tres esferas: la economía, la sociedad y el medio ambiente; como pilares para el desarrollo." - Organización Mundial del Turismo (OMT).

8. Especies priorizadas.

La implementación de especies como Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*), Asaí (*Euterpe oleracea*), Cacao (*Theobroma cacao*) y plátano (*Musa paradisiaca*) en proyectos de desarrollo sostenible es altamente beneficioso debido a sus múltiples ventajas económicas, sociales y ambientales. Estas especies actualmente presentan creciente demanda global ya que diversifican las fuentes de ingresos de los agricultores, proporcionando estabilidad económica y acceso a nuevos mercados. Su cultivo sostenible promueve prácticas que conservan la biodiversidad y mejoran la calidad del suelo, mientras que a su vez la integración de estas especies en sistemas agroforestales ayuda a combatir la deforestación y protege los ecosistemas tropicales.

Los productos intermedios derivados del Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*), Asaí (*Euterpe oleracea*) y Cacao (*Theobroma cacao*), ofrecen oportunidades para innovar y

desarrollar productos de alto valor agregado debido a sus propiedades nutricionales y los beneficios para la salud.

Por otra parte, la asociación de estos cultivos con especies como plátano (*Musa paradisiaca*) contribuye económicamente al sustento de las familias rurales, mejora su seguridad alimentaria a la vez que fortalece la resiliencia frente a las fluctuaciones del mercado y fomenta la autonomía económica dentro de las comunidades agrícolas.

9. Especies implementadas en el sistema agroforestal.

Las especies que se van a implementar en el sistema agroforestal son Asaí (*Euterpe oleracea*), Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*), Cacao (*Theobroma Cacao*) y plátano (*Musa paradisiaca*). Aquí se destacan algunas de las razones para su implementación:

- ❖ **Diversificación y Estabilidad Económica:** La combinación de plátano (*Musa paradisiaca*), Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*) Cacao (*Theobroma cacao*) y Asaí (*Euterpe oleracea*) diversifica los ingresos de los agricultores al ofrecer cultivos con diferentes ciclos de producción y mercados. El plátano (*Musa paradisiaca*), proporciona ingresos rápidos y regulares a la vez que es utilizado como producto de pan coger en la alimentación familiar, mientras que el Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*), el Cacao (*Theobroma cacao*) y el Asaí (*Euterpe oleracea*) ofrecen oportunidades para mercados especializados y productos derivados como aceites cosméticos y suplementos nutricionales.
- ❖ **Mejora de la Fertilidad del Suelo y Conservación:** se mejora la salud del suelo mediante la incorporación de residuos orgánicos resultantes como el seudotallo del plátano, la cascara de Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*) y la cacota del Cacao (*Theobroma cacao*), esto puede repercutir en la reducción del uso de fertilizantes químicos, previniendo la erosión y promoviendo la conservación del suelo a largo plazo.
- ❖ **Promueven la Biodiversidad:** La combinación de estas especies proporcionan hábitats variados para la fauna y la flora, fomentando de esta manera la biodiversidad y contribuyendo a la conservación de especies nativas donde se incluyen los polinizadores que ayudan a mejorar la productividad de los cultivos.
- ❖ **Adaptabilidad al Cambio Climático:** La diversificación de cultivos y la estructura agroforestal pueden aumentar la resiliencia frente a los efectos del cambio climático, como sequías o inundaciones. Las diferentes especies tienen diferentes requisitos de agua y nutrientes, lo que ayuda a mantener la estabilidad del sistema en condiciones climáticas variables.
- ❖ **Beneficios Sociales y Culturales:** se fortalece la seguridad alimentaria y económica de las comunidades locales, a la vez que se preserva y promueve prácticas agrícolas tradicionales relacionadas con el manejo sostenible de recursos naturales.
- ❖ **Herramientas de manejo del paisaje:** son especies que pueden ser utilizadas como herramienta de manejo del paisaje en el establecimiento de sistemas agroforestales en procesos de restauración ecológica para la recuperación de servicios ecosistémicos y generación de conectividad ecológica.

De acuerdo con lo anterior la producción diversificada con estas especies no solo maximiza la productividad agrícola, sino que también promueve la sostenibilidad a largo plazo, beneficiando tanto a los agricultores como al medio ambiente en general.

10. Diseño agroforestal

El sistema agroforestal que se implementara se compone de 64 plantas de Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*) establecidas a una distancia de 12 metros entre plantas y surcos, sobre el medio de los surcos de esta especie se implementaran dos filas de Cacao (*Theobroma cacao*) a una distancia de 4 metros entre plantas surcos. Las plantas de plátano (*Musa paradisiaca*) se implementarán en medio de las filas de Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*). El sistema se complementa con la implementación de la especie Asaí (*Euterpe oleracea*) sobre el borde de todo el sistema estableciéndose a 3 metros entre plantas.

En el siguiente cuadro se muestra la cantidad de plantas que se implementaran de cada especie.

Tabla 1. Especies del sistema agroforestal.

ARREGLO AGROFORESTAL Cacao, Asaí, Inchi, Plátano				
Especie	Plantas/Ha	Distancia siembra	de	Observaciones
Cacao	400	4m X 4m		En medio del Inchi y alrededor de este

The image is a 3D perspective view of a rectangular agroforestry plot. The ground is a light green color. The plot is filled with small, stylized tree icons. The icons are color-coded: brown for Cacay, red for Cacao, green for Asaí, and blue for Plátano. The trees are arranged in a regular grid pattern. The Cacay trees are located along the perimeter of the plot. The Cacao trees are arranged in rows between the Cacay trees. The Asaí trees are arranged in rows between the Cacao trees. The Plátano trees are arranged in rows between the Asaí trees. The plot is viewed from an elevated angle, showing the depth of the rows.

Cacay
 Cacao
 Asaí
 Plátano

Ilustración 1. se muestra el esquema del sistema agroforestal modelado en el software ShadeMotion para lo cual se tuvieron en cuenta variables cuantitativas medidas hasta los 5 años y recogidas en campo como alto del tronco alto de la copa, ancho de la copa y densidad de la copa como se muestra en la tabla 2.

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Variables fenológicas cuantitativas.

Especie	Año 1	Diametro del tallo(cm)	Densidad de la copa (%)	Ancho de copa (m)	Alto de Copa (m)	Alto del tronco(m)
Inchi	1	1,5	60	0,5	0,5	0,6
	2	2,5	60	1	0,8	0,8
	3	4	60	1,5	1,5	1
	4	8	70	3	2	1,2
	5	12	70	6	4	1,3
Cacao	1	2,5	70	1	0,7	40
	2	4	50	2	1,8	50
	3	8	50	3	3	70
	4	10	50	3	3	1
	5	12	50	3,5	3,5	1
Asai	2	4	50	2	1	1
	3	6	60	3	1,5	1,5
	4	9	60	4	2	2
	5	12	60	4	2	3
Platano	1	15	60	2	1,5	2
	2	20	60	4	2,5	2,5

Fuente: elaboración propia

11. Cronograma y esquema de siembra.

Para la ejecución del proyecto se iniciará con la selección de los beneficiarios que realizarán la implementación de los sistemas agroforestales en Valle del Guamuez y Puerto Caicedo en el departamento del Putumayo. La selección de áreas para el establecimiento se priorizará teniendo en cuenta criterios de disponibilidad, facilidad de acceso, el potencial de impacto y las necesidades específicas de la zona.

Es importante mencionar que los sitios donde se implementarán los sistemas agroforestales no deberán estar cubiertos de bosque y su implementación no deberá realizarse en áreas de reservas o parques naturales.

La socialización de los pilotos de los sistemas agroforestales se realizará mediante dos escuelas de promotoría campesina asegurando así que las decisiones tomadas para la continuación del proyecto estén en concordancia con las necesidades, deseos y conocimientos locales. Posteriormente se realizará una visita de asistencia técnica con el objetivo de realizar la georreferenciación de los predios y la toma de muestras de suelo para analizar su composición física y química, para después determinar las enmiendas a utilizar y diseñar el plan de fertilización.

Para la implementación de los sistemas agroforestales deberá iniciarse con las actividades de preparación del terreno como el trazado y estaquillado para proceder luego a la realización de ahoyado, en este punto se deberá identificar claramente donde se plantarán las diferentes especies, ya que en el proceso de ahoyado las dimensiones pueden variar.

Una vez se haya hecho la preparación del terreno se procederá a la entrega del material vegetal a los agricultores y se iniciará con el trasplante del material vegetal en campo, paralelamente a esta actividad se realizará la aplicación de enmienda orgánica en el sitio de siembra. Se recomienda respetar el diseño y espaciado del sistema agroforestal a implementar. Es importante tener en cuenta que el material vegetal debe provenir de viveros certificados y cumplir con las especificaciones técnicas que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Especificaciones técnicas de material vegetal para establecimiento de sistemas agroforestales

Especie	Especificación técnica.
Inchi de árbol (<i>Caryodendron orinocense</i>)	Planta con buena vigorosidad, libre de plagas y enfermedades, color verde característico de la variedad. Altura de la planta de 1 m de altura, y altura del injerto mayor a 25 cm, con mínimo 8 hojas bien formadas en bolsa plástica de mínimo 30 cm de alto x 12 cm de diámetro y/o contenedor biodegradable.
Cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	Clon CCN 51 y FEAR 5 con Patronaje IMC 67, Planta con buena vigorosidad, libre de plagas y enfermedades, color verde característico de la variedad. Altura de la planta de 45 cm, altura del injerto mayor a 25 cm con mínimo 4 hojas bien formadas en bolsa plástica de 30 cm de alto x 12 cm de diámetro y/o contenedor biodegradable.
Plátano (<i>Musa paradisiaca</i>)	Cormos con un diámetro mínimo de 15 cm y máximo de 25 cm, peso entre 0,5 y 1,5 kg, con el estado de la corteza exterior intacto sin perforaciones ocasionadas por plagas y color del tejido interno blanco a amarillenta, firme al tacto, sin signos de pudrición o descomposición. O Plantas de 40 cm de altura, obtenidas en laboratorio de biotecnología a partir de micropropagación in vitro, libre de plagas y enfermedades con 4 a 5 hojas, propagadas en contenedor orgánico y biodegradable de 10 cm de longitud,
Asaí (<i>Euterpe oleracea</i>)	Planta con buena vigorosidad, libre de plagas y enfermedades, color verde característico de la especie. Altura de la planta de entre 30 y 40 cm, con 4 hojas verdaderas bien formadas, propagadas en bolsa plástica de 12 cm de diámetro x 18 cm de alto, y/o contenedor biodegradable.

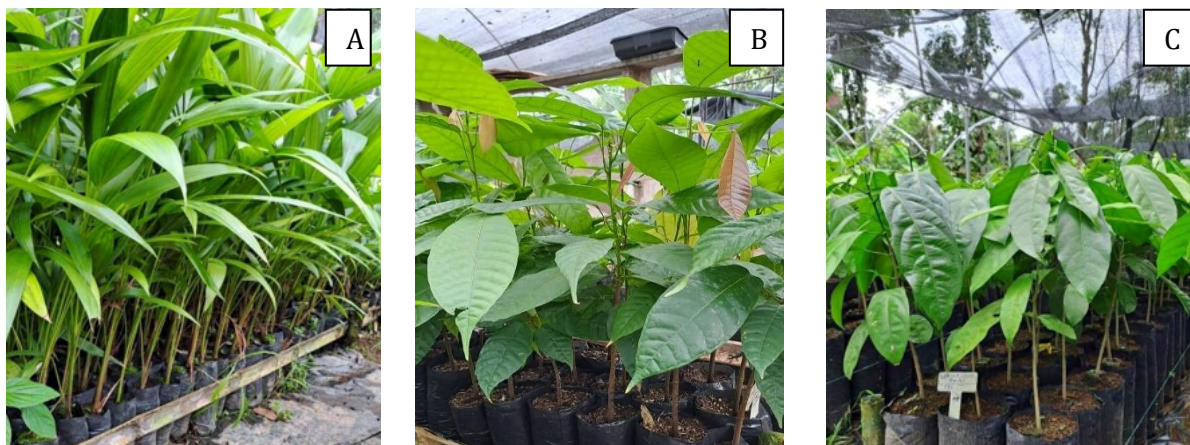


Ilustración 2 Especies para implementar en el proyecto. A. Asaí. B. Cacao. C. Inchi de árbol.
Fuente: elaboración propia

Para mantener el cultivo en condiciones óptimas, se deberá adoptar un control de arvenses regular para reducir la competencia por nutrientes. En el siguiente cuadro se muestra un resumen general de las actividades a desarrollar para la implementación del sistema agroforestal.

Tabla 4. Cronograma y esquema de siembra del proyecto.

Actividad.	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Selección de beneficiarios																
Planificación predial adaptativa, selección de áreas de trabajo y escuelas de promotoría.																
Visita técnica (Toma de muestras de suelo y georreferenciación)																
Preparación del terreno (trazado, estaquillado, ahoyado y aplicación de enmienda a base de calcio)																
Adquisición y entrega de material vegetal, herramientas e insumos)																
Establecimiento de sistemas agroforestales (siembra de especies seleccionadas y aplicación de enmienda orgánica)																

Fuente: elaboración propia

12. Análisis económico.

El principal objetivo de un análisis económico es la Determinación de la viabilidad del proyecto piloto que se implementara en el departamento del Putumayo y brindar criterios de carácter financiero para evaluar los costos y beneficios que se obtendrán de la inversión.

12.1 Estimación de costos e ingresos.

El presente proyecto pretende establecer un Sistema Agroforestal (SAF) con especies como el Cacao (*Teobroma cacao*), Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*), Asaí (*Euterpe oleraceae*), Plátano (*Musa paradisiaca*) y Maíz (*Zea maíz*). Son 12 hectáreas destinadas para la implementación del SAF, ubicadas en el municipio Valle del Guamuez y Puerto Caicedo en el departamento del Putumayo. En la siguiente tabla se presentan los costos de establecimiento de una hectárea.

Tabla 5. Costos para el establecimiento del sistema agroforestal.

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO DE UNA HECTÁREA EN EL SISTEMA AGROFORESTAL SELECCIONADO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL
Análisis fisicoquímico de suelo	Unidad	1	\$ 310.559	\$ 310.559
Adecuación de terrenos	Hectárea	1	\$ 716.776	\$ 716.776
Establecimiento de Asaí	SAF	1	\$ 2.106.694	\$ 2.106.694

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO DE UNA HECTÁREA EN EL SISTEMA AGROFORESTAL SELECCIONADO				
Establecimiento de Inchi de árbol	SAF	1	\$ 1.956.694	\$ 1.956.694
Establecimiento de Plátano	SAF	1	\$ 1.878.694	\$ 1.878.694
Establecimiento de Cacao	SAF	1	\$ 5.877.705	\$ 5.877.705
Establecimiento de Maíz	SAF	1	\$ 2.948.940	\$ 2.948.940
Administración	Mes	12	\$ 280.000	\$ 3.360.000
Asistencia Técnica	Mes	12	\$ 200.000	\$ 2.400.000
TOTAL				\$ 21.551.062

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la tabla de costos, se determina que el establecimiento de una hectárea con el arreglo agroforestal propuesto tiene un valor en la inversión de veintiún millones quinientos cincuenta y un mil sesenta y dos pesos (\$ 21.551.062).

El proyecto contempla la asistencia técnica con el fin de contar con un profesional de experiencia que acompañe a los productores en las soluciones de carácter técnico y productivo.

12.2 Proyección de los flujos de caja.

En la siguiente tabla se proyecta el flujo de caja para el año de implementación y el sostenimiento de los sistemas agroforestales en los posteriores once años, en este se determina la TIR, el VPN y el punto de equilibrio.

Tabla 6. Flujo de caja del proyecto.

Concepto	Valor Total	Año 1 (\$)	Año 2 (\$)	Año 3 (\$)	Año 4 (\$)	Año 5 (\$)	Año 6 (\$)	Año 7 (\$)	Año 8 (\$)	Año 9 (\$)	Año 10 (\$)	Año 11 (\$)	Año 12 (\$)
Adecuación de Suelos	1.027.335	1.027.335											
Establecimiento y Mantenimiento Asaí	19.800.427	2.106.694	415.194	415.194	1.873.705	1.873.705	1.873.705	1.873.705	1.873.705	1.873.705	1.873.705	1.873.705	1.873.705
Establecimiento y Mantenimiento Inchi de árbol	18.653.176	1.956.694	362.694	362.694	1.774.566	1.774.566	1.774.566	1.774.566	1.774.566	1.774.566	1.774.566	1.774.566	1.774.566
Establecimiento y Mantenimiento Plátano	12.254.126	1.878.694	2.593.858	2.593.858	2.593.858	2.593.858							
Establecimiento y Mantenimiento de Cacao	48.500.440	5.877.705	3.332.785	3.928.995	3.928.995	3.928.995	3.928.995	3.928.995	3.928.995	3.928.995	3.928.995	3.928.995	3.928.995
Establecimiento y Mantenimiento Maíz	5.897.880	2.948.940	2.948.940										
Administración	40.320.000	3.360.000	3.360.000	3.360.000	3.360.000	3.360.000	3.360.000	3.360.000	3.360.000	3.360.000	3.360.000	3.360.000	3.360.000
Asistencia Técnica	28.800.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000
TOTAL EGRESOS	175.253.384	21.556.062	15.413.471	13.060.741	15.931.124	15.931.124	13.337.266	13.337.266	13.337.266	13.337.266	13.337.266	13.337.266	13.337.266
TOTAL INGRESOS	303.806.000	3.913.000	16.297.000	13.968.000	24.924.000	35.880.000	29.832.000	29.832.000	29.832.000	29.832.000	29.832.000	29.832.000	29.832.000
VALORES NETOS	128.552.616	17.643.062	883.529	907.259	8.992.876	19.948.876	16.494.734	16.494.734	16.494.734	16.494.734	16.494.734	16.494.734	16.494.734
VALOR NETO ACUMULADO		17.643.062	16.759.533	15.852.274	6.859.398	13.089.478	29.584.212	46.078.946	62.573.680	79.068.414	95.563.148	112.057.882	128.552.616

TIO	14%
VPN	43.591.812
TIR	42%

El flujo de caja se proyecta a 12 años teniendo en cuenta el ciclo productivo de las especies de carácter permanentes como el Cacao, Inchi de árbol y Asaí; los cuales tienen una vida económica mayor a 25 años.

En el flujo de caja descrito anteriormente, se puede evidenciar que los ingresos se generan desde el primer año de establecimiento y logra encontrar el punto de equilibrio al año 5, donde ya se empiezan a generar utilidades. Este comportamiento se explica por la producción temprana de los cultivos de ciclo corto como el Maíz, Plátano y Cacao. Las especies como el Asaí y el Inchi, comienzan la producción al año 4, y el rendimiento sube considerablemente un año después de la primera cosecha.

A partir del año 6, la producción y los ingresos netos se estandarizan, con un valor de dieciséis millones cuatrocientos noventa y cuatro mil setecientos treinta y cuatro pesos (\$ 16.494.734).

12.3 Análisis de rentabilidad.

El proyecto presenta un Valor Actual Neto (VAN) de cuarenta y tres millones quinientos noventa y un mil ochocientos doce pesos (\$ 43.591.812) utilizando una tasa de descuento del 14%. De acuerdo con el valor presente neto medido anualmente, la inversión del proyecto se logra recuperar al año 5; y donde a partir del año 6 este valor se incrementa y se estandariza. De esta manera se determina que después del análisis de rentabilidad, el proyecto es económicamente viable.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto es del 42%, lo que indica que es la máxima tasa de descuento que puede soportar el proyecto sin dejar de ser rentable. Teniendo en cuenta que la TIR es mayor a la Tasa de descuento se determina que el proyecto es económicamente viable. La Tasa de descuento fijada para el proyecto es del 14%.

A partir del año sexto los ingresos anuales de una hectárea en el arreglo agroforestal propuesto permite generar un salario mínimo mensual legal vigente.

12.4 Análisis de sensibilidad.

La viabilidad del proyecto puede ser susceptible a los costos de los insumos, materiales y herramientas; y precio de compra del producto; sin embargo, con el fin de que la viabilidad del proyecto se mantenga se tomaron las siguientes medidas:

- El valor de la mano de obra se calculó con un 59% adicional, tomando como referencia el salario mínimo mensual legal vigente.
- El precio de los insumos y materiales se calculó con un 20% del precio comercial actual.
- El rendimiento de las especies a establecer se calculó con la mínima reportada por fuentes como Agronet, CIAT y planes de desarrollo departamentales.
- Se tomó como referencia el precio mínimo de venta de los productos a comercializar de los dos últimos años.
- La tasa de descuento es tres veces menor a la Tasa Interna de Retorno, dando un amplio margen de viabilidad.

12.5 Evaluación de riesgos.

En la siguiente tabla se identifican los riesgos identificados, la probabilidad de ocurrencia, el impacto que llegare a ocasionar y las respectivas medidas de contingencia que promuevan la prevención y manejo de estos.

Tabla 7. Medidas de contingencia asociadas a riesgos del proyecto.

Riesgo Identificado	Probabilidad	Impacto	Medida de contingencia
Fenómeno del niño: época de sequía que puede afectar el proceso productivo del sistema agroforestal.	Ocasional	Critico	Conservación de la vegetación tipo arbusto en las primeras etapas del cultivo; aplicación de materia orgánica que ayude a la retención de humedad; uso de coberturas vegetales.
Conflicto armado interno: Impide el desarrollo de actividades de campo y de acompañamiento técnico.	Ocasional	Mayor	Uso de prendas con distintivos que lo identifiquen como profesional del proyecto, porte de carnet; contacto permanente con los líderes de las zonas a intervenir.
Las condiciones sanitarias de las plantas se ven afectadas por plagas y enfermedades debidas a cambios climáticos repentinos.	Ocasional	Critico	Aplicación del plan de Manejo Integrado de plagas y enfermedades.
Deserción de los participantes del proyecto: Por razones ajenas de tipo personal y/o familiar.	Ocasional	Critico	Estructuración y desarrollo participativo de las actividades y estrategias que permitan la apropiación del proyecto. Selección de usuarios con trayectoria agrícola reconocida por las comunidades donde se desarrolle el proyecto.
Disponibilidad de mano de obra.	Ocasional	Menor	Los usuarios que producen de forma individual, se le asigna un área productiva de una hectárea.

Fuente: elaboración propia

12.6 Conclusiones y recomendaciones.

- ❖ De acuerdo con el análisis financiero, donde la Tasa Interna de Retorno es mayor a la tasa de descuento y el Valor Presente Neto es positivo, se puede afirmar que el proyecto es económicamente viable.
- ❖ El valor de la inversión se recupera al año 5, momento en el cual las especies de ciclo permanente comienzan la producción.
- ❖ A partir del año 6, el valor neto anual se estandariza, dando lugar a la generación de utilidades.
- ❖ La unidad de producción agrícola rentable para una familia se da a partir del establecimiento de una hectárea en el arreglo agroforestal seleccionado para este proyecto.
- ❖ Se recomienda ejecutar el proyecto en el transcurso del presente año, para evitar fluctuaciones en los precios de los materiales e insumos, que puedan afectar la viabilidad del proyecto.

13. Guía de implementación de los sistemas agroforestales.


Implementar un cultivo con éxito implica una combinación de conocimiento técnico, gestión eficiente y adaptación a las condiciones de un determinado lugar. Cada etapa es crucial para garantizar una producción sostenible y rentable; de acuerdo con esto a continuación se

presenta información relevante de las especies priorizadas y una guía general para la implementación de un sistema agroforestal.

13.1 Información de las especies priorizadas.

13.1.1 Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*)

Tabla 8. Figura 6. Clasificación taxonómica del Inchi de árbol. Fuente: Elaboración propia.

Reino	Plantae	
División	Magnoliophyta	
Clase	Magnoliopsida	
Orden	Malpighiales	
Familia	Euphorbiaceae	
Genero	Caryodendron	
Especie	Orinocense	
Nombre científico	Caryodendron orinocense	
Nombres comunes	Inchi de árbol, Tacay, Nuez de Barinas	

Generalidades: Esta especie crece preferiblemente en terrenos no inundables, con buen drenaje y buena fertilidad, soporta sequías ligeras y cortos periodos de saturación hídrica, pero no tolera periodos prolongados secos, ni anegamiento permanente.

Su proceso de crecimiento y desarrollo se produce en condiciones promedio de temperatura de 26°C, precipitación de 3000 mm anuales, altitudes menores a los 1000 msnm y humedad relativa del 85%.

Descripción Botánica

El árbol de Inchi (*Caryodendron orinocense*) es heliófilo, dioico y de copa compacta y redondeada, es un árbol que bajo manejo técnico puede alcanzar los 8 metros de altura. El fuste es recto, cilíndrico y de base acanalada.

- ❖ **Inflorescencia:** es una espiga terminal compuesta por 5 a 8 espigas agrupadas en fascículos, sobre las espigas solo se presentan flores de 1 solo sexo. La primera floración se produce a los 5 años y es allí cuando se puede detectar el sexo de la planta.
- ❖ **Flor:** las flores femeninas son sésiles, sin corola, con el cáliz de cinco a seis pétalos. Las flores masculinas se observan en los racimos terminales sin pétalos con 4 a 7 estambres y tres sépalos en cáliz.
- ❖ **Fruto:** el fruto es una capsula oval de 3,5 a 6 cm de longitud y de 2,5 a 4,5 cm de diámetro, dehiscente y con exocarpo verde, se observan tres carpelos leñosos con un pequeño apéndice apical y una semilla en su interior. Cada fruto contiene 3 semillas.
- ❖ **Semilla:** semilla de forma ovoide, de 2 a 3 cm de largo y 1 a 1,8 cm de ancho, la testa es dura, la almendra es blanca con un lado convexo y dos planos

- ❖ **Usos:** es una especie que produce alimento, aceite y madera. Las nueces de los frutos maduros son comestibles y pueden consumirse crudas, tostadas, fritas o hervidas. De la almendra se puede extraer aceite el cual tiene un gran potencial para la industria alimenticia por ser rico en ácidos grasos poli - insaturados. Su madera se usa en ebanistería, leña y producción de carbón.

La cáscara que recubre las nueces se usa para hacer abono orgánico y las nueces tienen un gran potencial en la industria alimentaria y cosmética.

El aceite de la nuez del Inchi se extrae en frío y con este procedimiento se potencializan todos sus nutrientes dado que se obtiene una alta concentración de minerales, vitaminas y proteínas que nutren y reparan la piel. Se ha comprobado científicamente que el aceite reduce los signos del envejecimiento prematuro de la piel.

Las propiedades de la nuez la hacen un alimento óptimo para los veganos, vegetarianos y para las personas que tienen tránsito intestinal lento; asimismo, ayuda a bajar los problemas causados por la hiperlipidemia (colesterol alto).

13.1.2 Asaí.

Tabla 9. Figura 7. Clasificación taxonómica del Asaí.

Reino	Plantae	
División	Magnoliophyta	
Clase	Liliopsida	
Orden	Arecales	
Familia	Arecaceae	
Genero	Euterpe	
Especie	Oleracea	
Nombre científico	Euterpe oleracea	
Nombres comunes	Asaí, Acai, Palma triste, Sacristán	

Fuente: Elaboración propia.

Generalidades: las palmas de *Asaí* (*Euterpe oleracea*) sobreviven períodos de inundaciones, una característica que las hace bastante competitivas y probablemente dominantes en algunas áreas. La especie es típica de bosques maduros, crece lentamente, requiere mucha humedad, pero poca luz.

Se desarrolla en zonas donde se presentan precipitaciones bien distribuidas, superiores a los 2.000 mm anuales, temperaturas promedio de 26°C, humedad relativa del 80% y altitudes menores a los 700 msnm.


Descripción botánica: Es una especie monoica. Las poblaciones de esta especie se encuentran en suelos secos, pero con mayor frecuencia y densidad en suelos de llanura aluviales.

- ❖ **Inflorescencia:** está ubicada por debajo de la corona de hojas, las flores crecen en grupos de tres (1 flor masculina y dos femeninas) las flores masculinas presentan seis estambres de coloración amarillo claro y tres pétalos. Las flores femeninas presentan un estigma trifido de color rosado cubierto de un exudado incoloro.
- ❖ **Fruto:** son globosos de hasta 1,5 cm de diámetro; de color morado-negruzcos cuando están maduros posee un exocarpo de aproximadamente 1 mm del cual se extrae la pulpa. El fruto se puede cosechar aproximadamente seis meses después de la antesis, cuando los frutos presentan un color opaco violeta o verdoso, debido a la superficie grisácea del exocarpio. La variación en el color del fruto maduro está relacionada con las diferentes variedades.
- ❖ **Semilla:** es de forma esférica y se encuentra envuelta en una red de fibras, presenta un endospermo homogéneo. La gran mayoría de las semillas germinan entre los 30 y 60 días. Las semillas no toleran la desecación y deben ser mantenidas siempre húmedas, incluso reducir el nivel de humedad al 26 o 30% implica un compromiso en el porcentaje y un retraso en la germinación. Para conservación por períodos cortos, las semillas pueden ser mezcladas con sustrato húmedo (aserrín o vermiculita) y envasado en cajas de madera o polipropileno.
- ❖ **Usos:** Asaí (*Euterpe oleracea*) tiene contenido de aceites, fibra y compuestos antioxidantes como antocianinas y carotenoides. Presenta un gran potencial para la fabricación de alimentos funcionales para la prevención de enfermedades crónicas, cosméticos con carácter antienvjecimiento y productos farmacéuticos.

13.1.3 Cacao (*Theobroma cacao*)

Clasificación taxonómica:

Tabla 10. Figura 8. Clasificación taxonómica del cacao.

Reino	Plantae	
División	Magnoliophyta	
Clase	Magnoliopsida	
Orden	Malvales	
Familia	Malvaceae	
Genero	Theobroma	
Especie	Cacao	
Nombre científico	<i>Theobroma Cacao</i>	
Nombres comunes	Cacao	

Fuente: Elaboración propia.

Generalidades: El cultivo de Cacao (*Theobroma cacao*) se concentra en las tierras bajas tropicales. La temperatura para su cultivo se valora como mínima de 22 °C y en su máxima de 28 °C. Se desarrolla mejor en altitudes de 5 a 400 msnm, con precipitaciones de 1,500 - 2,500 mm anuales y humedad relativa del 50 al 70 por ciento.

Descripción botánica: Planta perenne tropical endémica de la región del Amazonas que pertenece a la familia Malvacea. En cultivo las plantas miden entre 3,5 a 4,5 metros de altura, es una especie que se desarrolla bien a libre exposición o en arreglo agroforestal con otras especies.

- ❖ **Inflorescencias:** Después de producir flores durante varios años, las inflorescencias del Cacao (*Theobroma cacao*) se convierten en fascículos caulinares engrosados que reciben el nombre de cojines florales. Las flores se encuentran a lo largo del tallo y de las ramas.
- ❖ **Flor:** puede ser de color rosa blanco o púrpura y tiene forma de estrella, mide de 0,5 a 1 cm de diámetro y 2 a 2,5 cm de largo. Tiene cinco pétalos y cinco sépalos angostos y puntiagudos.
- ❖ **Fruto:** es una baya grande comúnmente denominada mazorca, es carnosa de color amarillo o púrpura y mide entre 15 a 30 cm de largo y 7 a 10 cm de diámetro. Es de forma puntiaguda. Cada fruto contiene entre 30 a 40 semillas incrustadas en una masa de pulpa.
- ❖ **Semilla:** mide de 2 a 3 cm largo de sabor amargo y color púrpura, no contiene albumen y están recubierta de una pulpa blanca conocida como mucilago que es de sabor dulce y acidulado. El interior de esta está prácticamente relleno solo por dos cotiledones del embrión. Son nutritivas, ricas en almidón, proteínas y materia grasa.
- ❖ **Usos:** Constituye una de las plantas de mayor cultivo y valor comercial en las regiones tropicales del mundo por ser su fruto base de procesamiento industrial para la obtención de diversos productos de confitería, y grasas usadas en la industria de los cosméticos y de la medicina.

El cacao posee propiedades diuréticas y antidiabéticas, gracias a la presencia de teobromina y flavonoides, que tienen una función protectora para la salud renal, reducen los niveles de colesterol y optimizan la respuesta de las células del páncreas a la insulina. Además, el consumo moderado de cacao ayuda a reducir la tensión arterial y mejora el humor y los cambios de ánimo, gracias a la presencia de anandamida y niacina. Por todo ello, el cacao puede ser una excelente opción dentro de una dieta saludable y equilibrada.

13.1.4 Plátano (*Musa Paradisiaca*)

Clasificación taxonómica:

Tabla 11. Figura 9. Clasificación taxonómica del plátano.

Reino	Plantae	
División	Magnoliophyta	
Clase	Liliopsida	
Orden	Zingiberales	
Familia	Musaceae	
Genero	Musa	
Especie	Paradisiaca	

Nombre científico	Musa paradisiaca.	
Nombres comunes	Plátano	

Fuente: Elaboración propia.

Generalidades: El cultivo se desarrolla mejor desde el nivel del mar hasta los 300 metros. No obstante, pueden adaptarse hasta los 1500 metros sobre el nivel del mar, humedad relativa del 50 al 80 por ciento, precipitaciones anuales de 2000 a 3000 mm y temperatura promedio de 25°C.

Descripción botánica: Planta perenne, de hasta 7 m de altura, carece de tronco verdadero, y en su lugar, posee vainas foliares que se desarrollan formando estructuras llamadas pseudotallo, similares a fustes verticales de hasta 30 cm de diámetro basal, aunque no son leñosos. Presenta colores verdes y amarillentos.

- ❖ **Flor:** forman inflorescencias pendulosas, con el pedúnculo y el raquis glabros; toman forma de espigas terminales, de las cuales las 10 a 15 primeras hileras son de flores femeninas, las flores masculinas se encuentran en la parte superior.
- ❖ **Fruto:** es una falsa baya de forma lineal o falcada, de 7 a 15 cm de largo y hasta 4 de diámetro, que forma un racimo compacto.
- ❖ **Semilla:** son negras, globosas o irregulares, con la superficie rugosa, y están incrustadas en la pulpa.
- ❖ **Usos:** el plátano es el fruto de esta especie, una fruta muy conocida e ingerida habitualmente por la mayoría de las personas. Su composición nos revela que contiene más azúcar que la mayoría de las frutas, además es muy rico en sales minerales: calcio orgánico, fósforo y hierro (elementos indispensables para el desarrollo normal de una persona). Posee otros elementos como por ejemplo la vitamina c, que se halla en cantidades similares a las que se encuentra en otras frutas. Así mismo posee vitaminas del complejo b como la tiamina, riboflavina, piridoxina y cianocobalamina.

13.2 Implementación del sistema agroforestal.

13.2.1 14.1. Selección del terreno.

Como se mencionó anteriormente la selección de áreas para el establecimiento se priorizará teniendo en cuenta criterios de disponibilidad, facilidad de acceso, el potencial de impacto y las necesidades específicas de la zona. Además, no deberán estar cubiertas de bosque ni estar en áreas de reservas o parques naturales.

Verificar la topografía: Es importante verificar la topografía del terreno para identificar si los sitios de siembra presentan áreas de pendiente o si son terrenos llanos, esto ayudará a planificar la disposición de las plantas en el sistema agroforestal, también se identificará si en el terreno existen zonas donde se produce encharcamiento y si es necesario la realización de drenajes para evacuar el agua.

Toma de muestras de suelo para análisis de laboratorio: El análisis de laboratorio permite determinar las características fisicoquímicas del suelo. Con los resultados de este se planteará cuáles son las enmiendas que se requieren aplicar y se ajustará un plan de fertilización que permita un adecuado proceso de crecimiento y desarrollo de las plantas en campo. Para la toma de muestras de suelo se seguirán los siguientes pasos:

Materiales Necesarios:

1. Pala o barrena de suelo.
2. Balde de plástico limpio.
3. Bolsas de plástico o contenedores de muestras etiquetados.
4. Guantes de látex para evitar la contaminación.
5. Marcador.
6. Hoja de datos o libreta de campo para registrar información.

Preparación: Seleccionar el área de muestreo: se debe determinar el área específica a muestrear, considerando que sea representativa del terreno a estudiar, en lo posible se debe evitar áreas con características únicas que no representen la mayor parte del campo, como caminos, drenajes o acumulaciones de residuos.

Recolección de Muestras: Se deben tomar en promedio 15 submuestras en diferentes puntos en el área seleccionada y mezclarlas para obtener una muestra representativa.

Toma de submuestras: Para evitar la contaminación se debe asegurar que la pala esté limpia, paso seguido se introduce ésta en el suelo a una profundidad de 30 cm, se extrae el suelo y se eliminan todos los bordes, después de eliminar bordes la muestra es depositada en un balde limpio; aproximadamente 200 gramos de cada submuestra.

Preparación de la Muestra Compuesta: Se colocan todas las submuestras en un balde y se mezclan bien para obtener una muestra homogénea, se selecciona finalmente 1 kg de la muestra compuesta.

Empaque y Etiquetado: Se coloca la muestra homogenizada en bolsas de plástico ziploc, posteriormente se procede a etiquetar marcando cada bolsa con información relevante como la fecha de muestreo, profundidad, ubicación, nombre del predio, vereda, cultivo existente y número de identificación de la muestra.

Envío al Laboratorio: El almacenamiento temporal de las muestras antes de enviar a laboratorio se debe realizar en un lugar fresco y sombreado. Los envíos al laboratorio se deben realizar lo antes posible para evitar cambios en las propiedades del suelo.

Consideraciones Adicionales: Se debe evitar muestrear en condiciones extremas, como después de lluvias intensas, ya que el exceso de humedad puede alterar los resultados.

Entre más variable sea la topografía del terreno se recomienda sacar más submuestras.

Una vez obtenidos los análisis de laboratorio se procede a realizar la interpretación de estos, de acuerdo con el sistema agroforestal seleccionado y se hace la selección de las enmiendas y el diseño del plan de nutrición teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales de cada especie.

13.2.2 Preparación del terreno.

Despeje del área: Se inicia la eliminación de arvenses con guadaña con el objetivo de reducir competencia por nutrientes y agua con las especies que se van a establecer dentro del sistema agroforestal, durante este primer proceso de limpieza es importante retirar del predio piedras, ramas y otros desechos que puedan obstaculizar la plantación o que puedan provocar riesgo para la integridad del operario en futuros procesos de limpieza.

En predios donde haya presencia de especies invasoras de rápido crecimiento como *Brachiarias* es recomendable realizar la limpieza general del predio con guadaña y luego de 15 días realizar la aplicación de un herbicida sistémico que ayude a retrasar su crecimiento y desarrollo.

El trazado y estaquillado: Esta actividad asegura que la distribución de las plantas sea precisa y que cada especie tenga suficiente espacio para crecer adecuadamente.

Un adecuado trazado y estaquillado facilita también el acceso para el desarrollo de labores como el mantenimiento, cosecha y aplicación de insumos, lo que mejora la eficiencia de las operaciones, además que brinda un aspecto de orden y estética, para el proceso del estaquillado se deberán seguir los siguientes pasos.

Materiales Necesarios

1. Cintas métricas
2. Estacas (madera, plástico u otro material resistente).
3. Cuerda o guaya
4. Martillo o mazo.

Trazado en el Terreno:

Para realizar esta actividad es importante contar con el diseño impreso para verificar las distancias de siembra que se van a utilizar para cada especie.

Medición: usando la cinta métrica se marcan en una guaya o cuerda las distancias donde se ubicarán las plantas de acuerdo con las especies.

Líneas Guía: dependiendo del sistema de trazado a utilizar se marca una primera línea guía siguiendo las medidas del diseño. Esto servirá para alinear las plantas.

Colocación de Estacas: las estacas se colocan en los puntos donde se plantarán las plántulas, es importante que las estacas queden derechas y bien visibles para evitar errores en el proceso de trazo.

Verificación de Distancias: es importante realizar una revisión de las distancias entre las estacas para asegurar de que coincidan con el diseño planificado.

Si es necesario se debe ajustar las estacas para corregir cualquier error en el trazado, si se considera necesario se puede utilizar aerosol para marcar las posiciones exactas de las estacas.

Recomendaciones adicionales

En terrenos con pendiente es recomendable trazar a curvas de nivel para prevenir la erosión y asegurar una adecuada distribución de las plantas. Durante el estaquillado es recomendable verificar constantemente que las líneas y distancias sean correctas.

13.2.3 Ahoyado.

El ahoyado es un proceso crucial para asegurar que las plántulas tengan un buen comienzo en su crecimiento, proporcionando un ambiente adecuado para el desarrollo de sus raíces.

Al momento de realizar los hoyos se debe asegurar que estos tengan en lo posible paredes verticales y el fondo plano; se recomienda separar la capa superior del suelo de la capa inferior, esto permitirá utilizar la capa superior de nuevo en la plantación.

La dimensión de los hoyos depende de la especie; para Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*) se recomienda realizar hoyos de 40 cm de profundidad por 30 cm de ancho, para Asaí (*Euterpe oleracea*) 30 cm de profundidad por 20 cm de ancho, para Cacao (*Theobroma cacao*) 30 cm de profundidad por 30 cm de ancho y para plátano 40 cm de profundidad por 30 cm de ancho.

Posterior a la realización de los hoyos se debe realizar en estos, la aplicación de enmienda a base de calcio; la dosis se determina de acuerdo con los resultados del análisis de suelo.

13.2.4 Siembra.

Al momento de la siembra se recomienda mezclar 500 gramos de compost o materia orgánica con la primera capa de suelo retirada durante el proceso de ahoyado preferiblemente en proporciones 1:1.

Para la siembra de las especies Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*), Cacao (*Theobroma cacao*) y Asaí (*Euterpe Oleracea*), se recomienda inicialmente recortar el fondo de la bolsa con un bisturí o machete bien afilado, posteriormente disponer la planta en el hoyo, paso seguido se rasga la bolsa en forma longitudinal y se retira. Al momento de disponer la planta en el hoyo se debe verificar que la base del tallo esté al nivel del suelo circundante.

Finalmente se rellena el hueco alrededor de la plántula, colocando en su base la mezcla del abono orgánico y la primera capa de suelo. Durante este proceso se debe ir presionando ligeramente el suelo para eliminar bolsas de aire y asegurar un buen contacto entre este y las raíces.

En el caso del plátano se debe seguir las mismas recomendaciones que apliquen para esta especie, adicionalmente se recomienda que el corno sobresalga de la superficie del suelo para evitar muerte por asfixia.

14. Monitoreo y evaluación.

El monitoreo y la evaluación se realizará con los siguientes objetivos:

- ❖ Verificar que el material vegetal establecido presente un adecuado proceso de crecimiento y desarrollo.
- ❖ Evaluar la calidad y sanidad de los productos agrícolas.
- ❖ Monitorear el impacto del sistema en el medio ambiente.
- ❖ Evaluar la rentabilidad financiera del sistema y asegurar que las prácticas agrícolas desarrolladas sean sostenibles de forma que se mantenga la productividad a largo plazo.

14.1 Indicadores de monitoreo y evaluación.

14.1.1 Agronómicos.

❖ Porcentaje de supervivencia:

Para evaluar este indicador se deberá contar el número total de plantas sembradas inicialmente de cada especie, posteriormente al mes de haber establecido el sistema agroforestal se deberán contar nuevamente y se determinara el porcentaje de acuerdo con la siguiente formula.

$$\text{Tasa de supervivencia} = \left(\frac{\text{numero de plantas supervivientes}}{\text{numero de plantas sembradas}} \right) \times 100$$

Este indicador es importante evaluarse a través del tiempo ya que los factores ambientales, plagas y enfermedades pueden afectar la supervivencia de las plantas.

El monitoreo se deberá realizar cada 4 meses, en caso de que se produzca perdida de plantas se debe realizar procesos de resiembra con el fin de evitar disminución de la productividad.

❖ Diámetro y altura:

Se evaluarán estas variables debido a que pueden proporcionar información crucial sobre la salud, crecimiento y desarrollo de las plantas. Una planta que crece bien en altura generalmente indica buena salud y condiciones adecuadas de desarrollo, mientras que un tallo grueso puede ser un indicativo de una planta robusta y bien nutrida. Las plantas con tallos delgados pueden estar subdesarrolladas o estresadas.

Para la evaluación de estas variables se deberá realizar el establecimiento de parcelas de monitoreo donde se tome una muestra representativa de cada una de las especies que conforman el sistema agroforestal.

Posteriormente, la evaluación de los datos se realizará mediante una curva de crecimiento con la cual se determinará el patrón de desarrollo de cada especie en el sistema agroforestal, identificando las fases críticas de crecimiento, los períodos de mayor y menor crecimiento, y los factores que influyeron en estos cambios, de forma que esto permita ajustar las prácticas de manejo.

❖ Rendimiento de Cultivos:

Se realizará con el objetivo de evaluar los rendimientos de cada especie en comparación con plantaciones establecidas de forma convencional en monocultivos.

La medición de esta variable se deberá realizar en la medida en que cada especie establecida en el sistema agroforestal inicie su etapa productiva. Para el caso de cultivos transitorios se deberá realizar durante el tiempo que dure el ciclo productivo, mientras que para cultivos perennes esta evaluación se deberá realizar de forma anual.

El rendimiento se evaluará de acuerdo con la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento (kg/ha)} = \left(\frac{\text{Peso de cosecha en kg}}{\text{Area de la parcela (ha)}} \right).$$

❖ Incidencia de plagas e infestación de enfermedades:

Conocer el porcentaje de incidencia de plagas y el porcentaje de infestación de enfermedades proporcionara una visión integral de la salud y el estado fitosanitario del sistema agroforestal. Esto permitirá tomar decisiones sobre el método de manejo a implementar.

Para realizar el monitoreo se deberá elegir un método de muestreo que permita evaluar la mayor cantidad de plantas posibles en una determinada área de terreno. Se puede elegir entre recorrido en zigzag, por surcos, en triangulo, etc.

La evaluación se deberá realizar utilizando las siguiente formulas.

Porcentaje de incidencia de plagas = $\left(\frac{\text{numero de plantas afectadas}}{\text{numero de plantas evaluadas}} \times 100 \right)$.

Porcentaje de infestación de enfermedades = $\left(\frac{\text{numero de plantas afectadas}}{\text{numero de plantas evaluadas}} \times 100 \right)$.

14.1.2 Económicos y sociales.

❖ Impacto social en las comunidades:

Se deberán medir variables como nivel de aceptación del proyecto, empleo generado con el establecimiento del sistema, mantenimiento en el tiempo, diversificación e ingresos en el hogar.

Este tipo de variables se recomienda medirlas mediante el desarrollo de encuestas de forma anual.

❖ Rentabilidad y Retorno de Inversión:

Evaluar la rentabilidad financiera del sistema mediante el análisis anual teniendo en cuenta los costos y los ingresos del proyecto.

14.1.3 Ambientales.

Compactación y fertilidad del suelo: se deberá realizar mediante equipos de campo como penetrómetros con el fin de verificar el nivel de compactación del suelo y mediante análisis de laboratorio para determinar el nivel de fertilidad a través del tiempo.

Este tipo de mediciones se recomienda realizarlos de forma anual.

Biodiversidad: realizar monitoreos con el fin de evaluar el Impacto en la fauna y flora local.

Cambio en la Cobertura Vegetal: Monitoreo de la cobertura arbórea y de cultivos.

Se deberá evaluar el porcentaje de cobertura de arvenses y la influencia de la sombra sobre el crecimiento y desarrollo de estas.

15. Manejo y mantenimiento.

El manejo y mantenimiento de una plantación son esenciales para asegurar su crecimiento saludable, optimizar la productividad y garantizar su sostenibilidad a largo plazo. Este proceso abarca una serie de prácticas agronómicas y técnicas que deben adaptarse a las necesidades específicas del cultivo. A continuación, se presenta cuáles son las actividades de manejo y mantenimiento que se deben realizar después de implementar los arreglos agroforestales.

15.1 Control de arvenses.

Es una actividad que se debe realizar de forma periódica para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes con las plantas de interés.

Esta actividad se recomienda realizarla cada dos meses después de haber realizado la siembra de las plantas en campo. Para la ejecución de esta labor se debe hacer uso de la guadaña usando los elementos de protección personal necesarios para evitar accidentes.

En zonas donde las arvenses predominantes son *Brachiarias* se recomienda realizar la aplicación de herbicidas sistémicos con el objetivo de retardar su crecimiento acelerado y así permitir el crecimiento y desarrollo de las plantas establecidas en el sistema agroforestal.

15.2 Control de plagas y enfermedades.

Las plagas y las enfermedades pueden afectar la sanidad y productividad de los cultivos, por esta razón para evitar que en términos económicos se tengan pérdidas por ataque de estos, se deben seguir los siguientes pasos.

Realizar monitoreo: se debe inspeccionar la plantación cada 15 días para detectar signos de ataque de plagas o enfermedades.

En caso de encontrar algún tipo de afectación se recomienda consultar con un profesional, quien será el encargado de indagar las causas y elegir el método de control a utilizar.

Elegir el método de control: se debe propender por implementar prácticas de MIPE que combinen métodos biológicos, culturales, físicos y químicos.

No siempre para el control de plagas y enfermedades se hace necesario la aplicación de productos de síntesis química, todo depende de la incidencia de las plagas y la gravedad de la afectación causada.

En caso de ser necesario realizar la implementación de un producto de síntesis química, se debe seguir las indicaciones de las fichas técnicas y se recomienda efectuar un proceso de calibración previa de equipos para realizar una aplicación eficiente.

15.3 Poda.

Esta actividad se realiza con el objetivo eliminar ramas muertas o enfermas para prevenir la propagación de enfermedades, dar forma a los árboles y cultivos para permitir una mejor penetración de luz y circulación de aire, fomentar el crecimiento de ramas más fuertes y la producción de frutos de mayor calidad, además de facilitar las operaciones de cosecha y mantenimiento.

Teniendo en cuenta las especies priorizadas, estos son los tipos de poda que se deben realizar para cada una:

❖ Cacao (*Theobroma cacao*) y Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*):

Poda de formación: En Cacao (*Theobroma cacao*) se realiza entre los 18 y 24 meses de establecerse la plantación, en Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*) entre los 24 a 36 meses. Se realiza con el objetivo de establecer una estructura fuerte y equilibrada en la planta.

En este tipo de poda se eliminan las ramas laterales bajas y se seleccionan las ramas principales que formarán la base del árbol donde se producen los frutos, se eliminan las ramas

entrecruzadas de tal forma que se reduzca la densidad del dosel y haya mejor penetración de la luz y ventilación.

Poda sanitaria: se realiza para eliminar material vegetal afectado por plagas o enfermedades previniendo su propagación.

En Cacao (*Theobroma cacao*) se enfoca en la remoción de ramas y brotes con presencia de *Moniliophthora pernicioso* causante de la enfermedad conocida como escoba de bruja y de frutos afectados por *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora sp.* Este tipo de poda se debe realizar semanalmente.

Poda de sostenimiento: en ambas especies se realiza para asegurar una forma equilibrada y robusta que soporte el peso de los frutos y permita una distribución uniforme de la luz y el aire en todo el árbol. Al enfocar el crecimiento en las ramas más productivas, se maximiza la producción de frutos de alta calidad. Esta poda se recomienda realizar cada 6 meses.

Asaí (*Euterpe oleracea*) y Plátano (*Musa paradisiaca*).

Deshoje: consiste en realizar la eliminación de hojas secas o enfermas de la planta con el fin

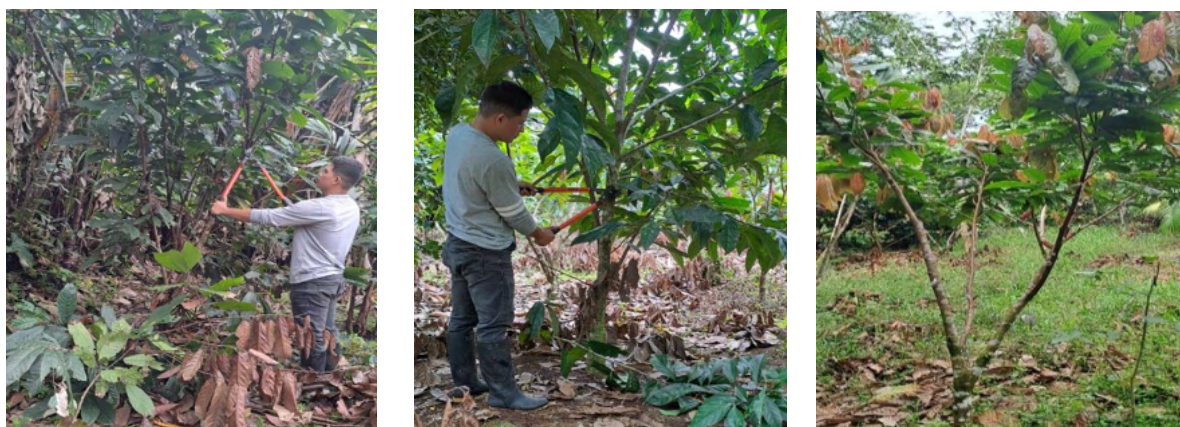


Figura 2. Poda de sostenimiento en Inchi de árbol y cacao.

Fuente: Elaboración propia.

de evitar residuos que se convierten en hospederos y focos de plagas y enfermedades y por ende la propagación de estas.

Deshije: esta práctica se realiza con el fin de evitar sobrepoblación por sitio, se hace a medida que se observe el desarrollo de hijuelos que implique competencia por nutrición y desarrollo



Figura 3. Deshoje y deshije en Asaí y plátano.

Fuente: Elaboración propia.

de plantas y frutos, los hijuelos que se eliminan son aquellos que se encuentran por encima de la base de la planta.

15.4 Fertilización.

Se realiza para asegurar el suministro adecuado de nutrientes esenciales que las plantas necesitan para crecer, desarrollarse y producir frutos de buena calidad.

La dosis de fertilización deberá calcularse teniendo en cuenta la disponibilidad de nutrientes en el suelo y los requerimientos nutricionales de las especies de acuerdo con los resultados del análisis de suelo.

La frecuencia de aplicación de esta actividad es de 4 meses, las aplicación se realizan en corona o media corona, dependiendo de las condiciones topográficas del terreno. Una vez aplicado el fertilizante se recomienda taparlo para evitar pérdida por escorrentía o evaporación.

15.5 Cosecha y Pos-cosecha.

❖ Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*).

La recolección del Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*) se realiza manualmente, los frutos se recogen del suelo una vez que caen de manera natural. Es importante recogerlos rápidamente para evitar que las semillas sean dañadas por animales o por la humedad del suelo. Una vez recolectados los frutos, se procede a abrir las cápsulas para extraer las semillas; este proceso puede hacerse de manera manual o con la ayuda de herramientas básicas.

Las semillas de Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*) deben ser secadas adecuadamente para evitar la formación de moho y asegurar su conservación. Se requiere de marquesinas para su secado, que en tiempo puede variar entre 3 y 5 días dependiendo de las condiciones climáticas, el porcentaje de humedad que deben tener las nueces debe ser de 6 a 8 por ciento.

El almacenamiento de las nueces secas debe realizarse bajo condiciones de higiene en un lugar fresco y seco. También se puede usar contenedores herméticos.

❖ Cacao (*Theobroma cacao*)

Las mazorcas de Cacao (*Theobroma cacao*) deben cosecharse cuando alcanzan la madurez adecuada, lo cual se identifica por un cambio en el color de la cáscara. Este color varía según la variedad, pero generalmente pasa de verde a un tono amarillo, rojo o naranja.

La recolección se realiza a mano, utilizando tijeras, cuidando de no dañar los cojines florales. Las mazorcas se deben recolectar en carretillas y se deben llevar a un sitio de acopio, donde se procede a extraer las semillas cortando las mazorcas con machete o quebrándolas con un mazo de madera. Se debe evitar causar daños físicos a las almendras durante el proceso de extracción.

Las almendras posteriormente se deben colocar en cajones de madera para realizar el proceso de fermentación, el cual dura generalmente entre 5 y 7 días, aunque este proceso depende del clon que se establezca. Durante el proceso de fermentación se debe realizar volteos para asegurar una fermentación uniforme, inicialmente se parte con un volteo a las 48 horas y luego volteos cada 24 horas hasta que termina el proceso de fermentación.

Después de la fermentación, las almendras (grano de cacao) se secan en marquesinas durante 5 a 7 días hasta que adquiera una humedad del 7%. Las almendras deben colocarse en capas

de máximo 5 cm y removerse cada 2 horas para asegurar un secado uniforme y prevenir el crecimiento de moho.

El almacenamiento de las almendras de Cacao (*Theobroma cacao*) debe hacerse en un lugar fresco, seco y libre de cualquier olor contaminante ya que estos absorben los olores del ambiente.

❖ Asaí.

Los frutos de Asaí (*Euterpe oleracea*) están listos para cosechar cuando cambian de color verde a púrpura oscuro, este cambio de color indica que los frutos han alcanzado la madurez fisiológica y tienen el máximo contenido de antioxidantes y otros nutrientes.

La cosecha se realiza de forma manual, para el desarrollo de esta labor se debe contar con una herramienta llamada media luna la cual se usa para desprender los racimos del tallo de la planta, efectuando cortes al lado y lado del raquis.

Sobre el piso se debe extender un tendido o un plástico limpio para evitar que se pierda el producto por el desgrane de los frutos al caer el suelo.

Los frutos se deben recolectar en canastillas y deben ser transportados hacia las plantas de proceso en un tiempo no superior a las 24 horas debido a que es un producto que comienza su proceso de fermentación de una forma acelerada.

❖ Plátano (*Musa paradisiaca*).

El plátano (*Musa paradisiaca*) generalmente está listo para ser cosechado entre 75 y 150 días después de la floración, dependiendo de la variedad y las condiciones climáticas.

El plátano (*Musa paradisiaca*) debe cosecharse cuando está completamente desarrollados, pero aún verdes. Los indicadores visuales incluyen el llenado de los frutos y el cambio en el color de las hojas de la planta madre.

La recolección se realiza de forma manual, el corte del racimo de plátanos de la planta se realiza utilizando un machete bien afilado.

Se debe utilizar una técnica cuidadosa para evitar dañar los frutos y las plantas hijas. Normalmente se realiza un corte en tercio superior delseudotallo de la planta para evitar que el racimo toque el suelo y se dañe.

Para transportar se debe utilizar canastillas plásticas evitando magulladuras que afecten la calidad del producto.

16. Conclusiones.

- ❖ El sistema agroforestal propuesto como una unidad de producción rentable para una familia, se da a partir del establecimiento de una hectárea, teniendo en cuenta ingresos de 1 salario mínimo legal vigente.
- ❖ Los ingredientes intermedios Inchi de árbol (*Caryodendron orinocense*) y Asaí (*Euterpe oleracea*) como componentes arbóreos no maderables asociados al cacao y el plátano como cultivos agrícolas se complementan y encuentran su punto de equilibrio en el año 5, generando ingresos sostenidos hasta el año 12; sin embargo, la vida económica del arreglo puede alcanzar los 25 años.

- ❖ Los productores campesinos en Putumayo reconocen los atributos de los ingredientes naturales intermedios, su funcionalidad, los servicios ecosistémicos que representan y la forma de aprovecharlos en su medio natural.
- ❖ Las musáceas, (chiro y plátano) hacen parte de la dieta de los campesinos putumayenses, la inclusión de este tipo de especies en los arreglos agroforestales no solo genera ingresos económicos, sino que también favorecen la seguridad y soberanía alimentaria de la población rural; además que generan cobertura mejorando las condiciones del suelo y favoreciendo el crecimiento de las especies arbóreas.
- ❖ Los sistemas agroforestales como visión de paisaje mejoran la conectividad en los ecosistemas amazónicos y favorece la rehabilitación de las funciones ecosistémicas, propendiendo la recuperación del capital natural.

17. Bibliografía.

- Atuesta Dimian N (2023): Mamíferos medianos y grandes en la transición Andino-Amazónica del departamento del Caquetá - Proyecto Colombia BIO. v1.3. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI. Dataset/Occurrence. <https://doi.org/10.15472/uomrcg>.
- Biología floral do acaizeiro (*Euterpe oleracea martius*) (s.f).
- IDEAM. (2020). *Clima y Meteorología de Puerto Caicedo, Putumayo*. Recuperado de <https://www.ideam.gov.co>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). *Uso Actual y Potencial del Suelo en el Departamento de Putumayo*. 2015.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). "Atlas Climatológico de Colombia." 2015.
- Lagneaux (2021). *Frutales amazónicos con alto potencial ecológico y socioeconómico como herramientas para sistemas agroforestales diversos y rentables en Madre de Dios, Perú*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2021). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)*. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Poli%CC%81tica-Nacional-de-Gestio%CC%81n-Integral-de-la-Biodiver.pdf>.
- Min. agricultura. (2021). *Cadena de cacao*. Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales. Recuperado de: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Cacao/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>.
- Mittermeier R., Goettsch C., Pilgrim J., Fonseca G., Konstant W. Y Brooks T. 2002. *Áreas silvestres - Las últimas regiones vírgenes del mundo-*. CEMEX, México DF.

- Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP). (2024). *Áreas protegidas en el departamento de Caquetá*. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Recuperado de runap.parquesnacionales.gov.co/departamento/939.
- Rojas. (2019) Herramientas de manejo para la configuración de paisajes productivos sostenibles y resilientes al clima en Amazonia. Recuperado de <https://ierna.sinchi.org.co/informe/13-herramientas-de-manejo-para-la-configuracion-de-paisajes-productivos-sostenibles-y-resilientes-al-clima-en-amazonia/>
- Romero M., Cabrera E. Ortiz N. 2008. Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007. Instituto de Investigación Alexander Von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. 186 p.
- WWF Colombia. (2022). *Estos son los conflictos ambientales en las áreas protegidas de la Amazonia*. Recuperado de <https://www.wwf.org.co/?382152/Estos-son-los-conflictos-ambientales-en-las-areas-protegidas-de-la-Amazonia>.

Información de contacto:

Swisscontact Colombia

web: [swisscontact.org/es/paises/colombia](https://www.swisscontact.org/es/paises/colombia) X: @Swisscontact
linkedin: @Swisscontact

Facebook: @swisscontactlatam

minkadev

web: <https://www.minka-dev.com/> LinkedIn: @minkadev
X: @minkadev Instagram: @minkadev Facebook:@minkadev

