

MINISTERIO DE AGRICULTURA



Instituto Nacional de Investigación Agraria
Estación Experimental Agraria Pucallpa

Sistemas Agroforestales en la Región Ucayali

Pucallpa - Perú

2003

Manual N°02



MINISTERIO DE AGRICULTURA



Instituto Nacional de Investigación Agraria
Estación Experimental Agraria Pucallpa

Programa Nacional de Investigación Forestal

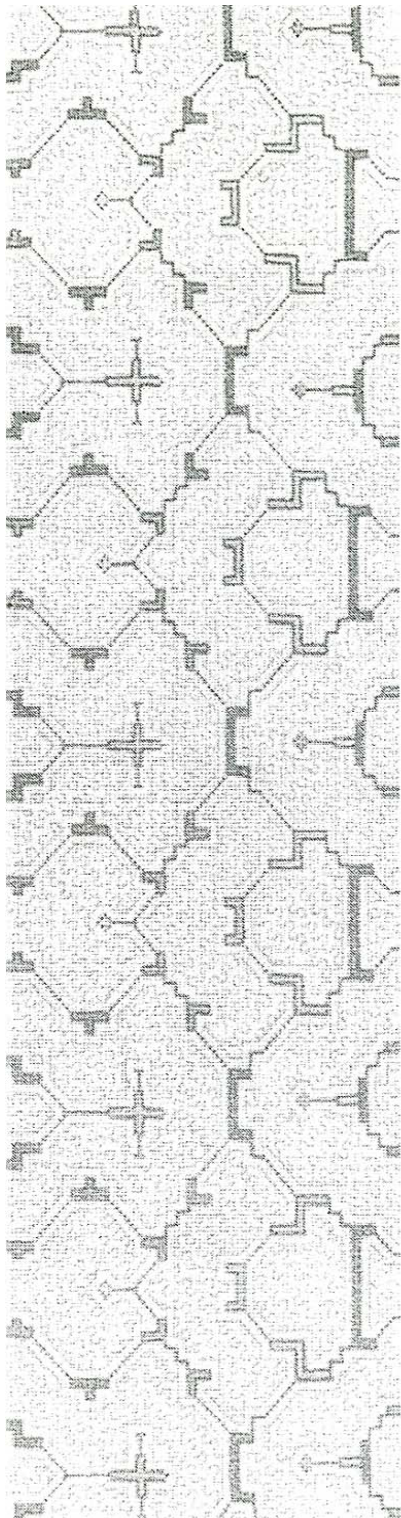
Sistemas Agroforestales en la Región Ucayali

Autor: Auberto Ricse

Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA
Estación Experimental Agraria Pucallpa

Primera edición
Julio 2003
Tiraje 500 ejemplares

Prohibido la reproducción total o parcial sin autorización del autor o INIA



AGRADECIMIENTO

El autor agradece muy especialmente a la Ing. Patricia Seijas por su permanente participación en la elaboración del presente manual y por su dedicación en la diagramación, dibujo y texto.

Asimismo, agradece a los profesionales de la Estación Experimental Agraria Pucallpa: Walter Nalvarte, Pedro Reyes, Ever Caruzo, Miguel Vásquez, Alina Camacho, Víctor Vargas y Jorge Mesinas, por sus aportes en la elaboración, revisión, diagramación y corrección del presente manual.

De igual manera se agradece las valiosas enseñanzas del PhD. Julio Alegre, consultor ICRAF.

CONTENIDO		Pág.
I.	Introducción	07
	1.1 Problemática	08
	1.2 Definiciones	09
	1.3 Importancia de la Agroforestería	10
	1.4 Interacciones suelo-planta-agua dentro de los sistemas agroforestales	11
II.	Clasificación de los Sistemas Agroforestales	13
	2.1 Criterios de clasificación	13
	2.2 Clasificación	15
III.	Diagnóstico y Diseño	17
	3.1 Diagnóstico	17
	3.2 Diseño	18
	3.3 Silvicultura	18
	3.4 Plantaciones agroforestales	20
IV.	Experiencias en Sistemas Agroforestales	25
	4.1 Sistema multiestrato	25
	4.2 Sistema agro-silvo-pastoril	29
	4.3 Sistema de producción continua en Agrobosque	32
	4.4 Cultivo en callejones para control de erosión	35
V.	Revisión Bibliográfica	38
	Anexos	39

PRESENTACION

La Estación Experimental Agraria Pucallpa del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), tiene por objetivo promover la difusión de las tecnologías logradas para transferirlas a los agentes de extensión, para que, a través de ellos, se capacite a los productores agrarios con el fundamento de que éstas sean opciones para incrementar la producción y productividad de los sistemas agroforestales, lo que permitiría, a su vez, conservar el medio ambiente, mediante el establecimiento de una diversidad de cultivos temporales y perennes, con el que se pretende contribuir a mejorar la calidad de vida del poblador rural.

El manual presenta la importancia, clasificación, definiciones, sistemas promisorios, manejo y valoración económica, entre otros aspectos de los sistemas agroforestales.

1. INTRODUCCION

Los bosques y suelos de la región Ucayali han sido fuertemente intervenidos a través de la colonización espontánea y desorganizada, los extractores e industriales madereros iniciaron el proceso de deforestación con la apertura de viales de extracción de madera, sumándose la intervención de los campesinos inmigrantes para transformarlos en áreas agropecuarias con pastos naturales y tierras improductivas con escasa capacidad de regenerarse en forma natural.

La estabilidad social de muchos grupos nativos fue afectada y los nuevos pobladores o colonos, asentados en las tierras de ampliación de la frontera agrícola, no han mejorado sustancialmente sus condiciones de vida en lo económico, en lo social y en lo ambiental. La baja rentabilidad de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, ha orientado a que una parte de las tierras haya sido destinada a cultivos ilícitos, como en terrenos de altura, caracterizados por ser suelos pobres y frágiles. Por lo general, la práctica de la agricultura en los pisos ecológicos "altos", (terrazas y colinas con pendientes desde 8% hasta 30%) genera efectos destructivos, especialmente por la "agricultura migratoria", el monocultivo y la disposición inadecuada de los cultivos, como arroz, maíz amarillo duro, plátano, yuca, frijón, palma aceitera, chichayo, maní, limón, piña, caña de azúcar y otros que se caracterizan por sus bajos rendimientos. Las prácticas agroforestales permiten contribuir a solucionar parte de la problemática, motivo por el que se ha publicado el presente manual que tiene por objetivo difundir tecnologías de los sistemas agroforestales promisorios a los extensionistas y productores líderes, a fin de facilitarles los trabajos de asistencia técnica.

1.1 PROBLEMATICA

En el ámbito de la región Ucayali, las actividades agropecuarias se desarrollan en tierras agrícolas ubicadas en zonas de terrazas bajas a medias y zonas de altura, que se caracterizan por presentar suelos pobres y frágiles.

Estos suelos son usados preferentemente para el establecimiento de cultivos, como arroz, plátano, yuca, caña de azúcar, palma aceitera, maíz amarillo duro y cítricos. Cada año la frontera agrícola se amplía en terrenos de aptitud forestal, con los sistemas tradicionales de rozo, tumba y quema, con implicancias de deforestación y destrucción del suelo.



Área deforestada por efecto de corte y quema en terreno de fuerte pendiente (Carretera F. Basadre km 111).



Área deforestada por efecto de corte y quema, para el establecimiento de arroz (Carretera F. Basadre km 86).

1.2 DEFINICIONES

Agroforestería, se define como sistema sostenido de manejo de la tierra que aumenta su rendimiento total, combina la producción de cultivos (incluyendo cultivos arbóreos) con especies forestales y/o animales, en forma simultánea o secuencial sobre la misma superficie de terreno y aplica prácticas de manejo compatibles con las prácticas culturales de la población local (ICRAF, 1985).

Se entiende por *Agroforestería*, al conjunto de técnicas de uso de la tierra que implica la combinación de árboles forestales con cultivos, con ganadería o con ambos. La combinación puede ser simultánea o secuencial, en términos de tiempo y espacio. Tiene por objetivo optimizar la producción total por unidad de superficie, respetando el principio de rendimiento sostenido (Budowski, 1980).

Se describe *agroforestería*, como técnica de manejo de suelos para la formación de bosques estratificados, simultáneamente con una diversidad de cultivos temporales de subsistencia y frutales perennes, en donde el mayor beneficio económico está asegurado por la cosecha de la madera comercial en el largo plazo (Ricse, 2003).

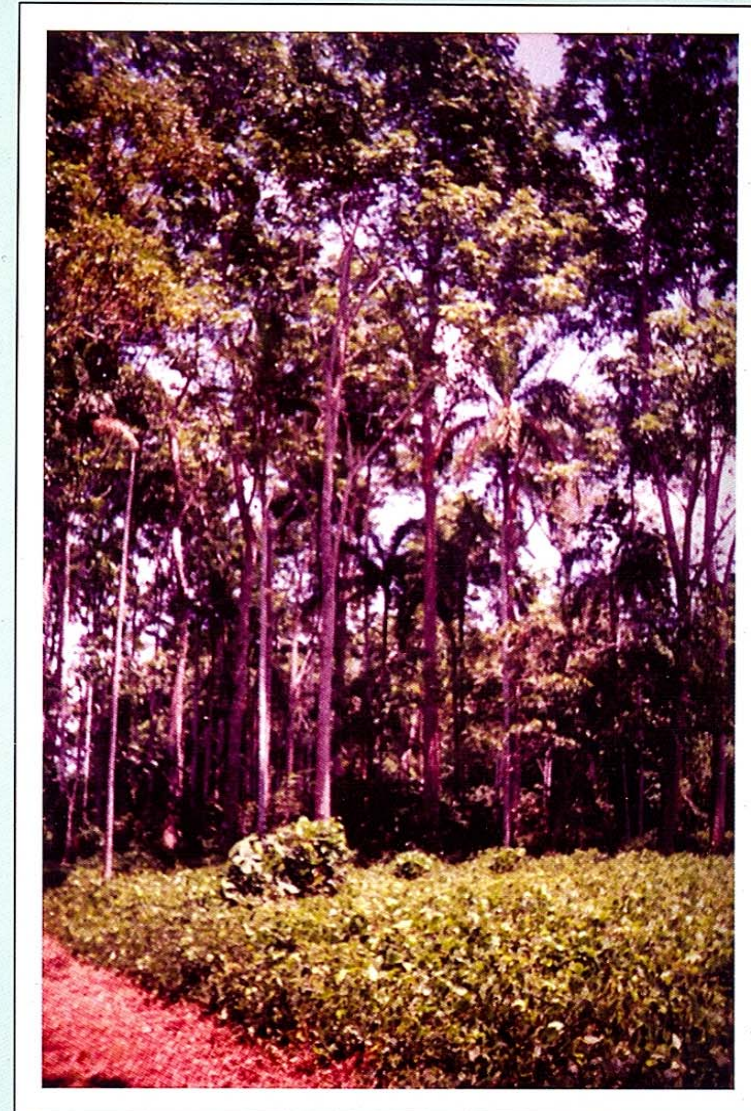
1.3 IMPORTANCIA DE LA AGROFORESTERIA

La Agroforestería, como método de manejo de suelos y repoblación forestal, es importante por que contribuye con el mejoramiento de los suelos degradados, la formación de bosques y la utilización de una diversidad de cultivos y productos maderables y no maderables.

Induce al campesino a asentarse en un sitio, por la estabilidad de los cultivos perennes, reduciéndose la agricultura migratoria y contribuyendo al mejoramiento de su calidad de vida.

Los árboles en el sistema agroforestal reinician el reciclaje de nutrientes, perdido por la práctica de tumba y quema, contribuyendo con la conservación y protección del suelo.

El mayor aporte económico del sistema agroforestal sucede cuando se venden los productos maderables y no maderables como madera aserrada, postes, leña, carbón, frutas, nueces, aceites, resinas, extractos para medicinas y apicultura.

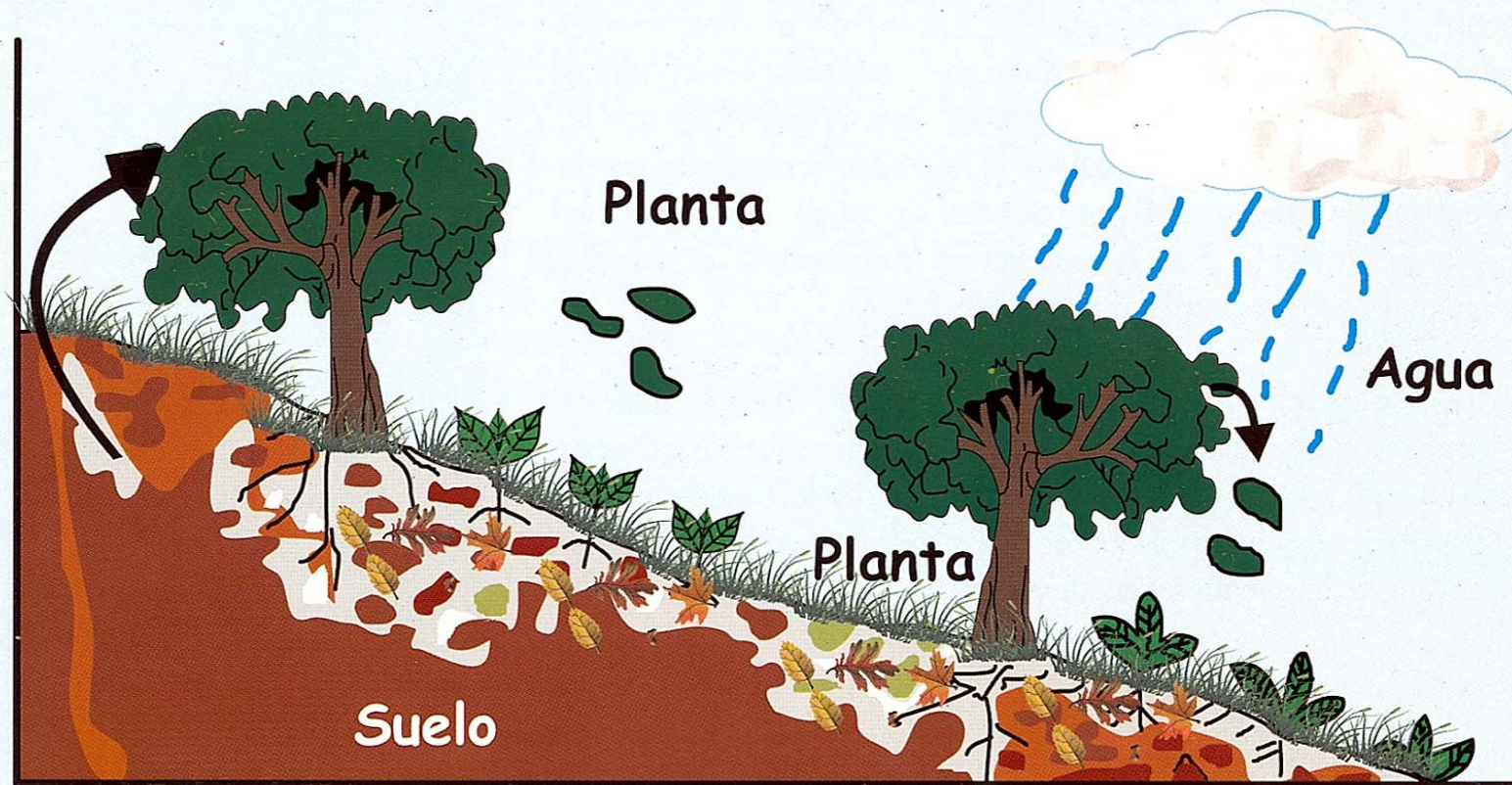


Sistema agroforestal en multiestratos, tornillo-shaina-pijuayo-guaba-café de 18 años en Yurimaguas- Loreto.

1.4. INTERACCIONES SUELO-PLANTA-AGUA DENTRO DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

La cantidad de agua disponible en el suelo está relacionada directamente con la precipitación y la cantidad de agua perdida a través de la evaporación y la transpiración; asimismo, la fotosíntesis se realiza cuando los estomas están abiertos para permitir el pase de CO^2 al interior de las hojas. Las células guardianas controlan la apertura y cierre de los estomas y deben ser capaces de desarrollar una presión total de turgencia para que los estomas permanezcan abiertos. Si la humedad del suelo es limitante, los estomas de las hojas no se abrirán completamente o permanecerán cerrados, reduciendo así la capacidad de intercambio de CO^2 .

En los sistemas agroforestales, la competencia por agua y nutrientes en el suelo es frecuente y severa. El agua y los nutrientes son más limitantes que la radiación solar, por ejemplo una planta muy sombreada desarrolla un sistema radicular débil, porque absorbe menos agua y nutrientes que una planta saturada de luz. Además, las raíces se desarrollan libremente cerca una de otras, en suelos bien aireados y suficientemente provistos de agua y nutrientes, pero cuando el suelo está compactado, el sistema radicular se torna restringido. La mayoría de los sistemas radiculares detienen su desarrollo después de la floración y la absorción de agua y nutrientes disminuye, desde ese momento hasta la cosecha. De otro lado un sistema radicular desarrollado deficientemente por la presencia de toxicidad de aluminio y otros factores limitantes produce un follaje débil. Las diferencias en el tamaño de las plantas y la duración del crecimiento disminuyen la competencia por radiación solar, por ejemplo, el follaje del arroz se desarrolla con poca interferencia de la yuca y los plátanos que crecen lentamente. En esencia este sistema imita las sucesiones naturales del crecimiento del bosque.



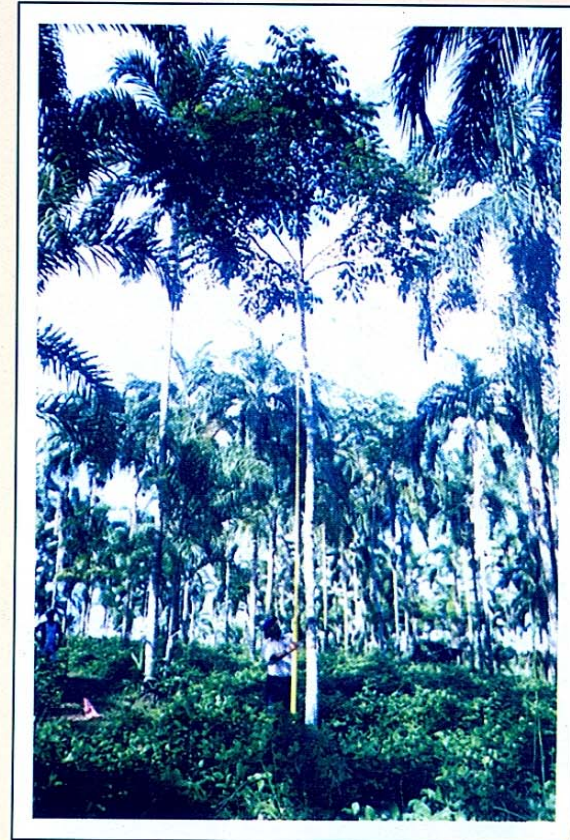
Interacciones suelo - planta - agua dentro de los sistemas agroforestales

11. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

2.1 CRITERIOS DE CLASIFICACION

Los sistemas agroforestales son muy variables, flexibles y dinámicos. Existen numerosas prácticas, con utilización de distintas especies que se pueden encontrar en condiciones ambientales diferentes de la Amazonia. Además, los sistemas agroforestales pueden aprovecharse en diferentes escalas, según el tamaño de las parcelas y el nivel socioeconómico de su propietario. Son efectivas desde el nivel del pequeño propietario, hasta las plantaciones forestales o fundos ganaderos pertenecientes a empresas.

Los sistemas agroforestales han sido clasificados de diferentes maneras: según su estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa y la función de los diferentes componentes, los objetivos de la producción y las características sociales y económicas.



Sistema agroforestal estratificado de 58 meses. Alexander von Humboldt - Ucayali.

Nair (1985), plantea los principales criterios de clasificación de los sistemas agroforestales que pueden ser: estructurales, funcionales, socioeconómicos y agroecológicos. Recomienda una clasificación en la que se tomen en cuenta los aspectos estructurales y funcionales como base para agruparlos en las siguientes categorías:

- Sistemas agrosilviculturales.** combinaciones de árboles con cultivos.
- Sistemas silvopastoriles.** árboles con pasto y ganadería.
- Sistemas agrosilvopastoriles.** árboles con cultivos, pasto y ganadería.

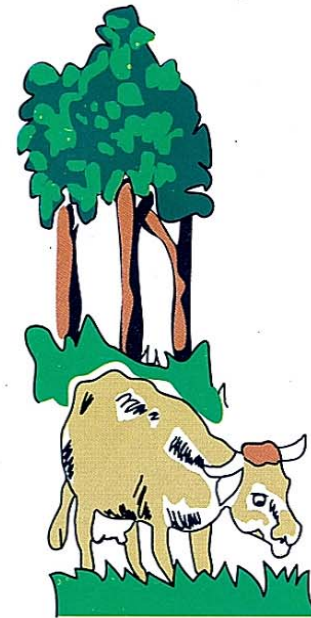
A su vez estas categorías se subdividen en:

Por el arreglo:

- Arreglo espacial: sistemas mixtos densos, sistemas en franjas.
- Arreglo temporal: sistemas secuenciales, coincidentes, interpolados.

Por sus funciones:

- Leña, forraje, cercos vivos, conservación de suelos.
- Sistemas agroforestales relacionados a aspectos socio económicos.
- Sistemas para altos y bajos insumos.



Sistema silvopastoril

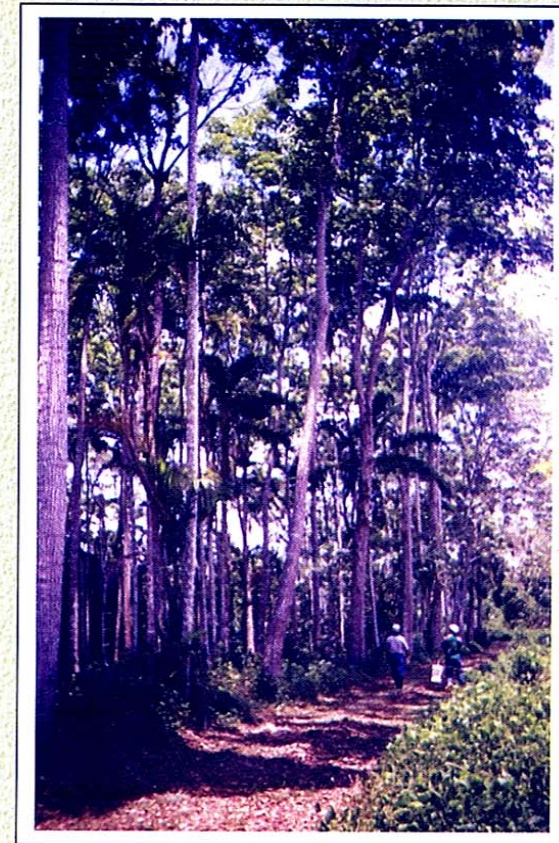
2.2 CLASIFICACION

a. Sistemas agroforestales en multiestratos

Consiste en la integración simultánea y continua de cultivos anuales o perennes (frutales) con especies forestales de diferentes tasas de crecimiento para formar estratos múltiples semejante al bosque natural. En la práctica se denomina Sistema de Producción en Multiestratos, principalmente para la formación de bosques con árboles de madera valiosa.

b. Sistemas agroforestales diversificados

Sistemas de producción continua y diversificada de cultivos temporales, perennes, árboles y animales, de tal manera que entre los componentes exista armonía, mitigando la competencia por agua, nutrientes y luz; es decir, que los cultivos anuales, perennes y las plantaciones forestales se sucedan cronológicamente en el tiempo. Los cultivos se llevan a cabo en forma secuencial con las plantaciones de árboles, pero temporalmente hasta que la sombra del follaje de los árboles limite el desarrollo de los cultivos.



Sistema agroforestal simultáneo (18 años)
tornillo - shaina - pijuayo - guaba - arazá -
café, cobertura con centrosema.
Yurimaguas - Loreto.

En esta clasificación se presentan las siguientes opciones:

- Sistema de Producción Continua y Diversificada "Agrobosque", es una innovación del sistema multiestratos, con plantaciones de especies productoras de látex, resina, aceites, frutales, madera para aserrío, leña, carbón y especies medicinales; en forma secuencial con una diversidad de cultivos temporales como leguminosas y gramíneas, para cosecha en el corto plazo (Ricse, 2002).
- Sistemas Agro - Silvo - Pastoriles, el primer año el componente forestal (árbol o arbusto) se establecen asociado con cultivos agrícolas. En el segundo año se establecen pastos mejorados (*Brachiaria sp*, *Stylosanthes guianensis*, *Centrosema macrocarpum*), de tal manera que al tercer año se introduce ganado vacuno de doble propósito, para carne y leche.
- Sistema Silvo-Pastoril, para terrenos con pastos naturales, asociando especies forestales con pastos mejorados durante 2 años, para producción de semillas o como banco de proteínas, introduciéndose al tercer año ganado vacuno de doble propósito, para carne y leche.



Sistema silvopastoril secuencial (45 meses) castaña - pumaquiro - caoba - pijuayo - pasto kudzú y centrosema. Alexander von Humboldt - Ucayali.

III. DIAGNOSTICO Y DISEÑO

3.1 DIAGNOSTICO

Antes de establecer un sistema agroforestal debe realizarse un diagnóstico para conocer lo siguiente:

- Las características climáticas.
- La calidad del suelo.
- Las características de terreno, relieve y topografía.
- El aspecto socio - económico.
- El mercado para los productos.
- Prever gastos para la instalación del sistema (herramientas, semillas, plántones).
- Prever disponibilidad de mano de obra.
- Determinar la cosecha de los productos para consumo y/o venta.
- Estimar el turno de aprovechamiento de la madera.
- Definir las especies arbóreas o arbustivas que se utilizarán.

3.2 DISEÑO

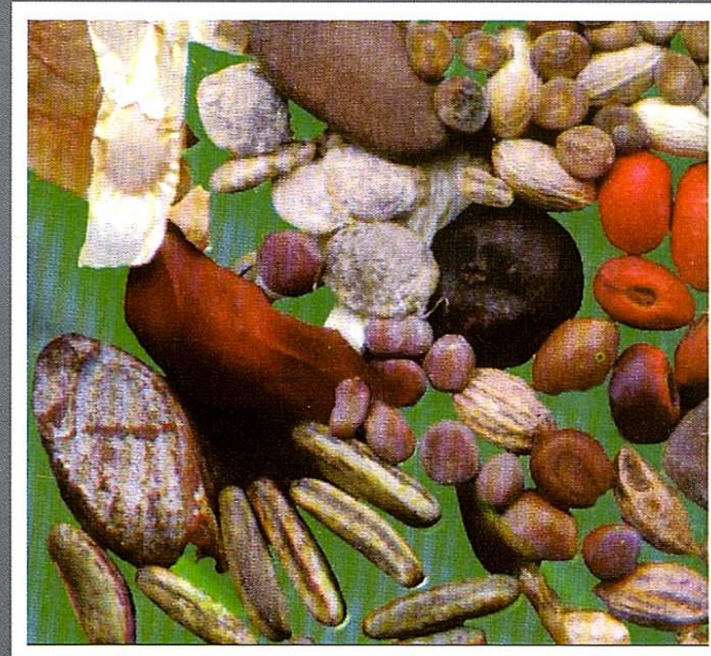
Para diseñar un sistema agroforestal debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Conocer los cultivos temporales, frutales anuales y perennes, las especies forestales, variedad de pastos y animales a implementar.
- Definir la densidad de la plantación y distanciamiento entre árboles.
- Definir el método de plantación de especies forestales (con pan de tierra, a raíz desnuda, siembra directa) y el tipo de fertilización.

3.3 SILVICULTURA

a. Semillas

Para obtener semillas de especies forestales es necesario que sean colectadas de árboles padres con características fenotípicas deseables como: buen porte, arquitectura y vigor. Es recomendable escalar los árboles para colectar semillas por madurar o maduras, en buen estado. Las semillas de algunas especies como caoba, cedro, tornillo y pumaquiroy deben ser oreadas antes de la siembra, otras como shihuahuaco o pashaco deben ser escarificadas.

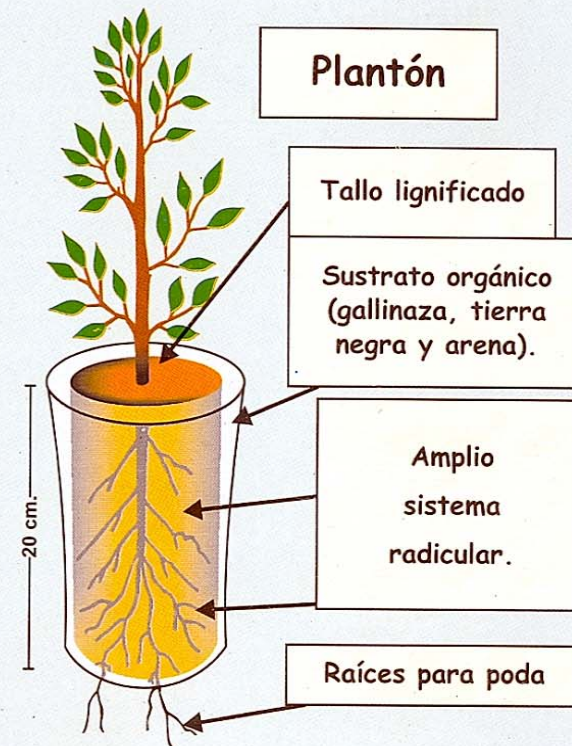


b. Almácigo

Las semillas se siembran en camas altas (de madera), con sustrato de arena gruesa (50%) y tierra negra (50%). El riego es periódico y según la necesidad; sombra relativa con mantas de malla de fibra u hojas de palmera, manteniendo las camas siempre limpias y libre de malezas.

c. Repique

Una vez que las plántulas hayan alcanzado entre 5 a 6 cm de altura y tengan 4 a 5 hojas (verdaderas) se repican en bolsas con sustrato compuesto por abono orgánico (50%), tierra negra (30%) y arena (20%). Las bolsas de polietileno deben medir 20 cm de altura x 7 cm de diámetro x 0.2 cm de espesor, conteniendo aproximadamente 1 kg de sustrato. En este estado debe permanecer entre 3 a 4 meses en el vivero.



d. Plantones

Los plantones forestales producidos en bolsa de polietileno deben tener tamaño mínimo de 30 cm y máximo de 40 cm (los frutales injertados 50 cm), tallo lignificado con 6 mm de diámetro como mínimo medido a la altura del cuello de la planta; además, la planta debe mostrar vigor, hojas de color verde característico y principalmente presentar abundante sistema radicular.

e. Preparación de plántones

Para el trasplante de plántones con maceta de tierra es necesario prepararlo con anticipación. Se suprime sistemáticamente el riego con el fin de endurecer sus tejidos, asimismo un día antes del trasplante, es necesario dar riegos ligeros para ablandar la tierra y no dañar su sistema radicular, evitando que la maceta de tierra se rompa. Los plántones se podan por lo menos en las tres cuartas partes, dejando de 4 a 6 hojas verdaderas en la parte superior. Si las raíces sobresalen de las bolsas también serán podadas.

3.4 PLANTACIONES AGROFORESTALES

Antes de establecer los árboles en un sistema agroforestal, debe elegirse áreas con vegetación típica de "purma" baja de 5 a 10 m de altura (de 5 a 6 años), suelos bien drenados con pH 4,5 promedio, teniendo en cuenta el acceso y la topografía del terreno, para el establecimiento de asociaciones simultáneas de especies forestales, cultivos perennes, cultivos anuales, cultivos temporales o pastos. Estas asociaciones deben establecerse de tal manera que entre ellas exista un equilibrio armónico.

En plantaciones agroforestales en campo abierto, las especies de rápido crecimiento (8 a 10 años) como bolaina blanca, pashaco blanco, marupa o sangre de grado, deben mantener una distancia mínima de 5 x 5 m. En especies de mediano período de crecimiento (20 años) como tahuarí y pumaquiro y las especies de largo período (30 a 40 años) como tornillo, ishpingo o caoba se plantan a una distancia de 10 x 10 m, para permitir el acceso de la luz solar a los cultivos temporales, evitando competencia con los frutales, permitiendo el normal desarrollo del sistema radicular y el follaje de los árboles.

Los frutales están distribuidos 5 x 5 m o 5 x 2,5 m, de acuerdo al tamaño de la copa y el sistema radicular de cada frutal, por ejemplo cacao requieren mayor amplitud (5 x 5 m) para desarrollarse y producir buenos frutos.

a. Preparación del terreno

Escoger un terreno usado anteriormente para cultivo o que está en descanso; por ejemplo, una "purma" de 5 a 10 m de altura (5 a 6 años). Rozar la vegetación, cortar lianas, sogas y arbustos, los árboles de mayor tamaño se cortan con hacha, agrupar los troncos "shunteo" y quemar en forma controlada para facilitar las labores de cultivo y aprovechar la ceniza como abono, el resto del rastrojo, distribuir uniformemente en el suelo. Demarcar el perímetro de la parcela con jalones de 1 m, colocar estacas de 20 cm en los puntos en donde se prepararán los hoyos según el distanciamiento para mantener equidistantes los plantones.

b. Hoyos

Cerca a los puntos marcados por las estacas, se abren hoyos de 20 x 20 cm y 40 cm de profundidad. Al abrir el hoyo se acumula la tierra, la que se mezclará con el abono (puede ser 1 kg de gallinaza, humus de lombriz o compost vegetal), agregando 200 g de roca fosfórica. Si el terreno se encuentra compactado, preparar hoyos de 40 cm de diámetro por 40 cm de profundidad.

c. Transplante en macetas con tierra embolsada



Transplante de un plantón con tierra embolsada

Durante la plantación retirar suavemente la bolsa de la maceta de tierra, rompiendo el plástico por la línea de unión y evitando que se desintegre, luego la maceta se coloca al fondo del hoyo húmedo. Posteriormente el hoyo es rellenado con la mezcla del sustrato, apisonándose suavemente con la planta del pie, de tal manera que el cuello del arbolito queda al nivel del suelo y en forma vertical. Es preferible transplantar en un día nublado o con lluvia leve.

d. Sombreamiento

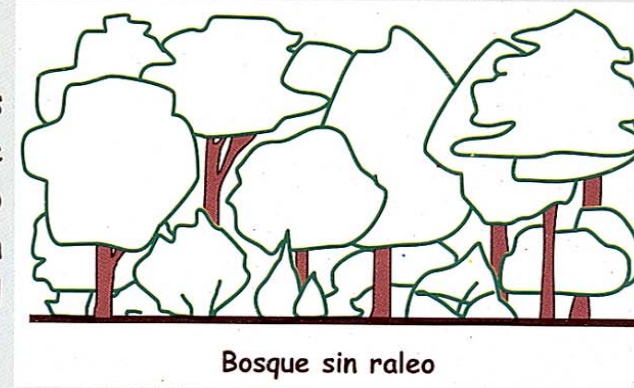
Algunas especies forestales y frutales son muy susceptibles al exceso de la radiación solar que ocasionalmente se presenta en pleno periodo lluvioso. Es necesario colocar sombra temporal con hojas de palmera, colocándola en forma de V invertida sobre la planta, sin afectar la yema apical; retirándolas después de 2 semanas.

e. Mantenimiento

Cada vez que se realicen los deshierbos a los cultivos, aprovechar para hacer el mantenimiento de la plantación de los árboles y los frutales. El mantenimiento se realiza en forma total o en forma de plateo con un radio de 50 cm alrededor del arbolito, puede ser en forma de callejones siguiendo la dirección de la plantación (este-oeste). Se elimina toda vegetación arbustiva, enredaderas, arbustos y árboles no deseados, que ocasionen sombra a la plantación. El rastrojo se acumula al pie del arbolito, sirve como abono verde, para mantener la humedad y controlar las malezas.

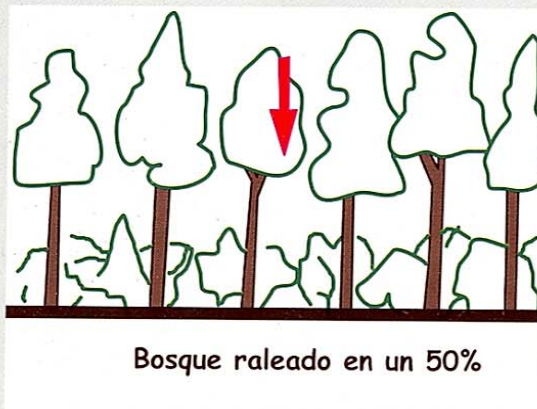
f. Raleo y poda

Después del primer año del transplante es necesario efectuar raleos o entresaca de los árboles de mala formación, los que no han alcanzado el tamaño deseado, o los que por su ubicación de alguna forma están interfiriendo con los cultivos, eliminando el tocón hasta el nivel del suelo.

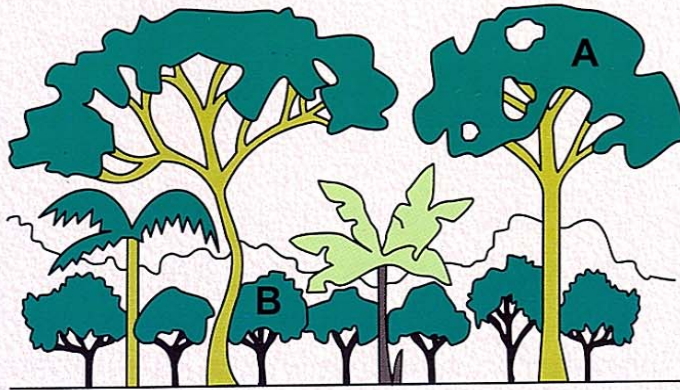


En el bosque formado (alto) será necesario el raleo sistemático o selectivo para eliminar aquéllos, que por su forma o arquitectura, no son deseables.

En este período también se efectúa la poda de formación de ramas de los frutales para conservar el equilibrio entre las distintas partes del ramaje. Se podan los ápices de las ramas laterales. Después de la cosecha se eliminan las ramas secas, enfermas, mal formadas o aquéllas que fueron dañadas al momento de la cosecha. Paralelamente se cortan las puntas de las ramas para inducir las a formar un mayor número de ramas productoras.



En las especies forestales maderables se podan las ramas laterales, con la finalidad de inducir el crecimiento vertical del árbol y favorecer el desarrollo de la yema apical. Cuando la plantación está asociada con cultivos de panllevar, la poda de las ramas y hojas anchas se realizan hasta las tres cuartas partes del fuste del árbol, con la finalidad de facilitar el acceso de la luz solar para los cultivos, especialmente de los árboles de hojas anchas y copas muy densas como la guaba. Este material (de la poda) se desbroza con el machete y se coloca al pie de los árboles como abono verde y para conservar la humedad del suelo.



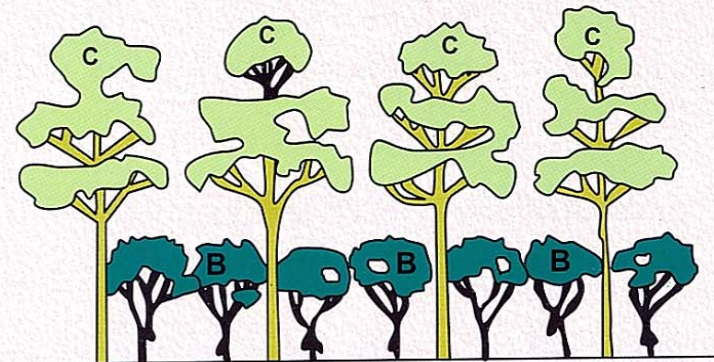
Raleo (eliminación) de plátano y palmeras para facilitar el ingreso de luz al cultivo de cacao (B), queda sombra relativa de guaba (A)



Introducción de especies forestales maderables (C) bajo sombra relativa de cacao. Raleo por anillamiento de guaba (A)



Crecimiento de árboles introducidos (C), que después servirá como sombra de cacao (B)



Cultivo perenne, cacao (B) bajo sombra de un bosque manejado (C) con raleo y poda, formando un sistema agroforestal de producción permanente

PODA Y RALEO

IV. EXPERIENCIAS EN SISTEMAS AGROFORESTALES

4.1 SISTEMA MULTIESTRATO

El sistema multiestrato es la práctica de producción continua de cultivos temporales asociados con frutales y especies maderables. Este sistema se aplica en terreno de topografía plana o con pendientes de 20 a 30% y suelo con vegetación de "purma" de 5 a 8 años. El primer año se cultivan productos de rotación como maíz, arroz o caupí, simultáneamente con las especies forestales. Tomando como modelo una parcela de 1 hectárea, se distribuye 400 árboles, de los cuales 300 son de madera blanda como bolaina blanca, pashaco blanco, marupa o sangre de grado, para el primer turno de aprovechamiento de 8 a 10 años, con distanciamiento de 5 x 5 m. Simultáneamente se plantan 50 árboles de madera dura como shihuahuaco, tahuarí o pumaquiro para un segundo período de aprovechamiento de 15 a 20 años y 50 árboles de madera semi dura o valiosa como caoba, tornillo o ishpingo, para el tercer período de aprovechamiento de 30 a 40 años, ambos con distanciamiento de 10 x 10 m (ver esquema en anexo IV).

El segundo año se plantan hijuelos de plátano en surco mellizo, también puede ser papaya o piña entre las columnas de árboles (5 m de espacio).

Al tercer año, indistintamente se establecen los frutales perennes con distancias y densidades que se muestran en el Cuadro 1, descontándose el área que ocupan las especies forestales.

Cuadro 1. Distancia y densidad de plantas de los cultivos anuales en un sistema multiestrato.

Frutal Perenne	Distancia (m)	Densidad (plantas/ha)	Cultivo Anual	Distancia (m)	Densidad (plantas/ha)
Pijuayo	5 x 5	400	Plátano	5 x 2	2,000
Copuazú	5 x 5	400	Piña	1 x 1	8,000
Cacao	5 x 5	400	Papaya	2 x 2	2,000
Cítricos	5 x 5	400	Algodón	2 x 2	2,000
Guanábana	5 x 2.5	800			

Los cultivos temporales se siembran dejando un margen de 1 m alrededor de los árboles para evitar competencia por nutrientes y agua. Después del arroz o maíz, se siembra una leguminosa como caupí, fríjol de palo, soya o mucuna; para consumo y como abono verde.

Al segundo año, en forma secuencial se siembra yuca y los cultivos anuales como piña, plátano y papayo. Para mejorar el suelo, anualmente se aplica 400 kg de roca fosfórica por hectárea.

El sistema permite al agricultor sostenerse desde el primer año de instalación de la parcela, a través de cosechas sucesivas de cultivos temporales como fríjol, maíz, arroz, caupí, yuca o soya y al segundo año de los cultivos anuales como piña, plátano o papaya. Del cuarto al decimoquinto año, se cosechan los cultivos perennes como cacao, pijuayo, anona, guanábana o café.

Este proceso secuencial de siembra y cosecha de cultivos temporales se repite durante los 2 primeros años, porque la copa de las especies forestales permite el acceso de la luz solar que es aprovechada por los cultivos; además, es fácil la poda de ramas y hojas de los árboles; asimismo, hay poca

competencia por nutrientes, porque en el primer año el sistema radicular de los árboles tiene un radio promedio de 1 m. Después del segundo año, el desarrollo foliar y radicular de los árboles limitan los cultivos temporales, en sustitución se siembran los cultivos anuales como plátano, piña, papaya o yuca. También debe sembrarse una leguminosa forrajera como mucuna, centrosema, arachis o stylosanthes para control de malezas y como abono verde. Desde el tercer año se sigue cultivando, papaya asociado con cacao, guanábana o pijuayo. Estos frutales perennes tienen un período de producción de 12 a 15 años.

Entre el octavo y décimo año la madera de los árboles de rápido crecimiento como marupa, pashaco, y bolaina blanca son aprovechadas para construcción de viviendas, poste, leña u otros usos; también se cosecha látex de sangre de grado. Desde el año 20, el beneficio económico del sistema es a través de la madera como shihuahuaco, tahuarí, pumaquiro, marupa, chontaquiro, achiote caspi o castaña, para infraestructura, postes, puentes, frutos y madera aserrada.

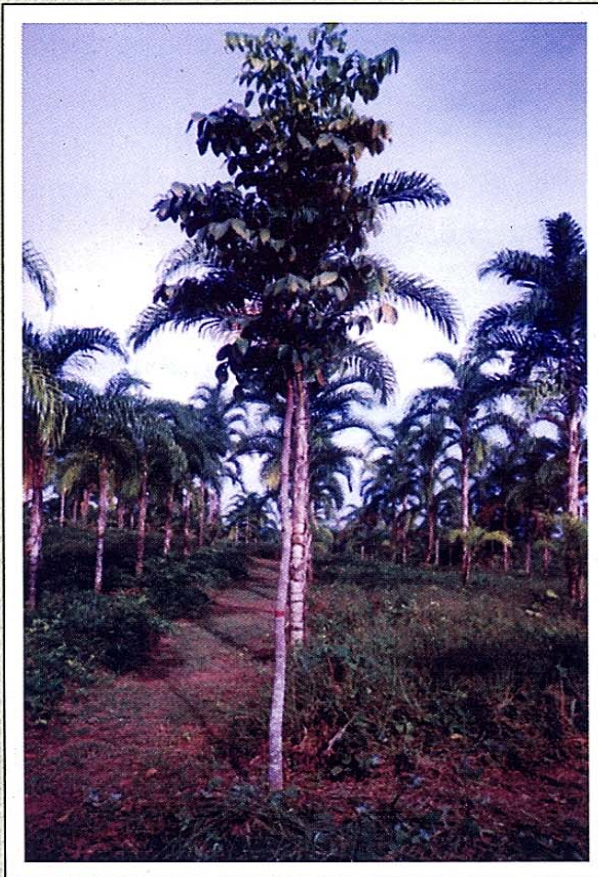
El mayor ingreso (bruto) económico del sistema es después de los 35 años, con la venta de la madera comercial de los árboles maduros de tornillo, caoba, ishpingo o cedro.

Ventajas:

- * En un ciclo de rotación de 35 años se tendrá árboles maduros, permitiendo estabilizar a los productores en su fundo por la presencia de los cultivos perennes y las especies forestales.
- * Mayor biodiversidad por la presencia de los cultivos temporales anuales y perennes.
- * Pronta recuperación de la inversión de los cultivos, lo que sucede desde el primer año de la instalación de la parcela, a través de la cosecha continua de cultivos temporales; desde el cuarto año por el aprovechamiento de los frutales y después del octavo año las especies maderables.
- * Los árboles y frutales producen abundante "mulch", útil como abono verde para los cultivos.

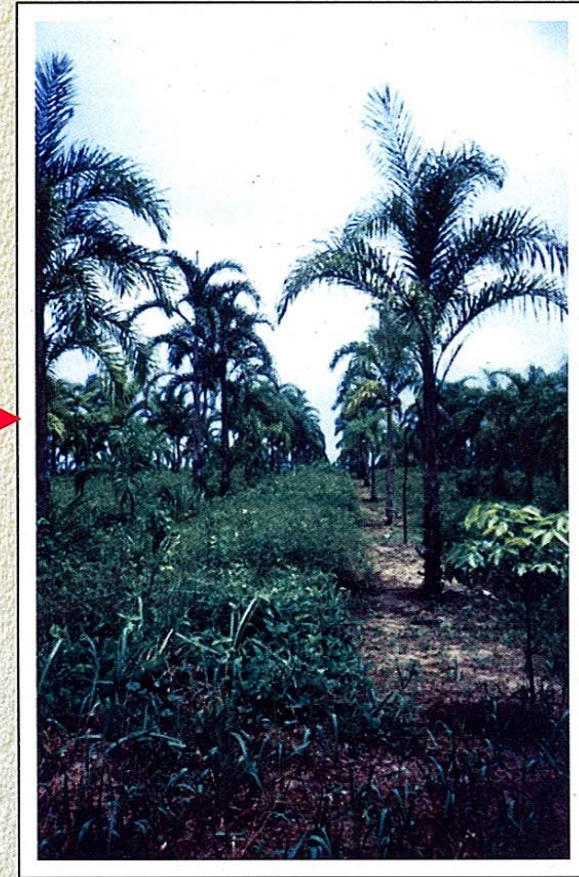
Desventajas:

- El mayor beneficio económico se logra después de los 35 años.
- Competencia por nutrientes.
- Competencia por luz.



Sistema Agroforestal
en Multiestrato
tornillo - capirona
pijuayo (58 meses)

Alexander von
Humboldt (Carretera
F. Basadre km 86).



4.2 SISTEMA AGRO-SILVO-PASTORIL

Es un modelo de producción continua de cultivos, madera y ganado. Este sistema se establece preferentemente en terrenos de topografía plana, pudiendo instalarse también en suelos hasta de 30% de pendiente, vegetación con "purma" baja de 5 a 8 años y suelo en proceso de recuperación.

El primer año se establecen en forma secuencial los cultivos temporales como arroz, caupí y maíz y simultáneamente con especies como castaña, tahuarí, shihuahuaco, pumaquiro y pijuayo, con una densidad de 100 árboles/ha con un distanciamiento de 10 x 10 m.

Al segundo año, después de la cosecha de los cultivos se establecen pasturas mejoradas como *Stylosanthes guianensis*, *Centrosema macrocarpum*, *Pueraria sp.* y *Brachiaria dictyoneura*.

Al tercer año, cuando los árboles alcanzan más de una pulgada de diámetro y 5 m de altura, se introduce el ganado vacuno para pastoreo. Debido a que los árboles tienen más tamaño y mayor sistema radicular, estando en la capacidad de soportar el ramoneo y el pisoteo del ganado.

En un sistema de 6 años, pijuayo (*Bactris gasipaes*) - centrosema (*Centrosema macrocarpum*), el ganado pastorea libremente bajo la sombra relativa de las palmeras, incrementado su peso (vivo) desde 426g hasta 485 g por día, en la Estación Experimental de Yurimaguas.

En un sistema de 4 años, 9 meses, castaña - centrosema - kudzu, los árboles plantados a 10 x 10 m tienen un crecimiento promedio de 9.5 m de altura y 14 cm de diámetro (dap), con una producción de 450 kg/ha de fríjol y un rendimiento de materia seca de 17 t/ha de centrosema y 2 t/ha de kudzu.

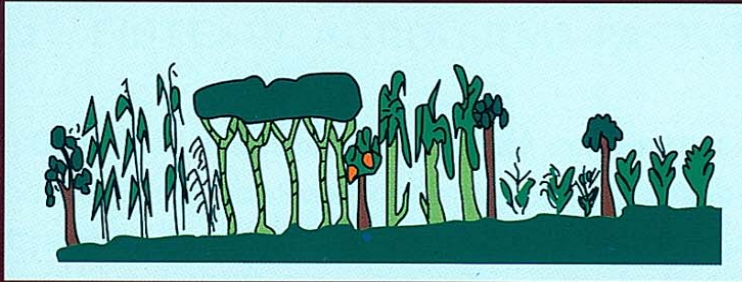
En un sistema de 4 años, shihuahuaco - stylosanthes - centrosema, los árboles plantados a 10 x 10 m, alcanzan un crecimiento promedio en altura de 5 m y diámetro de 7 cm (dap), con una producción de biomasa verde de 10 t/ha de stylosanthes y 17 t/ha de centrosema anualmente con la ventaja que este pasto es persistente después del pastoreo, mientras que stylosanthes no lo es.

Ventajas:

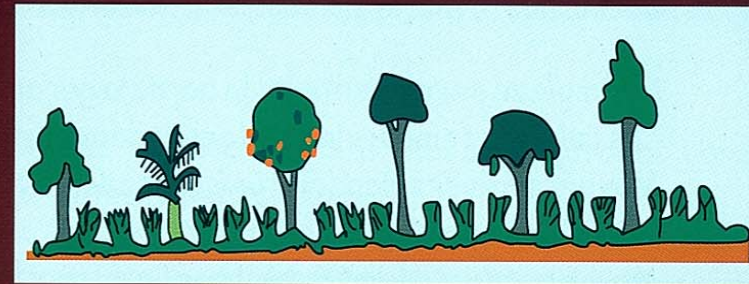
- La limpieza permanente de la parcela garantiza el crecimiento de los árboles.
- Los cultivos temporales son generadores de ingresos a corto plazo.
- Mayor biodiversidad (cultivos, ganado, árboles).
- Los árboles protegen con su sombra a los animales.
- Mayor productividad animal por un microclima más adecuado.

Desventajas:

- Los ganaderos de la región no están acostumbrados a establecer árboles en sus potreros.
- Período largo (2 años) para introducción de ganado.



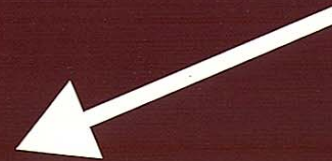
1er año: Establecimiento de cultivos temporales asociados con especies forestales.



2do año: Establecimiento de pasturas entre los árboles.



3er año: Introducción del ganado vacuno de doble propósito en un bosque de 5 m de altura.



SISTEMA AGRO-SILVO-PASTORIL

4.3 SISTEMA DE PRODUCCIÓN CONTINUA EN AGROBOSQUE

El método Agrobosque, desarrollado por el INIA - Pucallpa, consiste de prácticas para la producción de látex, leña, aceites, frutos y especies medicinales. Este sistema se establece en terrenos de topografía plana a ligeramente inclinada hasta 20% de pendiente, con vegetación de "purma" baja de 5 años. Inicialmente se desmaleza, se retira la madera gruesa para otros usos, se deja descomponer el material verde. Para la plantación de las especies forestales y los frutales perennes, se prepara hoyos de 20 cm de diámetro y 40 cm de profundidad. Los árboles se plantan en columnas en sentido este-oeste, con distancia de 5 m entre columnas y 5 m entre árboles. Para acelerar el crecimiento inicial de los árboles se recomienda aplicar abonos orgánicos como gallinaza, humus de lombriz o compost vegetal en proporción de 1 kg por planta, y adicionando 200 g de roca fosfórica. Las especies recomendables son: shihuahuaco, tornillo, caoba, quillobordón amarillo, sangre de grado, tahuarí amarillo, guaba y pijuayo,

Después, en cada espacio disponible entre las columnas de los árboles (5 m), en forma secuencial se siembran cultivos temporales como arroz, caupí o maíz. Posteriormente se plantan los cultivos anuales como caña de azúcar, piña, dale dale, guanábana, guaraná, cacao, cítricos, plátano, papaya o cocona.

Ventajas:

- El periódico mantenimiento de los cultivos garantiza el crecimiento de los árboles.
- El productor dispone de una diversidad de productos de pan llevar para cosechar y consumir durante todo el año.
- En la instalación y mantenimiento del sistema se utilizan bajos insumos.
- Los mayores ingresos se garantizan desde el tercer año con los frutales perennes.
- Desde el sexto año se cosecha látex de sangre de grado, elevándose los ingresos económicos.

AGROBOSQUE



Sistema: caña de azúcar - tornillo - pijuayo



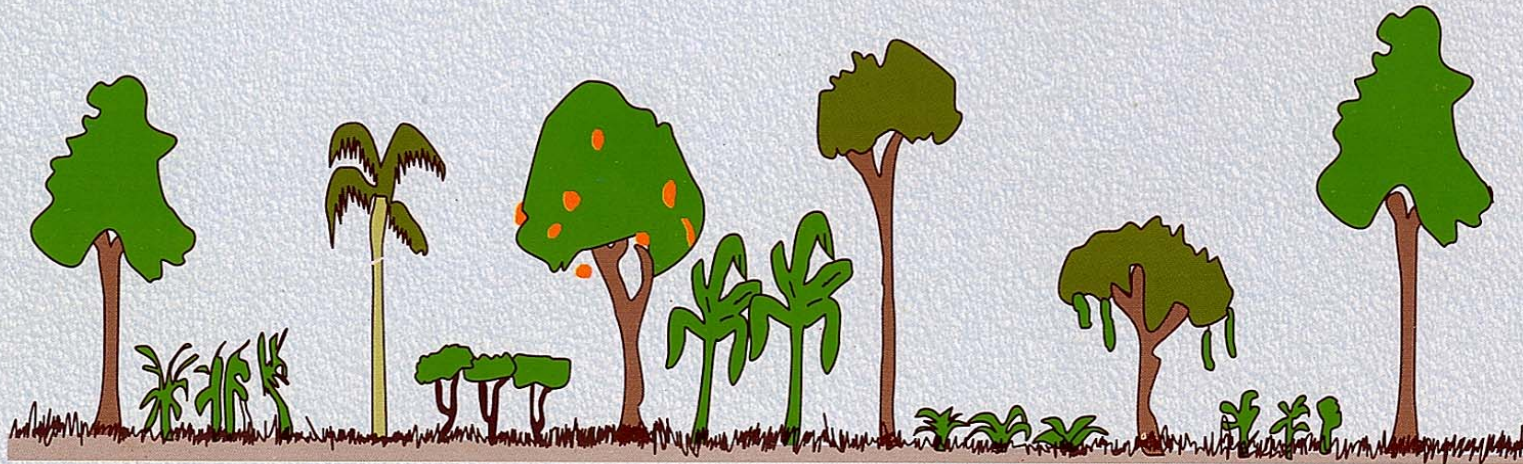
Sistema: yuca-sangre de grado - pijuayo



Sistema: plátano - capirona - piña



Sistema: dale dale - guaba - tornillo



Especie forestal	Plantas/columna*
Tornillo	20
Pijuayo	20
Sangre de grado	20
Capirona	20
Guaba	20

Cultivos	No. Plantas/faja**
Caña de azúcar	150 (1 x 2 m)
Yuca	264 (1 x 1,5 m)
Plátano	50 (cada 2 m)
Piña	300 (1 x 1 m)
Dale dale	300 (1 x 1 m)

*Columna de árboles plantados en sentido este - oeste.

** Espacio entre las columnas de los árboles

4.4 CULTIVO EN CALLEJONES PARA CONTROL DE EROSION

Técnica utilizada para control de erosión y escorrentía en terrenos con fuerte pendiente; así como para mejorar y conservar el suelo y reducir el período de descanso del terreno, a través del establecimiento de especies forestales y arbustivas leguminosas fijadoras de nitrógeno. Esta técnica se aplica en terrenos con topografía accidentada, con pendiente entre 30 a 40% y suelos en proceso de recuperación, tipo "purma" baja entre 2 a 5 m de altura.

Las especies forestales y arbustivas adaptadas para este sistema son la guaba, retama, erythrina, glyricidia, leucaena y pashaco por su alta capacidad de producción de biomasa. Por ejemplo guaba produce hasta 7 t/ha/año de biomasa verde, glyricidia 4.5 t/ha/año, retama 4.0 t/ha/año.

En estos sistemas de protección del suelo y control de la erosión también se utiliza una gramínea de nominada vetiveria, con alta capacidad de adaptación en suelos ácidos, presenta un amplio sistema radicular, que funciona como una red de protección, evitando el deslizamiento del suelo.

Estas especies se establecen en curvas a nivel con distancias entre plantas de 0,50 m en tresbolillo. La distancia entre hileras es de 4 m, formando callejones y terrazas equidistantes.

La técnica consiste en podar los arbustos periódicamente (6 a 8 meses), a una altura variable del tallo de 50 a 70 cm, debiendo coincidir con la época de siembra de los cultivos temporales. La biomasa verde (rama y hojas) se corta en fracciones pequeñas, éstas se distribuyen uniformemente en todo el terreno. Las leguminosas arbustivas, a través de un proceso de descomposición y mineralización, fijan nitrógeno al suelo en un volumen promedio de 30 kg por cada tonelada de materia seca.

Entre los callejones de 4m, en forma secuencial se siembra cultivos temporales como chiclayo o caupí, arroz o maíz. El nitrógeno incorporado de las leguminosas mejora el suelo, incrementando el rendimiento de los cultivos hasta un 30%, desde el segundo año cuando el rastrojo incorporado al suelo actúa en el ciclo de nutrientes, conservando y fertilizando constantemente el suelo, sin embargo será necesaria una enmienda de fósforo.

Ventajas

- Contribuye con la rehabilitación de los suelos degradados.
- Incorpora e incrementa nitrógeno al suelo.
- Incrementa el rendimiento de los cultivos.
- Mejora y conserva el suelo.
- Controla la erosión y escorrentía en suelos con pendiente.

Desventajas

- Reduce el área efectiva del cultivo.
- Mayor uso de herramientas (para podas).
- Se requiere incorporar fósforo para mejorar los cultivos.
- Produce sombra al cultivo.



Barreras en contorno para control de erosión con guaba (*Inga edulis*) y cultivos de frijol. Campo Verde - Ucayali

VI. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

BUDOWSKI, G. 1980. Compilación de las ventajas y desventajas de los sistemas agroforestales comparación con los monocultivos. Turrialba, C. R., CATIE. 2 p. (mimeogr.)

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH IN AGROFORESTERY. 1985. Guidelines for agroforestry diagnosis and design. Nairobi, Kenia. 25 p.

NAIR, P.K.R. (ed.) 1985. Agroforestry Systems in the Tropics. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.

RICSE, A. 2003. Silvicultura de Reforestación en la Región Amazónica, costo-beneficio de plantaciones en campo abierto. INIA Pucallpa.

ANEXOS

Anexo I. Calendario de cosecha

CULTIIVOS	M E S E S											
	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Octu.	Novie.	Dicie.	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo
Arroz												
Maíz												
Caupí												
Pastos												
Semillas Forestales												
Soya												
Cacao												
Guanábana												
Caña												
Plátano												
Yuca												
Piña												

Cronosecuencia	M E S E S											
	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Octu.	Novie.	Dicie.	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo
Sequía												
Menor precipitación												
Mayor precipitación												

Anexo II. Especies forestales de multipropósito

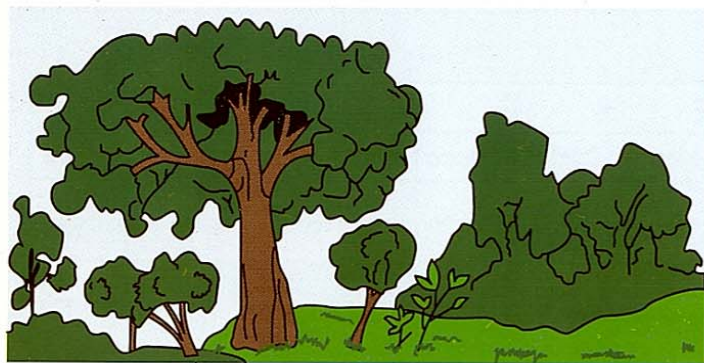
Grupo 1. Especies de largo período de crecimiento - LPC (>33 años)

Nombre común	Nombre científico
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
Ishpingo	<i>Amburana cearensis</i>
Tornillo	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>

Grupo 2. Especies de mediano período de crecimiento MPC (>15 años)

Nombre común	Nombre científico
Shihuahuaco	<i>Dipteryx odorata</i>
Pumaquiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>
Huayruro rojo	<i>Ormosia macrocalix</i>
Quillobordon amarillo	<i>Aspidosperma sp.</i>
Castaña	<i>Bertholletia exelsa</i>
Moena amarilla	<i>Aniba amazonica</i>
Tahuarí amarillo	<i>Tabebuia serratifolia</i>
Copaiba	<i>Copaifera officinalis</i>
Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>

ESPECIES FORESTALES DE MULTIPROPOSITO



Grupo 3. Especies de rápido período de crecimiento RPC (>8 años)

Nombre común	Nombre científico
Amasisa	<i>Erythrina sp.</i>
Guaba	<i>Inga edulis</i>
Bolaina blanca	<i>Guazuma crinita</i>
Sangre de grado	<i>Croton lechleri</i>
Pino chuncho	<i>Schizolobium amazonicum</i>
Marupa	<i>Simarouba amara</i>

Anexo III. Descripción de especies forestales

- Amasisa (***Erythrina poeppigiana***), leguminosa arbórea, fija nitrógeno, árbol de madera blanda, crecimiento rápido, fácil de propagar vegetativamente, se usa para cercos en pastura, la madera es muy blanda, no se utiliza como madera ni leña.
- Bolaina blanca (***Guazuma crinita***), árbol de crecimiento rápido, fuste recto, madera blanda de propagación fácil, abundante semilla, aunque sufre ataque de hormigas. Su madera es muy comercial en la región, se utiliza principalmente para viviendas rurales por su bajo costo.
- Capirona (***Calycophyllum spruceanum***), árbol de fuste recto y liso, madera dura. Las semillas son muy pequeñas que dificultan su propagación artificial. Se utiliza para leña, carbón, construcciones de viviendas, machihembrados, etc. Crece preferentemente en suelos aluviales y altura, su crecimiento es más lento.
- Copaiba (***Copaifera officinalis***), árbol voluminoso, de madera dura, crecimiento lento, contiene aceite muy valioso para medicina, abundante semilla, fácil de propagar.
- Castaña (***Bertholletia excelsa***), pertenece a la familia Lecythydaceae, es una de las más importantes especies de explotación extractiva en la Amazonia. El fruto es una cápsula indehiscente, con cáscara leñosa muy dura, de forma esférica o levemente achatada, en su interior contiene semillas con almendras altamente nutritivas, la proteína contenida es equivalente al de un huevo. Las semillas están formando triángulos angulosos, comprimido entre 4 a 7 cm, de cáscara bastante dura y rugosa. El peso del fruto varía de 200 g a 1.5 kg, con peso medio de aproximadamente 750 g. Las semillas representan cerca del 25% del peso del fruto y

las almendras (semillas sin cáscara) 13%. El peso medio de una semilla gira en torno a 8.2 g. Los árboles cuando son adultos pueden alcanzar hasta 60 m de altura, con un diámetro en la base del fuste de 4 m.

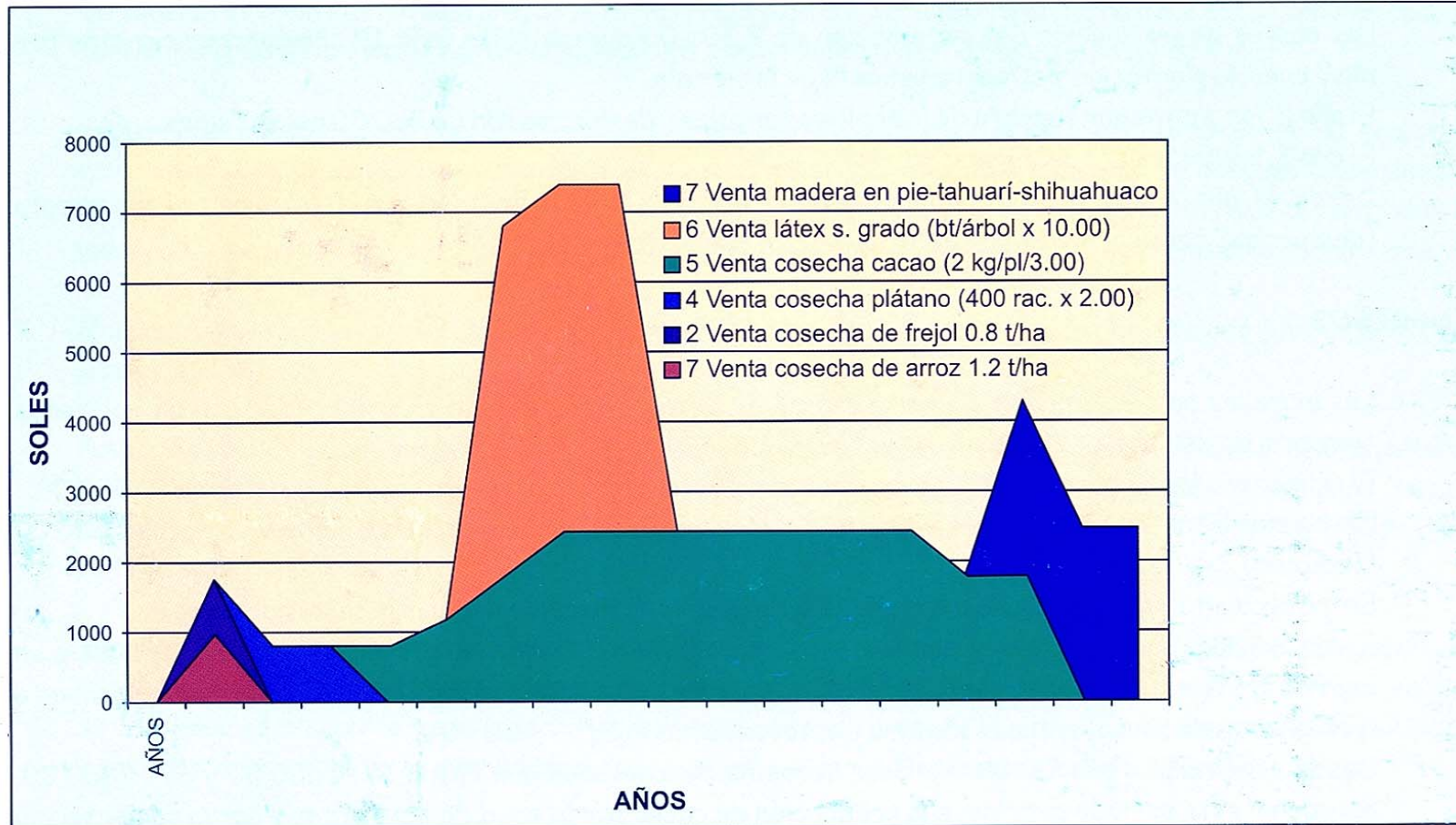
- Guaba (***Inga edulis***), crece frecuentemente en áreas de cultivo de suelo ácido e infértil, en potreros, en suelos compactados, en huertos junto con frutales y otras especies arbustivas pioneras, en bosques denominados "purmas". Tienen abundante semilla, crece retorcido y no alcanza gran altura, los frutos son comestibles, la madera se usa como leña y carbón, las hojas y ramas producen abundante biomasa y se usa como abono verde.
- Marupa (***Simarouba amara***), árbol de buen porte, madera blanca, crece rápido en su estado juvenil, presenta abundante semilla, su propagación es fácil, la madera es muy comercial.
- Pashaco blanco, quillosa pashaco (***Schizolobium amazonicum***), árbol de rápido crecimiento, de gran altura, tallo recto y cilíndrico, poda natural, madera blanda especialmente para elaboración de cajones para fruta y embalajes. Tiene abundante semilla, fácil de propagar, previa escarificación, crece rápido, apropiado para cultivos agroforestales.
- Tornillo (***Cedrelinga catenaeformis***), árbol de crecimiento lento, bastante alto y voluminoso, su madera es muy comercial, principalmente para muebles y construcciones. Existen dificultades para cosechar su semilla, su viabilidad es muy corta, germina fácil y crece bien en condiciones de vivero. Sin embargo, tiene dificultades para adaptarse en pasturas degradadas, especialmente si son suelos compactados e infértiles.

COSTOS.

- En el Cuadro 2, los costos no descontados están determinados en un horizonte temporal de 20 años.
- Los costos de las actividades preliminares y preparación del terreno (año 0) son de 1,755.00 nuevos soles.
- Los costos de instalación del sistema son de 2,305.00 nuevos soles (año 1), considerando gastos por plántones, la plantación y el mantenimiento de la parcela.
- El año 2, los gastos por siembra de los cultivos anuales y deshierbo son de 760.00 nuevos soles.
- El año 3, los gastos por deshierbo son de S/. 120.00.
- Desde el año 4, los gastos se mantienen entre S/. 300.00 hasta S/. 420.00 por mantenimiento (deshierbo), fertilización, poda y cosecha de los productos.

INGRESOS.

- Los ingresos por los cultivos secuenciales están determinados desde el primer año, con un horizonte temporal de 20 años, por la venta de los frutales perennes y la madera comercial.
- El primer año los ingresos brutos no descontados por la venta de arroz, frijol y maíz son de S/. 2,960.00.
- El segundo y tercer año los ingresos brutos no descontados por la cosecha de plátano son de S/. 800.00 (cada año).
- Entre el cuarto y quinto año, hasta el año 12 los ingresos se incrementan por la cosecha de cacao.
- El sexto año se genera mayor ganancia por la cosecha de látex de sangre de grado, que asciende a un ingreso bruto no descontado de S/. 6,800.00; y por las almendras de cacao; ascendiendo moderadamente (por la venta de cacao) entre el séptimo y octavo año hasta S/. 7,400.00.
- Desde el noveno al año 12, los ingresos netos no descontados son entre S/. 2,100.00 y S/. 1,980.00, porque en este periodo disminuye la producción de cacao por la edad de las plantas y por la competencia con los árboles.
- En el largo plazo (20 años) se incrementa significativamente los ingresos por la venta de las especies maderables comerciales en un volumen de 200 m³ por hectárea, equivalente a S/. 84,800.00.

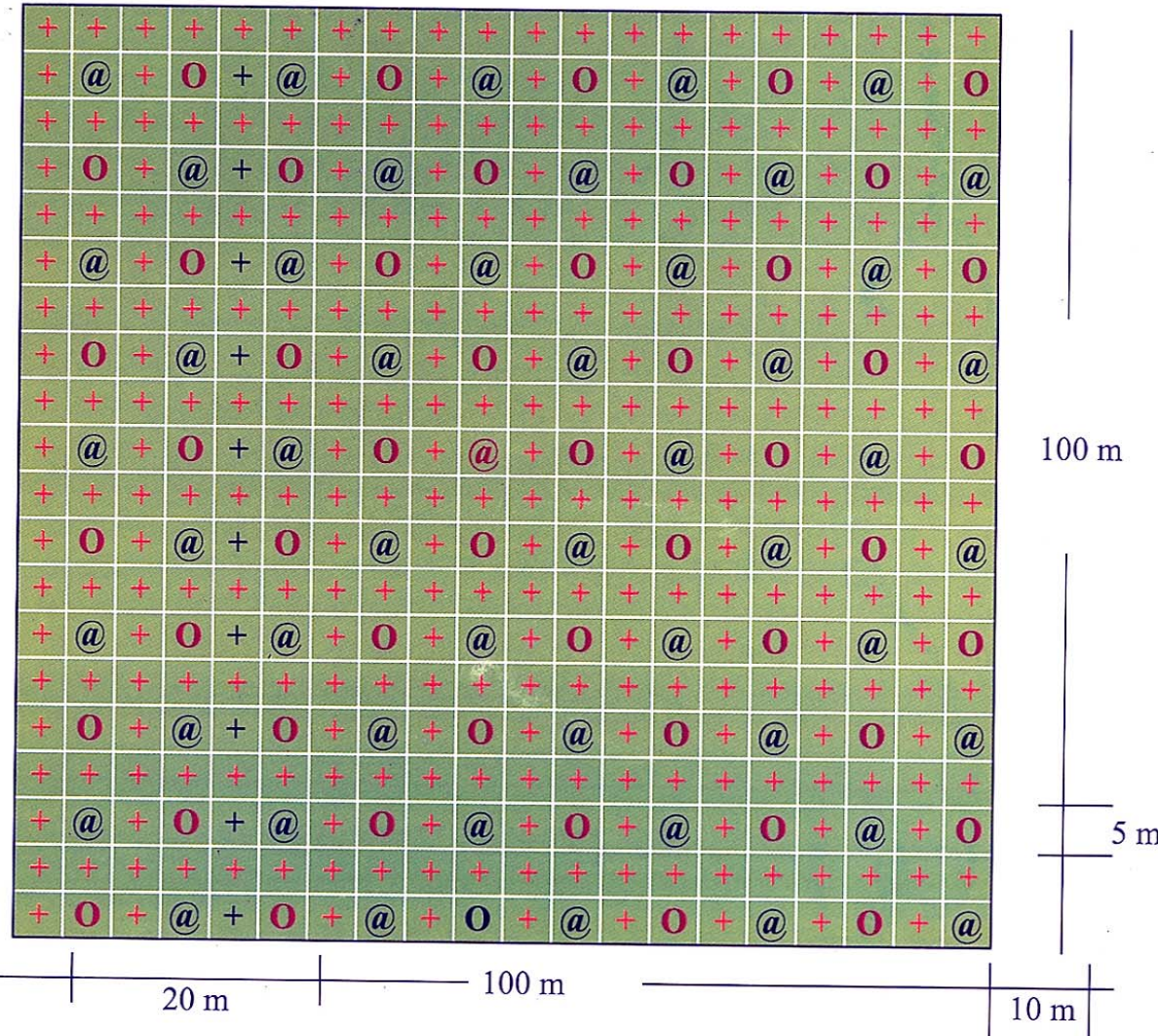


Flujo de caja del sistema agroforestal sangre de grado

Anexo IV. Diagrama de un sistema agroforestal en multiestrato

Densidad : 400 árboles por hectárea (5 x 5 m)

Maderas valiosas 50, duras 50 y blandas 300



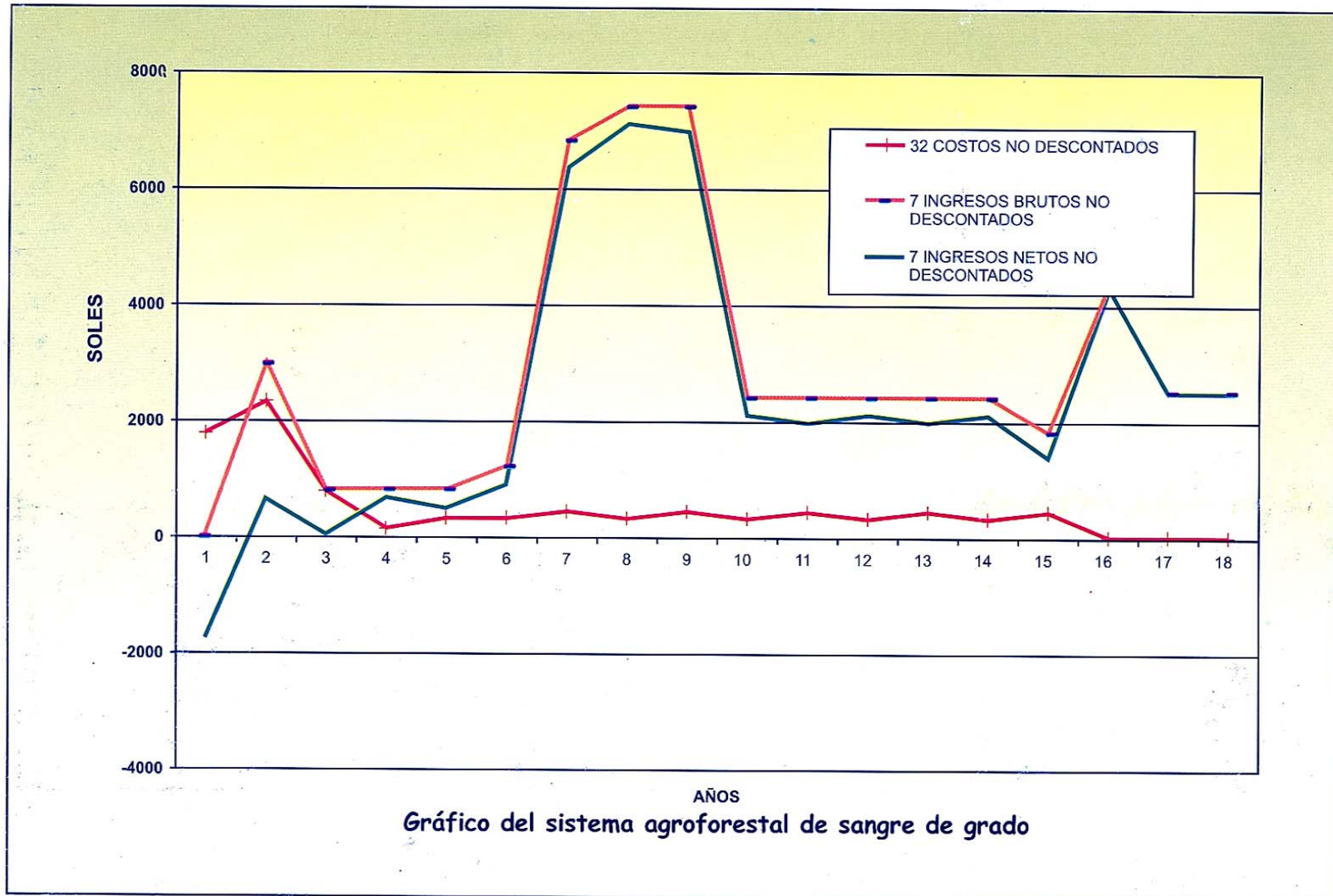
(@) Especie de madera valiosa:
caoba, tornillo, ishpingo y
cedro.

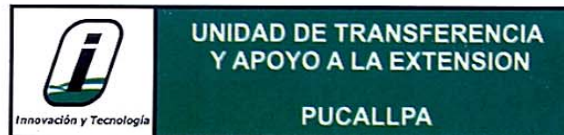
(O) Especie de madera dura:
tahuarí, pumaquiro, capirona
y shihuahuaco.

(+) Especie de madera blanda:
bolaina blanca, pashaco,
marupa y sangre de grado.

(#) Frutales.

(ñ) Cultivos temporales .





Carretera Federico Basadre km 4. Casilla Postal 203 - Pucallpa - Perú
Telefax: (061) 575009 Teléfono: (061) 571913