

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**ESTIMACION Y ANALISIS DE SISTEMAS
AGROFORESTALES TRADICIONALES Y
CONVENCIONALES EN EL DISTRITO DE JOSÉ
CRESPO Y CASTILLO, HUÁNUCO, PERÚ**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRONOMO

ROBERT IVAN VASQUEZ FASABI

PROMOCIÓN 2004 - II

TINGO MARÍA – PERÚ

2009

K10

V32

Vásquez Fasabi, Robert I.

Estimación y Análisis de Sistemas Agroforestales Tradicionales y Convencionales en el Distrito de José Crespo y Castillo, Huanuco, Perú. Tingo María 2009

74 h.; 8 cuadros; 2 fgrs.; 45 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

SISTEMA AGROFORESTALES / CLASIFICACIÓN / IDENTIFICACIÓN
/ RENTABILIDAD ECONÓMICA / DIVERSIDAD VEGETATIVA / TINGO
MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.

DEDICATORIA

A mis padres MIRTHA FASABI
SAAVEDRA y ROBERT
VÁSQUEZ SALAS, por su
entrega, apoyo y darme la
posibilidad de estudiar.

A mis abuelos AQUELINO y
ERNESTINA, quienes fueron
ejemplo y pilares en mi vida.

A mis hermanos, tíos, primos y
demás familiares, que sin duda
sin ellos no podría haber
cumplido este logro y sueño de
titularme.

A mi hija ALANIS, motivo de
constante inspiración y superación.

AGRADECIMIENTOS

- A mi Alma Mater la Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- A la comprensión y colaboración de mis maestros y profesores de la Facultad de Agronomía
- Al Ing. Ing. M. Sc. Jorge Luis Adriazola del Aguila, por sus enseñanzas y apoyo incondicional como asesor en la presente tesis.
- A los Directivos y a mis amigos del grupo FLOAGRI (Proyecto de la Amazonía en Agricultura Sostenible), por su compañía y ayuda durante la primera fase de campo de esta tesis.
- Al Ing. M. Sc. Vicente Pocomucha Póma, por su apoyo tangible al trabajo.
- A todas las personas que de una u otra manera han brindado su apoyo invaluable en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación. A todos ellos mi más profundo reconocimiento y agradecimiento.

INDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCION.....	9
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
2.1. Sistemas agroforestales.....	11
2.2. Clasificación de los sistemas agroforestales.....	12
2.2.1. Agrosilvicultura.....	12
2.2.2. Sistemas silvopastoriles.....	12
2.2.3. Sistemas agrosilvopastoriles.....	12
2.3. Ventajas de los sistemas agroforestales.....	13
2.4. Desventajas de los sistemas agroforestales.....	16
2.5. Función de los árboles en los sistemas agroforestales.....	17
2.6. Técnicas agroforestales y estados de desarrollo.....	19
2.7. Opciones de manejo agroforestal.....	23
2.7.1. Cultivos en hileras en áreas de alto potencial.....	23
2.7.2. Banco de forraje (para corte).....	24
2.7.3. Bancos de forraje (para pastoreo).....	25
2.7.4. Mejoramiento de los frutales.....	25
2.7.5. Bordes/cercos vivos.....	26
2.7.6. Cultivo intercalado o combinado.....	26
2.7.7. Plantación de árboles domésticos/industriales en estratos múltiples.....	27
2.7.8. Plantación de árboles alrededor de canales de riego y embalsés.....	27
2.7.9. Plantación de bosquetes para leña y postes.....	28
2.8. Diferencia entre un sistema agroforestal tradicional y un sistema agroforestal convencional.....	29
2.8.1. Agroforestería tradicional.....	29
2.8.2. Agroforestería convencional.....	30
2.9. Caracterización de un sistema de producción.....	30
2.10. Biodiversidad.....	31

2.11.	Mantenimiento y manejo de la biodiversidad de un sistema Agroforestal.....	32
III.	MATERIALES Y METODOS.....	34
3.1.	Características del lugar de ejecución.....	34
3.1.1.	Ubicación.....	34
3.1.2.	Ubicación política.....	35
3.1.3.	Ubicación geográfica.....	35
3.1.4.	Clima y ecología.....	35
3.2.	Materiales y equipos.....	35
3.2.1.	Materiales de campo.....	35
3.2.2.	Equipos de campo.....	36
3.2.3.	Materiales y equipo de gabinete.....	36
3.3.	Metodología.....	36
3.3.1.	Fase preliminar.....	36
3.3.2.	Fase de campo.....	38
3.3.3.	Fase de gabinete.....	39
3.3.4.	Análisis estadístico.....	42
3.5.	Determinación de la diversidad.....	43
IV.	RESULTADOS.....	45
4.1.	Identificación de los sistemas agroforestales.....	45
4.2.	Vegetación de los estratos inferior y superior de los sistemas agroforestales.....	46
4.3.	Diversidad de especies en los sistemas agroforestales.....	49
4.4.	Análisis de la rentabilidad económica.....	52
V.	DISCUSION.....	53
5.1.	Identificación y clasificación de los sistemas agroforestales.....	53
5.2.	Determinación de la vegetación de los estratos inferior y superior de los sistemas agroforestales.....	57
5.3.	Diversidad de especies en los sistemas agroforestales.....	59
5.4.	Análisis de la rentabilidad económica.....	62

VI.	CONCLUSIONES.....	64
VII.	RECOMENDACIONES.....	65
VIII.	RESUMEN.....	66
IX.	BIBLIOGRAFIA.....	68
X.	ANEXO.....	74

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Especies forestales usadas en sistemas agroforestales en diferentes países.....	22
2.	Propiedades demostrativas seleccionadas en el área de estudio.....	36
3.	Identificación y número de sistemas agroforestales evaluados en la zona de Aucayacu.....	44
4.	Vegetación de los estratos inferior y superior en los sistemas agroforestales evaluados en los sectores Maronilla, 7 de Octubre-Pucayacu, Aucayacu y Los Milagros.....	46
5.	Índices de diversidad de la vegetación en los sistemas agroforestales de los sectores Maronilla, 7 de Octubre- Pucayacu, Aucayacu y Los Milagros.....	48
6.	Índice de similitud de los sistemas agroforestales en los sectores Maronilla, 7 de Octubre-Pucayacu, Aucayacu y Los Milagros.....	48
7.	Número de individuos por especie registrados en el estrato superior de los sistemas agroforestales evaluados en los sectores Maronilla, 7 de Octubre-Pucayacu, Aucayacu y Los Milagros.....	49
8.	Valorizaron económica de los 9 sistemas agroforestales evaluados en la zona de Aucayacu.....	51

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Ubicación del área de estudio.....	33
2. Análisis de agrupación de los 9 sistemas agroforestales, obtenidos mediante el análisis Cluster, método R cuadrado.....	45

I. INTRODUCCION

Los sistemas agroforestales se fundamentan en cultivar la tierra con una variedad de especies, permitiendo al agricultor diversificar la producción en sus fincas o terrenos, obteniendo en forma asociativa madera, leña, frutos, plantas medicinales, forrajes y otros productos agrícolas. Asimismo, se han establecido numerosas alternativas de prácticas agroforestales en diferentes zonas y regiones del país y bajo condiciones ecológicas, económicas y sociales muy diversas, a fin de poder encontrar un sistema agroforestal adecuado que puedan contribuir a mejorar la calidad de vida de los agricultores.

Por otro lado, el avance de la agricultura migratoria ha permitido el incremento acelerado de la deforestación y como consecuencia un elevado deterioro ambiental; esta problemática hace que el hombre busque alternativas para contrarrestar estos fenómenos ambientales, y desde el punto de vista sostenible busca incorporar y asociar los componente arbóreo y cultivos, como elemento indispensable dentro de los sistemas de producción, contribuyendo a la recuperación, conservación y aprovechamiento racional de todos los recursos naturales.

Los sistemas agroforestales son una alternativa para mitigar o revertir el proceso de cambio climático y la degradación de suelos dedicados a cultivos ilícitos; así también brindan servicios ambientales como es la conservación de la biodiversidad, conservación del recurso hídrico, mitigación a los cambios climáticos, entre otros; sin embargo a la fecha aun no se cuenta con

informaciones reales de nuestra situación, especialmente para la zona del Alto Huallaga.

A fin de conocer las diferentes bondades que puede ofrecer los sistemas agroforestales, es necesario identificar y caracterizar estos sistemas, los mismos que vienen manejando los agricultores en la Selva Alta, especialmente en la zona del distrito de José Crespo y Castillo; así mismo analizar y evaluar la rentabilidad económica basado en los diferentes componentes que conforman los sistemas agroforestales y poder plantear un proceso de reconversión de los sistemas convencionales a sistemas sustentables, como son los sistemas agroforestales. Por todas las consideraciones indicadas, en el presente trabajo de investigación se plantea los siguientes objetivos:

1. Identificar y clasificar los sistemas agroforestales del distrito de José Crespo y Castillo.
2. Determinar la vegetación del estrato inferior y superior en los sistemas agroforestales.
3. Determinar la diversidad vegetal en los sistemas agroforestales.
4. Analizar la rentabilidad económica de los componentes de los sistemas agroforestales.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Sistemas agroforestales

La agroforestería es el nombre genérico utilizado para describir un sistema de uso de la tierra antiguo y ampliamente practicado, en el que los árboles se combinan espacial y/o temporalmente con animales y/o cultivos agrícolas (ALTIERI, 1997).

La agroforestería es un sistema sustentable de manejo de cultivos y de tierra que procura aumentar los rendimientos en forma continua, combinando la producción de cultivos forestales arbolados (que abarcan frutales y otros cultivos arbóreos) con cultivos de campo o arables y/o animales de manera simultánea o secuencial sobre la misma unidad de tierra, aplicando además prácticas de manejo que sean compatibles con las prácticas culturales de la población local (ICRAF, 1982).

Los sistemas agroforestales se pueden definir como una serie de tecnologías del uso de la tierra, en los que se combinan árboles con cultivos y/o pastos, en función del tiempo y del espacio, para incrementar y optimizar la producción en forma sostenida. El principio radica esencialmente en que el árbol, asociado a determinado cultivo o crianza, contribuye al mejoramiento o conservación de la fertilidad de los suelos y del microclima, además de brindar otros aportes económicos y ecológicos al medio ambiente (BRACK, 1992).

Un sistema agroforestal posee tres fases diferentes: el corto, el mediano y el largo plazo. Cada fase produce sus cultivos y productos. En el corto plazo se producen los cultivos anuales como el maíz, arroz, frijol o plátano. En la fase media se produce frutas o café y en el largo plazo la producción de árboles maderables. Básicamente la agroforestería es "empurmar conscientemente" y sembrar especies que dan ingresos al mediano y largo plazo. La agricultura migratoria solamente genera ingresos al corto plazo y después queda una purma improductiva (CATIE, 1986 y RAMACHANDRAN, 1993).

2.2. Clasificación de los sistemas agroforestales

2.2.1. Agrosilvicultura

El uso de la tierra para la producción secuencial o concurrente de cultivos agrícolas y cultivos boscosos.

2.2.2. Sistemas silvopastoriles

Sistemas de manejo de la tierra en los que los bosques se manejan para la producción de madera, alimento y forraje, como también para la crianza de animales domésticos.

2.2.3. Sistemas agrosilvopastoriles

Sistemas en los que la tierra se maneja para la producción concurrente de cultivos forestales, agrícolas y crianza de animales domésticos.

2.3. Ventajas de los sistemas agroforestales

Existen ventajas ambientales, como también socioeconómicas, sobre la agricultura y/o monocultivos forestales (YOUNG, 1989; ALTIERI, 1997 y YALTA, 2003).

a. Ventajas ambientales

Según BERMEJO y PASETTI (1985) y YALTA (2003), entre las ventajas ambientales se consideran las siguientes:

- Se hace un uso más eficiente de los recursos naturales. Las diversas capas de vegetación proporcionan una eficiente utilización de la radiación solar, los diferentes tipos de sistemas de raíces a distintas profundidades hacen buen uso del suelo y las plantas agrícolas de corta duración pueden aprovechar de la capa superficial enriquecida, como resultado del ciclaje mineral mediante las copas de los árboles. Además, la integración de animales en el sistema puede aprovecharse para la producción secundaria y el reciclaje de nutrientes.
- La función protectora de los árboles con respecto al suelo, la hidrología y la protección de las plantas puede utilizarse para disminuir los peligros de degradación ambiental. Sin embargo, se debe tener en cuenta que en muchos sistemas agroforestales, los componentes pueden competir por luz, humedad y nutrientes, por lo tanto, se deben considerar los intercambios entre los componentes. El buen manejo puede reducir al

mínimo estas interferencias y aumentar las interacciones complementarias.

- El proceso de la disponibilidad de los nutrientes por la descomposición de hojas y ramas y la absorción de los nutrientes por las raíces de la vegetación se llama sincronización. La sincronización o el equilibrio en la oferta y la necesidad de los nutrientes hace que la pérdida de nutrientes por filtración sea mínima. La sincronización de nutrientes en un sistema agroforestal corresponde a la de un monte alto.

b. Ventajas socioeconómicas

Según BERMEJO y PASETTI (1985) y ALTIERI (1997), las ventajas socioeconómicas son los siguientes:

- Los diferentes componentes o productos de los sistemas pueden ser utilizados como insumos para la producción de otros (por ejemplo, implementos de madera, abono verde), y disminuir así la cantidad de inversiones e insumos comerciales.
- En relación con las plantaciones puramente forestales, la introducción de cultivos agrícolas junto con prácticas culturales intensivas bien adaptadas, a menudo se traduce en un aumento de la producción forestal y en una merma en los costos del manejo arbóreo (por ejemplo, la fertilización y desmalezado de los cultivos agrícolas también puede beneficiar el crecimiento de los árboles), y proporciona una serie más amplia de productos.

- Los productos arbóreos a menudo se pueden obtener a lo largo de todo el año, proporcionando oportunidades de mano de obra y un ingreso regular anualmente.
- Algunos productos arbóreos se pueden obtener sin necesidad de un manejo muy activo, otorgándoles una función de reserva para los períodos en que fallan los cultivos agrícolas ó para necesidades sociales determinadas (por ejemplo, la construcción de una casa).
- En la producción de varios productos se distribuye el riesgo, en la medida que varios de ellos serán afectados de manera diferente por condiciones desfavorables.
- La producción se puede enfocar hacia la autosuficiencia y el mercado. La dependencia de la situación del mercado local se puede ajustar de acuerdo con la necesidad del agricultor. Si se desea, los diversos productos son consumidos total o parcialmente ó son destinados al mercado cuando se dan las condiciones adecuadas.
- La agroforestería tiene la ventaja de reducir los costos de producción por disminuir el uso de insumos externos y necesita menos mano de obra para el deshierbe. Esto es una buena estrategia para mejorar la rentabilidad de la producción.
- Las especies forestales de bajo valor económico, según YALTA (2003); son el "pashaco" *Schizolobium amazonicum*, "paliperro" *Vitex pseudolea*, "eritrina" *Erythrina* sp, "capirona" *Calycophyllum spruceanum*, "pucaqui" *Sickingia tinctoria*, "palisangre" *Brosimum rubescens*, etc;

además brindan sombra temporal; mientras que las especies forestales y frutales de alto valor económico son el “cedro” *Cedrella odorata*, “moena” *Nectandra* sp., “caoba” *Swietenia macrophylla*, “tornillo” *Cedrelinga catenaeformis* y “palto” *Persea americana*.

2.4. Desventajas de los sistemas agroforestales

Los sistemas agroforestales, también presentan algunas desventajas (ALTIERI, 1997 y YALTA, 2003), tales como:

- Los árboles pueden competir con los cultivos, ya que las raíces también absorben agua y nutrientes.
- El árbol ocupa una parte de la chacra.
- A veces hace difícil la mecanización.
- Los árboles jóvenes, recién plantados o provenientes de la regeneración natural, deben ser protegidos para evitar su daño por el ramoneo de los animales en pastoreo.
- Puede tener o albergar plagas que puedan afectar a los cultivos.
- Para los productores es difícil conseguir comercialmente semilla o árboles jóvenes para su propagación o trasplante.
- Pueden servir de refugio a las aves granívoras que se comen las cosechas.

- La tenencia de árboles también constituye una posible restricción. En algunos casos, la tierra en la cual los árboles pueden ser plantados y protegidos no pertenece a aquellos que los plantaron. De manera que los que las plantaron pueden no estar legalmente autorizados para hacer usufructo de los árboles y su producción. Aún más, en algunos países existen leyes que restringen la cosecha/tala de los árboles para cualquier propósito, sin considerar al dueño de la tierra en que se encuentran plantados. El tamaño del terreno puede afectar el tipo de insumos. En áreas con una alta presión poblacional y suelos pobres, los predios pueden resultar demasiado pequeños como unidades confiables de producción. En este caso, es necesario hacer algún tipo de esfuerzo cooperativo.

En un sistema agroforestal, hay que buscar un equilibrio intentando conseguir el máximo de ventajas con el mínimo de desventajas. Para ello, basándose en las condiciones ecológicas del sitio (suelo, clima, etc.) debemos elegir las especies de árboles más adecuados y estudiar como plantarlos para nuestro propósito específico (BERMEJO y PASETTI 1985).

2.5. Función de los árboles en los sistemas agroforestales

Los nutrientes que no son fijados en la biomasa se disuelven en el agua. El agua filtra hacia las capas profundas del suelo y lixivia los nutrientes valiosos, entre ellos los minerales (especialmente fosfato y potasio). Los minerales de esta manera dejan de estar disponibles para la producción vegetal porque las raíces no penetran tan profundamente, pero como los

árboles tienen raíces más profundas, succionan agua desde lo más hondo hacia arriba. En el árbol el agua es un medio de transporte y puede elevar los nutrientes lixiviados hacia sus hojas y al final a las capas superiores del suelo (REINTJES *et al.*, 1992).

El nitrógeno se encuentra en abundancia en el aire como un gas atmosférico. Mediante las plantas leguminosas (familia Fabaceae) que viven en simbiosis con la bacteria *Rhizobium*, es posible fijar el nitrógeno e incorporarlo al suelo de una manera gratuita. El contenido de nitrógeno de las plantas leguminosas es elevado, en consecuencia su hojarasca sirve como abono nitrogenado. Una manera muy barata para suministrar nitrógeno al cultivo es sembrar árboles o plantas leguminosas como "abono verde". Existen leguminosas de cobertura que tienen la característica de crecer muy agresivamente que puede ser aprovechado para reducir la mala hierba (CIDICCO, 1997).

Dentro de las leguminosas, mas de un 90% de especies de las sub familias Mimosaceae (*Acacia*, *Prosopis*) y Papilionaceae (*Pterocarpus*) son fijadores de nitrógeno, pero sólo aproximadamente un 34% de los *Caesalpinaceae* presenta esta característica. Además de las leguminosas, existen otras familias de plantas con capacidad fijadora de nitrógeno a través de asociaciones con actinomicetos del género *Frankia*, tales como: Betulaceae ("aliso"), Casuarinaceae ("casuarina"), Myricaceae, etc., los mismos que son ampliamente utilizados en sistemas agroforestales por su capacidad fijadora de nitrógeno. Muchas especies de árboles y arbustos fijadores de N sirven para múltiples usos, por lo cual son componentes importantes de muchos sistemas

agroforestales tales como: Forraje (*Leucaena*, *Prosopis* y algunas *Acacias*), cultivos en callejones (*Leucaena*), cultivos mixtos (*Albizia*, *Erythrina*, *Inga*, *Leucaena*, *Sesbania*), leña y carbón (*Prosopis*, *Acacia*, *Casuarina*, *Leucaena*, *Albizia*), cortinas rompevientos (SOTO, 2000).

2.6. Técnicas agroforestales y estados de desarrollo

La introducción de técnicas agroforestales contribuye a aumentar la producción y productividad agrícola en tierras marginales y a recuperar tierras que han dejado de ser productivas, elevando el valor de estos. En este sentido, la agroforestería constituye una alternativa para el desarrollo rural. Los sistemas agroforestales tradicionales en el Perú, varían de acuerdo a la región geográfica en que se desarrollan (CARHUAPOMA, 1997).

La agroforestería, en su esquema tradicional, ha sido practicada en la Republica Dominicana desde hace muchas décadas. Es conocida como una asociación de cultivos y, básicamente, ha respondido a patrones de agricultura de subsistencia ("conuco"), así como al establecimiento de plantaciones que requieren de sombra (café y cacao) y a las delimitaciones de propiedades y potreros (MORILLO, 1997). En el Perú podemos citar los principales sistemas agroforestales con los componentes *Theobroma cacao* L; *Coffea arabica*, y cítricos.

a. Cacao bajo sombra

Se establece este sistema, haciendo un raleo del bosque natural dejando en pie solo los árboles de *Erythrina arborea*, que servirán de sombra

para el cultivo del cacao. La densidad de la *Erythrina arborea* varia entre 25 y 700 ejemplares por hectárea y la del cacao entre 600 y 800 (MORILLO, 1997). Las siguientes especies se consideran en distintas regiones eficaces en la arborización permanente del cacao:

- *Cedrella odorata* (cedro amargo, cedro mejicano).
- *Erythrina* sp. (*E. cusca*, *E. glauca*, *E. vertutina*, *E. poeppigiana*, *E. indica*, *E. lithosperma*, *I. edulis*).
- *Inga* sp. (*I. edulis*, *I. laurina*, *I. oestadiana*), son conocidas mas de 10 especies de *Inga*, comúnmente nombrados "guabas" (HERNANDEZ, 1991).

En la zona de Tingo María y Aucayacu se identificaron 25 técnicas de agroforestería, de los cuales dos tienen el componente cacao (RIOS, 1992) y son los siguientes:

- Cacao bajo sombra de guaba.
- Plátano asociado con cacao bajo sombra de palto.

b. Café bajo sombra de guaba o pacaé (*Inga* sp.)

El cultivo del café (*Coffea arabica*) en la Alta Amazonía se encuentra casi siempre asociado con especies arbóreas mejoradoras de suelos. El género *Inga* perteneciente a las Mimosoideas, es el más usado y se conocen más de 30 especies que se usan para tal fin en los diferentes países. Ha quedado demostrado que las guabas, producen la mayor cantidad de

hojarasca, con lo cual se garantiza un mantillo antierosivo sobre el suelo de buena calidad. Según (CATIE, 1986) se ha investigado que las guabas producen entre 38 a 67 kg/ha/año de nitrógeno en el suelo, dependiendo esto de la densidad de los árboles.

En el distrito de Villa Rica, Perú; manejan la asociación café con guaba de la siguiente manera: Los árboles de *Inga* se mantienen a una densidad de 70-120 por hectárea, con podas periódicas anuales (manejo de sombra). La densidad no es constante, es mayor en áreas donde el terreno tiene inclinación hacia el oeste y menor en inclinaciones hacia el este. La sombra nunca debe exceder a un 40% del filtraje de luz, la poda de la sombra se realiza bajo este criterio al final de la última cosecha, realizando una poda parcial de las ramas excedentes, para lograr así mayor luminosidad antes de la floración del café. Los cafetos se mantienen en una densidad entre 5000 y 7000 plantas por hectárea. Se usan actualmente (desde 1985) las variedades enanas de Catimores, por su alta productividad y relativa resistencia a la "roya amarilla del cafeto", *Hemileia vastatrix*.

c. Café con árboles diversos

En las vertientes orientales de los Andes, desde Colombia hasta Bolivia, se cultiva el café, usando como sombra los árboles del bosque. Este sistema agroforestal difiere entre los países de acuerdo a la flora y a la utilidad que se da a cada especie de árbol (CASTAÑEDA, 1997).

Cuadro 1. Especies forestales usadas en sistemas agroforestales en diferentes países.

País	Especies usadas para sombra
Colombia 500-2000 msnm	<i>Laplacea fruticosa</i> (quino blanco), <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (caro), <i>Erythrina poeppigiana</i> (bucare).
Ecuador 600-2000 msnm	<i>Astrocaryum chambira</i> (chambira), <i>Bactris gasipaes</i> (chontaduro), <i>Iriartea cornuta</i> (pambil), <i>Cedrela odorata</i> (cedro), <i>Jacarandá copaiba</i> (jacarandá), <i>Pollalesta karstenii</i> (pigüe), <i>Cordia alliodora</i> (laurel).
Perú 600-2000 msnm	<i>Nectandra</i> sp. (moena), <i>Clarisia racemosa</i> (tulpai), <i>Juglans neotropica</i> (nogal), <i>Bixa platycarpa</i> (achiote caspi), <i>Virola</i> sp. (cumala), <i>Cedrela odorata</i> (cedro), <i>Cedrelinga catenaeformis</i> (tornillo), <i>Bactris gasipaes</i> (chonta), <i>Brosimum</i> sp. (congoná), <i>Ocotea</i> sp. (moena), <i>Vismia</i> sp. (café de monte), <i>Podocarpus rospigliosii</i> (ulcumano), <i>Podocarpus montanus</i> (diablo fuerte), <i>Wettinia</i> sp. (camonilla), <i>Iriartea</i> sp. (camona), <i>Cordia alliodora</i> (anona de monte), <i>Guarea</i> sp. (requia).
Bolivia 400-2000 msnm	<i>Ocotea puberula</i> (laurel), <i>Nectandra</i> sp. (laurel), <i>Iriarte</i> sp. (palma cacho), <i>Endlicheria</i> sp. (laurel), <i>Cedrela fissilis</i> (cedro), <i>Swietenia macrophylla</i> (mara), <i>Hura crepitans</i> .

Fuente: YALTA (2003).

d. Cítricos con “pashaco” (*Schizolobium amazonicum*)

En la zona de Pichanaqui, en Perú, se asoció una parcela de naranja ‘Valencia’ (2 ha) con “pashaco”, a un distanciamiento irregular, con una densidad de 31 árboles por hectárea. Los árboles son de regeneración natural, y fueron raleados para llegar a esta densidad. El “pashaco”, con la copa elevada y el fuste recto y de 15 m de alto, no interfiere con la plantación de naranja (ORE, 2006).

e. Cítricos con “bolaina blanca” (*Guazuma crinita*)

La “bolaina blanca” es una especie de rápido crecimiento y alto poder de regeneración, que habita naturalmente las playas inundables y las terrazas aluviales. Se regenera en manchales de hasta 2000 árboles por hectárea. La madera se usa para cajones de fruta y para la elaboración de mondadientes, artículo para el cual es una de las especies preferidas. La asociación de esta especie es muy común, ya que tiene un mercado bastante asegurado y su crecimiento erecto y rápido, produce en sólo 8 años un ingreso adicional para el productor (YALTA, 2003).

2.7. Opciones de manejo agroforestal

2.7.1. Cultivos en hileras en áreas de alto potencial

El cultivo intercalado constituye un sistema apropiado para los huertos domésticos y para las tierras cultivables (ALTIERI, 1997). Este sistema puede ser beneficioso por lo siguiente:

- Proporciona abono verde o mulch para cultivos asociados de alimentos y regula los nutrientes de las plantas desde las capas más profundas del suelo.
- El material podado se aplica como mulch y proporciona sombra durante la temporada otoñal.
- Elimina las malezas.

- Proporciona las condiciones favorables para los macro y microorganismos del suelo; y al sembrarlo a lo largo del contorno del terreno elevado, proporciona una barrera para el control de la erosión del suelo.
- Realiza podas para la obtención de forraje, materiales para estacas y leña.
- Proporciona nitrógeno, biológicamente fijado, al cultivo asociado.

2.7.2. Banco de forraje (para corte)

Es de gran utilidad el establecimiento de bancos de forraje en lugares donde existe una alta densidad de población y mercados cercanos para los productos del ganado. Los bancos de forraje pueden mejorar la calidad y disponibilidad de forraje, sobre todo a fines de la estación seca o a comienzos de la estación húmeda. Además, estos bancos restablecen/mejoran el contenido de material orgánico y de nutrientes del suelo. El crear estos bancos de árboles facilitará la obtención de madera para cercos. Los cultivos puros (bloques, fajas, líneas) de árboles (principalmente forraje de hojas) se pueden plantar cerca de los corrales del ganado, en los jardines del predio, en tierras arables y áreas de pastoreo, y a lo largo de los cursos de agua y alrededor de los márgenes de regadío. El sistema agrícola apropiado para los bancos de forraje es en pequeños predios, donde hay un uso intensivo de la tierra, un sistema de alimentación en corral y una alta cantidad de mano de obra por animal (CIDICCO, 1997; PACHECO, 1997).

2.7.3. Bancos de forraje (para pastoreo)

Los bancos de forraje para el pastoreo, por lo general, se ubican en las áreas de pastoreo. Pueden estar en los cerros (principalmente especies con vainas) y en tierras elevadas a lo largo de los cursos de agua. Los bancos de forraje para el pastoreo mejorarán la existencia y calidad del forraje en zonas cuya densidad de población es baja a media, y mejorarán/restaurarán los nutrientes del suelo y el nivel de la materia orgánica. Una combinación de árboles (vainas y hojas) y pastos (cercados) se pueden plantar en bloques. Las especies de vainas y las especies foliares deberían plantarse a lo largo de los cercos. Los árboles aislados necesitan ser protegidos por espinas. Las especies proporcionarán un complemento alimenticio para el ganado durante las lluvias. Las especies seleccionadas se deben adaptar al suelo y clima local y además tener otros atributos como palatabilidad, alto contenido proteínico, facilidad de establecimiento al sembrar semillas o transplantar directamente (CIDICCO, 1997; PACHECO, 1997).

2.7.4. Mejoramiento de los frutales

En el huerto y el área arable del predio es útil añadir árboles frutales. Los árboles aislados, plantados cerca del hogar, permitirán la protección de los animales. Los árboles frutales también se pueden plantar para crear límites alrededor del predio. Esto mejorará la nutrición, producirá frutas para la venta y proporcionará sombra y leña. El uso del sistema está limitado por la disponibilidad de las variedades de frutas (RÍOS, 1992; ORE, 2006).

2.7.5. Bordes y cercos vivos

Los bordes y cercos vivos son útiles en áreas con una densidad de población alta a media y donde los animales deambulan libremente en el sector (PACHECO, 1997; CATIE, 1986). Los cercos o bordes vivos proporcionan una alternativa a los cercos construidos, puesto que:

- Demarcan los límites por ejemplo entre/alrededor de escuelas, predios y campos (en especial prados en sistemas de pastoreo).
- Protegen de la devastación causada por el ganado que pastorea libremente, por ejemplo, tierras de cultivo, huertos, semilleros, bosquetes forestales, embalses, bancos de proteínas (sistemas de pastoreo), huertos de verduras y casas.

Además, los cercos pueden ofrecer beneficios secundarios, tales como la reducción de la influencia adversa del viento, y proporcionan no sólo material orgánico a suelos adyacentes, sino también diversos productos a las comunidades locales (leña, palos, frutas, fibra, medicina, etc.).

2.7.6. Cultivo intercalado o combinado

El cultivo intercalado o combinado es más útil en suelos pobres o que se agotan fácilmente, en tierras planas o con poca pendiente y en áreas con una densidad de población media (CATIE, 1986; CARHUAPOMA y PORTUGUEZ, 1997). Este sistema servirá para restaurar/mejorar los nutrientes del suelo y para aumentar la materia orgánica. Aquí el sistema agrícola

apropiado es un cultivo permanente, predios de tamaño pequeño a medio que utilicen un requerimiento de mano de obra medio, por unidad de tierra, y que no críen animales (cuando hay una alta densidad arbórea).

2.7.7. Plantación de árboles domésticos/industriales en estratos múltiples

El cultivo de árboles en estratos múltiples se adapta mejor a los huertos familiares y al estrato más alto de árboles productivos en cercos o plantaciones (CARHUAPOMA y PORTUGUEZ, 1997). La plantación de multiestratos es apropiada en áreas donde existe una alta densidad de población y donde existe un régimen de lluvias considerable; aportará recursos para los productos de los árboles, algunos de los cuales abastecerán las necesidades de la familia. Esto también puede reducir los gastos de dinero y puede aumentar el ingreso de éste. Los sistemas de cultivo de árboles en estratos múltiples son apropiados para los sistemas agrícolas pequeños con un alto requerimiento de mano de obra por área.

2.7.8. Plantación de árboles alrededor de canales de riego y embalses

Plantar árboles alrededor de canales de riego y embalses es apropiado donde exista una densidad alta de población o haya una gran cantidad animales. El plantar árboles reducirá el daño causado a los canales de riego y embalses por el ganado. Proporcionará, además, materiales para los productos de madera que se consumen en el hogar o que se venden. Los

árboles se pueden plantar en franjas o en bosquetes. Una combinación de árboles con pasto también ayuda. La plantación también se puede separar y combinar con especies de estratos múltiples. El sistema agrícola apropiado es un predio pequeño ó mediano con un cultivo permanente (CATIE, 1986; CARHUAPOMA y PORTUGUEZ, 1997).

2.7.9. Plantación de bosquetes para leña y postes

La plantación de bosquetes para leña y postes es apropiada para áreas deforestadas y para todas las zonas con un mercado para postes y/o leña. Dichos bosquetes pueden producir leña/postes para satisfacer las necesidades familiares y/o las necesidades de la industria familiar. También pueden proporcionar dinero para la familia. Los bosquetes deben cercarse, se recomienda poner cercos vivos, donde sea posible, dentro del área de protección que ofrecen los postes. Se recomienda además, utilizar "rompe fuegos". El sistema agrícola apropiado es el predio de mediano a grande con un requerimiento de mano de obra de bajo a medio por área unitaria. El sistema también es apropiado para los predios de tabaco (para la construcción de establos y para la curación) y en las pequeñas industrias, por ejemplo, albañilería y pequeñas minas (FLOAGRI, 2006; YQUISE, 2007).

2.8. Diferencia entre un sistema agroforestal tradicional y un sistema agroforestal convencional

2.8.1. Agroforestería tradicional

Los sistemas agroforestales tradicionales constituyen una fuente importante de productos madereros y además conservan una gran variedad de especies agrícolas, hortícolas, ornamentales y medicinales. Muchos agricultores presentan muy rico en biodiversidad (NEILL, 1999), y conservan sus huertos tradicionales mixtos con base en el cultivo de cacao (TORRES Y ALAVA, 1995), lo que hace suponer que poseen conocimientos tradicionales acerca del uso y manejo de las especies. El sistema de producción agrícola tradicional, "sorprende por su alta adaptación ecológica, con formas de aprovechamiento sostenido y diversificado, sin deterioro biológico y edáfico apreciable" (NATIONS y NIGH, 1980).

Los colonos amazónicos realizan una selección del terreno con la identificación de plantas indicadoras de buena fertilidad de los suelos. Aprovechan los recursos forestales en las parcelas seleccionadas, con varios años de anticipación a la apertura de las parcelas, y posteriormente, en trabajos conjuntos de la familia nuclear, practican la roza – tumba – quema de la vegetación no útil culturalmente. Practican labranza mínima y siembran simultáneamente numerosas especies cultivadas de ciclo corto no leñosas, con especies leñosas perennes y el manejo de la vegetación en regeneración natural. El aprovechamiento consiste en la producción temporal de cultivos no

leñosos con uso intensivo de mano de obra en los desyerbos, y la cosecha de los componentes perennes leñosos con manejo de limpiezas temporales o parciales de la vegetación sucesional, con el propósito de favorecer la fenología reproductiva de las especies cultivadas y el crecimiento de las especies útiles de la regeneración natural (RIOS, 1992; FLORES, 1998).

2.8.2. Agroforestería convencional

Del sistema tradicional se adoptó el fundamento tecnológico de adaptación de la planta al suelo es decir, el arreglo de especies de acuerdo a la estructura y la dinámica particular de cada especie; introducción de nuevos cultivos mejorados genéticamente y uso de árboles de uso múltiple con mayor valor económico; a fin de orientar las plantaciones que maximice la eficiencia fotosintética de todos los componentes, que conforman un sistema agroforestal. Se considera también el manejo de la materia orgánica, generada en el sistema y uso de leguminosas enriquecedoras de la fertilidad del suelo a fin de optimizar el rendimiento y generar mayores ingresos (FLORES, 1998; YALTA, 2003 y ORE, 2006).

2.9. Caracterización de un sistema de producción

Para caracterizar un sistema de producción se debe considerar los componentes que cuentan los sistemas como del tipo físico (suelo y agua), componentes biológicos (especies agrícolas, forestales y animales), socioeconómico (instalaciones, instrumentos de trabajo capital, el productor y su familia). Los estudios de caracterización y tipificación nos permiten realizar

una mejor planificación y distribución más eficiente de los recursos destinados a mejorar el funcionamiento de los diferentes sistemas productivos que conforman el entorno de la población estudiada. Para realizar un estudio de caracterización y tipificación existe una gran diversidad de técnicas, de las cuales el investigador debe seleccionar aquellas que considere más adecuadas a sus datos y sobre todo a su objetivo científico. El alto grado de heterogeneidad que existe entre las explotaciones que conforman una población dificulta la toma de decisiones de carácter transversal. En tal sentido al agrupar las explotaciones de acuerdo a sus principales diferencias y relaciones, se busca maximizar la homogeneidad dentro de los grupos y la heterogeneidad entre los grupos. La metodología de investigación relacionada con los sistemas de producción, tiene como base el conocimiento de los factores (exógenos y endógenos) que intervienen en los mismos, como una necesidad obligada para el desarrollo de alternativas de gestión (CASTALDO *et al.*, 2003).

2.10. Biodiversidad

La diversidad biológica o biodiversidad, se refiere a la variabilidad de todos los organismos vivos y los complejos ecológicos en los cuales estos ocurren. La biodiversidad puede medirse en tres niveles jerárquicos: genéticos, de especies y de ecosistemas. Aunque la biodiversidad existe en estos tres niveles, muchas veces la biodiversidad es medida de manera simple como el número de especies presentes en un área o el número de especies diferentes y

su frecuencia relativa. En parte, esto se debe a que las especies son las unidades mejor entendidas por las personas, y en parte porque es mucho más fácil contar las especies que cuantificar su diversidad genética o del ecosistema. Sin embargo, es importante recordar que la biodiversidad abarca no solo el número de especies presentes, sino también la diversidad de los genes dentro de cada especie y las interacciones entre especies y con su ambiente. Los tres niveles de biodiversidad son cruciales para la sostenibilidad y funcionamiento de la tierra (PAGIOLA *et al.*, 1997).

2.11. Mantenimiento y manejo de la biodiversidad de un sistema agroforestal

Se logra por el efecto combinado de varias acciones:

- Diversidad florística al incluir especies de plantas de diferentes formas de vida (arbustos y árboles hierbas, epífitas, lianas,) con diferentes arquitecturas.
- La inclusión de especies nativas (especialmente aquellas que producen flores, frutos o recursos que son importantes para la vida silvestre).
- El mantenimiento de la cobertura todo el año.
- Variedad de micro habita por retención de árboles muertos, troncos de árboles caídos y desechos de hoja.

Las especies arbóreas y arbustivas, presentan un sistema radicular mucho más penetrante, que las gramíneas, lo cual les permite captar agua y nutrientes en perfiles del suelo más profundos, mejorando de esta manera la tolerancia de estas plantas al estrés de sequía.

El componente arbóreo en los SAF contribuyen a mantener la cantidad y calidad de agua por el aumento de la intercepción de la lluvia y las nubes (lluvia horizontal), por la modificación de la transpiración y retención de agua en el suelo y por tanto, reduciendo la escorrentía e do corredores y/o puntos discontinuos de paso; o como amortiguadores de bosques y áreas protegidas. (JIMÉNEZ, 2001).

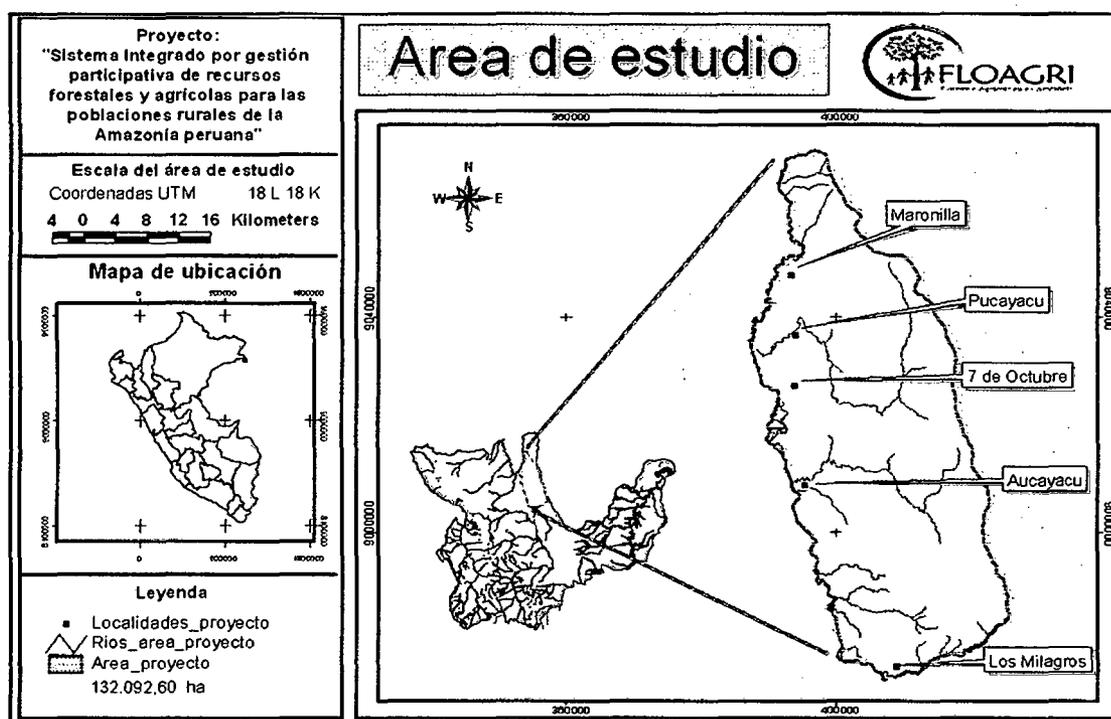
III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Características del lugar de ejecución

3.1.1 Ubicación

La zona de estudio estuvo ubicada en la margen derecha del río Huallaga, en el distrito de José Crespo y Castillo. El área fue dividido en 4 sectores, tal como se presenta en la Figura 1:

- Sector A: Los Milagros
- Sector B: Aucayacu
- Sector C: 7 de Octubre – Pucayacu
- Sector D: Maronilla



Fuente: FLOAGRI 2006

Figura 1. Ubicación del área de estudio.

3.1.2. Ubicación política

Políticamente, la zona de estudio se encuentra ubicada en el distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco.

3.1.3. Ubicación geográfica

La zona de estudio se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas: 360000 E, 8980000 N; y 420000 E, 9080000 N (Anexo 3).

3.1.4. Clima y ecología

Según UFSC (2002), la zona de estudio presenta una precipitación anual de 2450 mm, con temperaturas medias anuales que oscilan alrededor de los 24°C y humedad relativa del 86%. Asimismo, FLOAGRI (2006) ha identificado para el área de estudio tres Zonas de Vida y una transicional: Bosque Húmedo Tropical (transicional a bmh-PT), Bosque Húmedo Tropical (bh-T), Bosque Pluvial Pre-Montano Tropical (bp -PT) y Bosque Muy Húmedo Pre-Montano Tropical (bmh-PT). El estudio se realizó del 01-06 al 15-12-2006.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales de campo

- Forcípula: material para determinar diámetro a la altura del pecho (DAP) del árbol.
- Clinómetro: utilizado para la obtención de la lectura porcentual de la altura del árbol.
- Estéreo: material de un metro cúbico para determinar el volumen de madera en forma directa.
- Formato de encuestas.

3.2.2. Equipos de campo

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
- Cámara fotográfica.

3.2.3. Materiales y equipo de gabinete

- Calculadora.
- Equipo de cómputo.

3.3. Metodología

3.3.1. Fase preliminar

a. Determinación del área de estudio

El equipo técnico del Proyecto Floresta y Agricultura en la Amazonia Perú (FLOAGRI), realizó un recorrido exploratorio de la cuenca media del río Huallaga con el fin de identificar el área de estudio, tomando como elemento de análisis el concepto de cuenca y micro cuenca. En este proceso se dialogaron con los responsables y ejecutivos de las diversas instituciones y organizaciones de desarrollo que están trabajando en esta zona.

Luego de este recorrido se determinó que la zona de estudio se encuentra ubicada en la margen derecha de la cuenca media del río Huallaga, distrito de Aucayacu, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huanuco. Donde para facilitar el estudio, la zona se dividió en cuatro sectores (microcuencas), los cuales son: Los Milagros, Aucayacu, 7 de Octubre – Pucayacu y Maronilla.

b. Selección de los predios demostrativos (PDs)

El proyecto FLOAGRI – Perú, planificó visitas a los sectores identificados con el fin de seleccionar a las PDs a evaluarse. Los cuales deberían de cumplir con algunos criterios: Ser líder en el sector, realizar actividades agrícolas y/o pecuarias, existencia de bosque primario o secundario, y en sus estructuras productivas debería de existir SAF (Sistemas agroforestales), además de aceptar que su propiedad sea intervenida en el estudio. Considerando estos criterios se seleccionó 9 predios demostrativos (PDs) distribuidos de la siguiente manera: 5 PDs en el sector de Maronilla, un (01) PD en el sector de Pucayacu – 7 de Octubre, dos (02) PDs en el sector de Aucayacu y un (01) PD en el sector de Los Milagros (Cuadro 2).

Cuadro 2. Propiedades demostrativas seleccionadas en el área de estudio.

Sector	Propietario	Extensión total (ha)	SAF (ha)	Bosque (ha)	Otros (ha)*
Maronilla	Heraclio Roque Jurado	30.42	5.23	9.37	15.82
	Joselito Panduro Soto	11.41	1.32	--	10.09
	Simeón Juanan Ramírez	19.48	2.62	4.92	11.94
	Edmundo Sajami Cometivos	32.02	2.91	3.82	25.29
	Vidal Murayari Silva	11.19	1.54	5.41	4.24
Pucayacu, 7 de octubre	Eugenio Malpartida de la Cruz	26.00	3.60	2.00	20.40
Aucayacu	Antonio Chero Ramos	73.73	3.24	22.40	48.09
	Fortunato Contreras Bravo	85.33	1.23	5.16	78.94
Los Milagros	Anselmo Cenepo Pinedo	48.83	1.38	21.65	25.80

* Incluye cultivos de plátano, yuca, café, cítricos, papaya y pastos.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Fase de campo

a. Georreferenciación de los PDs e identificación de los SAF

Se georeferenció el área total de los PDs, áreas destinadas a la actividad agrícola, incluido los SAF y bosque, esto se realizó con GPS (Sistema de Posicionamiento Global), con ayuda del software Arc View GIS se determinó los mapas del sistema de uso del suelo de los PDs, el cual sirvió para la identificación de los SAF, con sus áreas respectivas.

b. Entrevistas interactivas

Esta técnica permitió recopilar información sobre el manejo de los SAF, criterios utilizados para la selección de las especies retenidas en sus cultivos, usos y contribución del componente arbóreo en la economía familiar. También se consideró temas sobre las actividades productivas realizadas, y sobre los aspectos biofísicos y socioeconómicos de los PDs.

c. Identificación de los componentes del SAF

La identificación de los componentes de los SAF, se realizó por estratos:

- **Estrato inferior:** Se evaluó en forma visual las especies mas representativas menores a 30 cm. de altura en el cual se encuentran malezas y cobertores del suelo, donde se identificó las especies de mayor cobertura en el SAF.

- **Estrato medio:** Se consideró al cultivo agrícola principal, en este estrato tomaron las dimensiones entre filas e hileras, para calcular el número de plantas.
- **Estrato superior:** Se evaluaron las especies arbóreas y arbustivas presentes, se registró diámetro a la altura del pecho (DAP), altura comercial y altura total.

Para la identificación de las especies vegetales de los estratos superiores e inferiores que se registran en los SAF se contó con el apoyo de un experto en identificación de especies forestales y cobertura de la zona de estudio.

3.3.3. Fase de gabinete

Se realizó la sistematización, análisis e interpretación de la información obtenida de cada PDs, para su comparación en base a los objetivos de la investigación.

a. Determinación los beneficios económicos y la rentabilidad económica de los SAF

Con la información obtenida en las entrevistas interactivas y en la intervención de los SAF se determinó el beneficio y la rentabilidad económica de cada SAF encontrados en los PDs (SOTO, 2000).

a.1. Beneficio neto (BN)

Se calculó mediante la diferencia del flujo de ingresos totales y el flujo de costos totales; algebraicamente se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$BN = Yt - Ct$$

Donde.

BN = Beneficio neto

Yt = Ingresos totales obtenidos en la vida del sistema

Ct = Costos totales generados en la vida del sistema

Para la determinación del beneficio de los SAF, se consideró el valor del estrato superior o componente arbóreo, el cual se determinó de la siguiente manera:

$$AB = \frac{\pi}{4} \times d^2$$

Donde:

AB = Área basal en m²

3.1416 = Valor de pi

d = Diámetro

$$V (m^3) = AB \times Hc \times 0.65$$

Donde:

V (m³) = Volumen madera (m³)

AB = Área basal

Hc = Altura comercial (m).

0.65 = Constante

1 m³_(r) = 220 pies tablares para madera aserrada

Valor del componente arbóreo = Pies tablares de madera x precio unitario

Para los árboles usados como leña se consideró el siguiente criterio:

$$0,6 \text{ m}^3_{(r)} = 1 \text{ Estéreo}^*$$

$$1/3 = 30 \text{ rajas de leña}$$

$$4 /3 = 1 \text{ Estereo}^*$$

$$1/3 = 5 \text{ soles}$$

Se determinó el valor de los árboles frutales por la cantidad de frutos producidos por año y las especies para uso energético.

a.2. Valor actual neto (VAN)

Se determinó utilizando el programa Microsoft Excel, que nos indica la suma de los beneficios netos actualizados; es decir, la sumatoria de los beneficios actualizados menos los costos actualizados. Algebraicamente se expresa de la siguiente manera:

$$\text{VAN} = \sum \text{BN} / (1 + i)^N$$

Donde:

BN = Beneficio Neto en el tiempo n

i = Taza de descuento = 14%

N = Tiempo

* Es la unidad que se emplea en Europa para medir rollos y madera de pequeña dimensión. Equivale a $0,785 \text{ m}^3$ de volumen sólido con corteza, variando, por tanto, en función de la especie, de la curvatura, de la conicidad, etc

Además, para el cálculo del VAN se consideró como componente agrícola a los cultivos de *Theobroma cacao* L., "cacao" (hibrido e injerto) y el *Myrciaria dubia* H.B.K. "camu camu"; así mismo a las especies forestales maderables y de sombra.

3.3.4. Análisis estadístico

Las variables cuantitativas y cualitativas obtenidas a través de la encuesta de diagnóstico rápido y entrevistas fueron analizadas con una metodología propuesta para trabajos de tipificación aplicando el método multivariado de análisis conglomerado o Cluster; los datos obtenidos se procesaron utilizando los programas de Sistema de Análisis Estadístico (SAS) versión 8 para Windows y Microsoft Excel.

a. Análisis de Clusters

El método de análisis de Clusters, también conocido como análisis de conglomerados, básicamente es una técnica para buscar agrupaciones, a partir de "n" unidades (sistemas agroforestales en nuestro caso) de tal forma que las unidades dentro de los grupos sean más parecidos en el sentido de similitud, distancia o en cualquier otra medida de las unidades en diferentes grupos o conglomerados.

Para el presente análisis se aplicó la técnica de Ligamiento Simple mediante el paquete de SAS y la Distancia Euclídiana. El ligamiento simple usa el algoritmo que trabaja a partir de la matriz de distancia al cuadro y en primer lugar reúne dos de los elementos más cercanos, dado que busca una menor distancia D^2 (POCOMUCHA, 1993).

La Distancia Euclidiana, es la medida más común que se aplica en los sistemas agroforestales, que mide la semejanza entre dichos sistemas o Unidades Taxonómicas Operativas (OTUs), la cual se puede definir como una relación entre puntos en un espacio Euclidiano, y ello puede ser calculado utilizando la fórmula de Pitágoras y es presentado de manera general como:

$$D_{jk} = \left[\sum_{i=1}^n (X_{ij} - X_{ik})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

D_{jk} = Distancia Euclidiana entre los sistemas agroforestales "j" y "k".

X_{ij} = Valor de la i-ésima variable en el sistema agroforestal "j".

X_{ik} = Valor de la i-ésima variable en el sistema agroforestal "k".

N = Número de variables encuestadas y evaluadas

3.5. Determinación de la diversidad

Se evaluó la variabilidad en cuanto se refiere al número de especies o unidades taxonómicas o riquezas encontradas (S), correspondientes a los sistemas de uso evaluados (BEGON *et al.*, 1995; RAMIREZ, 1999), donde la diversidad de especies se determinó mediante el Índice de Shannon Wiener y Equitatividad, utilizando la siguiente ecuación matemática:

a. **Índice de Shannon Wiener (H')**: (MAGURRAN, 1989; BEGON et al., 1995; RAMIREZ, 1999).

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

Donde:

H' = Índice de diversidad (Nats/individuo)

P_i = Frecuencia relativa (n_i/N)

S = Número total de especies de la muestra

Ln = Logaritmo natural.

b. **Índice de equidad (E)**: (RAMIREZ, 1999)

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Donde:

E = Índice de equitatividad (Nats/individuo).

H' = Índice de diversidad de Shannon Wiener.

LnS = Logaritmo natural de número de especies

IV. RESULTADOS

4.1. Identificación y clasificación de los sistemas agroforestales

En el Cuadro 3 se muestra la tipificación de los sistemas agroforestales evaluados en la zona de Aucayacu, podemos observar las diferentes edades (2-7 años) y componentes (especies forestales y agrícolas) que conforman las asociaciones de los SAFs.

Cuadro 3. Identificación y número de sistemas agroforestales evaluados en la zona de Aucayacu.

Nº	Componentes		Edad en años
	Agrícola	Forestal	
1	Cacao híbrido	<i>Guazuma crinita</i> Lam., <i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth e <i>Inga edulis</i> Mart.	2
2	Cacao híbrido	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke, <i>Cedrela odorata</i> L., <i>Swietenia macrophylla</i> King., <i>Inga edulis</i> Mart., <i>Shizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke, <i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.	6
3	Cacao híbrido	<i>Guazuma crinita</i> Lam., <i>Inga edulis</i> Mart., <i>Calophyllum brasiliense</i> C., <i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.	2
4	Cacao híbrido	<i>Guazuma crinita</i> Lam., <i>Inga edulis</i> Mart., <i>Brosimum lactescens</i> .	3
5	Cacao híbrido	<i>Guazuma crinita</i> Lam., <i>Inga edulis</i> Mart., <i>Calophyllum brasiliense</i> C.	2
6	Cacao injertado	<i>Inga edulis</i> Mart, <i>Cedrela odorata</i> L., <i>Shizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke	6
7	Cacao injertado	<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth. <i>Swietenia macrophylla</i> King y otros.	4
8	Camu camu	<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.	7
9	Cacao injertado	<i>Inga edulis</i> Mart., <i>Socratea</i> sp. y otros	3

La Figura 1 nos muestra los resultados del análisis Cluster (dendograma) que fueron obtenidos en base a la identificación de los SAFs indicados en el Cuadro 3 y utilizando el programa Sistema de Análisis

Estadístico (SAS) versión 8 para Windows. El dendograma nos indica la clasificación de los sistemas agroforestales en dos conglomerados (Grupos 1 y 2) considerados como SAFs tradicionales y convencionales.

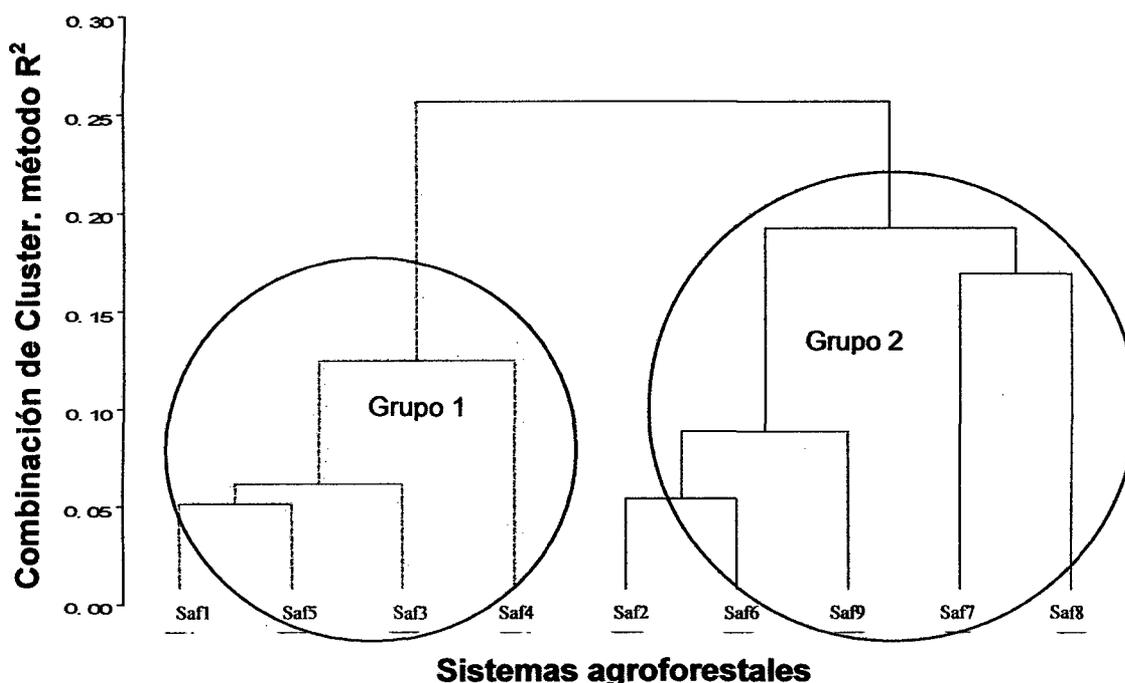


Figura 1. Análisis de agrupación de los 9 sistemas agroforestales, obtenidos mediante el análisis Cluster, método R cuadrado.

4.2. Vegetación de los estratos inferior y superior de los sistemas agroforestales

En el Cuadro 4 se muestra la determinación de las vegetaciones existentes en los estratos inferiores (7 especies) y superiores (33 especies) en los SAFs evaluados, en los sectores Maronilla, 7 de Octubre-Pucayacu, Aucayacu y Los Milagros.

Cuadro 4. Vegetación de los estratos inferior y superior en los sistemas agroforestales evaluados en los sectores Maronilla, 7 de Octubre- Pucayacu, Aucayacu y Los Milagros.

Sector	SAF	Especies/estrato			
		Inferior	% de cobertura	Superior	Nombre común
Maronilla	1	<i>Commelina diffusa</i> burn.f. (Comelina)	60	<i>Guazuma crinita</i> Mart. <i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth <i>Inga edulis</i> Mart.	Bolaina blanca Capirona Guaba
	2	<i>Acaena elongata</i> L. (Amor seco)	50	<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth <i>Swietenia macrophylla</i> King. <i>Cedrela odorata</i> L. <i>Inga edulis</i> Mart. <i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke	Capirona Caoba Cedro Guaba Tornillo Pashaco
	3	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link (Arrocillo) <i>Phyllanthus niruri</i> L. (Chanca piedra)	30 20	<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth <i>Guazuma crinita</i> Mart. <i>Inga edulis</i> Mart.	Capirona Bolaina blanca Guaba
	4	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link (Arrocillo) <i>Phyllanthus niruri</i> L. (Chanca piedra)	20 45	<i>Calophyllum brasiliense</i> camb <i>Guazuma crinita</i> Mart. <i>Citrus sinensis</i> L. <i>Inga edulis</i> Mart. <i>Calophyllum brasiliense</i> camb <i>Couma utilis</i> Muell, Arg.	Lagarto caspi Bolaina blanca Naranja Guaba Lagarto caspi Leche caspi
	5	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link (Arrocillo)	40	<i>Guazuma crinita</i> Mart. <i>Inga edulis</i> Mart. <i>Calophyllum brasiliense</i> camb.	Bolaina blanca Guaba Lagarto caspi
7 de Octubre - Pucayacu	6	<i>Phyllanthus niruri</i> L. (Chanca piedra) <i>Mansoa alliacea</i> (Lam.) A. Gentry (Ajo sacha)	25 35	<i>Cedrela odorata</i> L. <i>Inga edulis</i> Mart. <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke	Cedro Guaba Pashaco

Continuación (Cuadro 4)...

Sector	SAF	Inferior	% de cobertura	Especies/estrato	
				Superior	Nombre común
Aucayacu	7	<i>Arachis pintoi</i> L. (Mani forrajero)	85	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Marañon
				<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola
				<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth	Capirona
				<i>Cecropia engleriana</i> Trecul.	Cetico
				<i>Cocus nicifera</i> L.	Coco
				<i>Croton draconoides</i> Muell.Arg.	Sangre de grado
				<i>Ficus insipida</i> Willdenow sub sp.	Oje
				<i>Guarea trichiloides</i> L.	Requia
				<i>Guazuma crinita</i> Mart.	Bolaina blanca
				<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke.	Pashaco
Aucayacu	8	<i>Paspalum paniculatum</i> Swartz (Toro urco)	95	<i>Matisia cordata</i> (Humb. Y Bonpl.)	Zapote
				<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.ex.Lam) Urban	Topa
				<i>Ormosia coccinea</i> Jackson.	Huayruro
				<i>Persea americana</i> Mill. Nees.	Palta
				<i>Chrysophyllum caimito</i> L.	Caimito
				<i>Spondias dulcis</i> Forest.	Taperiba
				<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Caoba
				<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth	Capirona
				<i>Guatteria melosma</i> Ruiz & Pav.	Carahuasca
				<i>Genipa Americana</i> H.B.K.	Huito
Los Milagros	9	<i>Commelina diffusa</i> burn.f. (Comelina) <i>Echinochloa colona</i> (L.) Link (Arrocillo)	45	<i>Helio carpus popayanensis</i> . HBK.	Ocuera blanca
				<i>Bactris gasipaes</i> H.B.K.	Pijuayo
				<i>Chorisia integrifolia</i> Ulbrich.	Huimba colorada
				<i>Chorisia insignis</i> HBK.	Huimba lupuna
				<i>Ficus insipida</i> Willdenow subsp.	Ojé
				<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba
				<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp y Endl.)	Papaya caspi
				<i>Matisia cordata</i> (Humb. Y Bonpl.)	Zapote
				<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.ex.Lam) Urban	Topa
				<i>Persea americana</i> Mill. Nees.	Palta
Los Milagros	9	<i>Commelina diffusa</i> burn.f. (Comelina) <i>Echinochloa colona</i> (L.) Link (Arrocillo)	30	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	Cashapona
				<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Caoba
				<i>Terminalia oblonga</i> R. y P. Stuedel.	Yacushapana
				<i>Theobroma bicolor</i> Humb & Bonpl	Macambo

4.3. Diversidad de especies en los sistemas agroforestales

En los Cuadros 5, 6 y 7 se presentan los resultados obtenidos para el número de individuos, índices de diversidad Shannon-Wiener (H'), índice de equitatividad (E) y la matriz de Índice de similitud, obtenidos utilizando el programa Microsoft Excel, para los sistemas agroforestales de los sectores Maronilla, 7 de Octubre- Pucayacu, Aucayacu y Los Milagros.

Cuadro 5. Índices de diversidad de la vegetación en los sistemas agroforestales de los sectores Maronilla, 7 de Octubre - Pucayacu, Aucayacu y Los Milagros.

Índices de diversidad	Sistemas agroforestales								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
H'	0,44	1,45	0,42	0,93	0,82	0,46	2,09	0,00	1,90
E	0,40	0,81	0,30	0,67	0,75	0,42	0,71	0,00	0,66

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

E = Índice de equitatividad

Cuadro 6. Índice de similitud de los sistemas agroforestales en los sectores Maronilla, 7 de Octubre- Pucayacu, Aucayacu y Los Milagros.

SAF	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2	44,44								
3	85,71	40,00							
4	50,00	18,18	66,67						
5	66,67	22,22	85,71	75,00					
6	33,33	66,67	28,57	25,00	33,33				
7	18,18	24,00	17,39	8,33	9,09	9,09			
8	50,00	28,57	40,00	0,00	0,00	0,00	10,00		
9	9,52	16,67	9,09	8,70	9,52	9,52	0,00	0,00	

Cuadro 7. Número de individuos por especie registrados en el estrato superior de los sistemas agroforestales evaluados en los sectores Maronilla, 7 de Octubre- Pucayacu, Aucayacu y Los Milagros.

Familia	Especie	Nombre común	Nº individuos / Sistema agroforestal									Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Marañon								5		5
	<i>Spondias dulcis</i> Forest.	Taperiba								1		1
Anonaceae	<i>Guatteria melosma</i> Ruiz & Pav.	Carahuasca									2	2
Apocynaceae	<i>Chrysophyllum caimito</i> L.	Caimito								1		1
	<i>Bactris gasipaes</i> H.B.K.	Pijuayo									1	1
Arecaceae	<i>Cocus nucifera</i> L.	Coco								5		5
	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	Cashapona									8	8
	<i>Chorisia integrifolia</i> Ulbrich.	Huimba colorada									1	1
Bombacaceae	<i>Chorisia insignis</i> HBK.	Huimba lupuna									1	1
	<i>Matisia cordata</i> (Humb. y Bonpl.)	Zapote								2	1	3
	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.ex.Lam) Urban	Topa								1	1	2
Caesalpinaceae	<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke.	Pashaco		5					17	2		24
	<i>Tachigali paniculata</i> (Aublet)	Tangarana									1	1
Caricaceae	<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp y Endl.)	Papaya caspi									1	1
Cecropiaceae	<i>Cecropia engleriana</i> Trecul.	Cetico								1		1
Clusiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth) Hook	Capirona			4	8	4					16
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> R. y P. Stuedel.	Yacushapana									1	1
Euphorbiaceae	<i>Croton draconoides</i> Muell.Arg.	Sangre de grado								2		2
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill. Nees.	Palta								5	5	10

Continuación (Cuadro 7)...

Familia	Especie	Nombre común	N° individuos / Sistema agroforestal									Total	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro		44					6				50
	<i>Guarea trichiloides</i> L.	Requia									3		3
	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Caoba		44							13	1	58
Mimosaceae	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke	Tornillo		44									44
	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba	5	8	14	62	8	152				37	286
	<i>Brosimum guianense</i> (aubl.) Huber	Ojoche				2							2
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willdenow sub sp.	Oje								1		2	3
	<i>Ficus benjamina</i> L.	Matapalo								1			1
Oxalidaceas	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola								1			1
Papilionaceae	<i>Ormosia coccinea</i> Jackson.	Huayruro								1			1
	<i>Genipa americana</i> H.B.K.	Huito										2	2
Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth	Capirona	17	4	2						39	127	189
	<i>Enterolobium scamburgkii</i> (Benth)	Dormilon								1		1	2
Rutaceas	<i>Citrus sinensis</i> L.	Naranja				15							15
Sterculiaceae	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	Bolaina blanca	154		172	152	26			4			508
	<i>Theobroma bicolor</i> Humb & Bonpl	Macambo										1	1
Verbenaceae	<i>Helio carpus popayanensis</i> . HBK.	Ocuera blanca										4	4
Total			176	149	192	239	38	175	89	127	71	1256	

4.4 Análisis de la rentabilidad económica

En el Cuadro 8, se muestra la rentabilidad económica para los nueve sistemas agroforestales determinados mediante el Valor Actual Neto (VAN) utilizando el programa de Microsoft Excel (SOTO, 2000); estos resultados se encuentran relacionados a la edad de los SAFS presentados en el Cuadro 3 y a la edad del cultivo de cacao considerado como híbrido e injerto quienes llegan a producir a la edad de tres y cuatro años. El SAF-3, conformado por las especies de "cacao" (*Theobroma cacao* L.), *Guazuma crinita* Lam., *Inga edulis* Mart., *Calophyllum brasiliense* y *C. Calycophyllum spruceanum* Benth, presenta un VAN de 489,674.88, seguido por el SAF-4 con "cacao" asociado con *Guazuma crinita* Lam, *Inga edulis* Mart. y *Brosimum lactescens*, que presentó un VAN de 534,635.914; mientras que los SAFs (8 y 9) conformado por *Myrciaria dubia* H.B.K "camu camu" y "cacao injertado" presentaron valores actuales netos más bajos (9,553.58 y 913.39), respectivamente.

Cuadro 8. Valorización económica de los 9 sistemas agroforestales evaluados en la zona de Aucayacu.

Nº SAF	Componente		Valor Actual Neto (VAN)	(VAN)/8 Años
	Agrícola	Forestal		
1	Cacao híbrido	<i>Guazuma crinita</i> Lam. <i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth y <i>Inga edulis</i> Mart.	225,328.55	901,314.20
2	Cacao híbrido	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke, <i>Cedrela odorata</i> L., <i>Swietenia macrophylla</i> King., <i>Inga edulis</i> Mart., <i>Shizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke y <i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.	31,059.346	41,412.46
3	Cacao híbrido	<i>Guazuma crinita</i> Lam., <i>Inga edulis</i> Mart., <i>Calophyllum brasiliense</i> C., <i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.	489,674.88	1,958,699.52
4	Cacao híbrido	<i>Guazuma crinita</i> Lam, <i>Inga edulis</i> Mart. y <i>Couma utilis</i> Muell, Arg.	534,635.914	1,425,695.77
5	Cacao híbrido	<i>Guazuma crinita</i> Lam., <i>Inga edulis</i> Mart. y <i>Calophyllum brasiliense</i> C.	92,830.973	371,323.89
6	Cacao injertado	<i>Inga edulis</i> Mart. <i>Shizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke y <i>Cedrela odorata</i> L.	247,978.427	330,637.90
7	Cacao injertado	<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth, <i>Swietenia macrophylla</i> King. y otros.	82,817.861	165,635.72
8	Camu camu	<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth	9,553.58	10,918.38
9	Cacao injertado	<i>Inga edulis</i> Mart., <i>Socratea</i> sp. y otros.	913.39	2,435.71

V. DISCUSION

5.1. Identificación y clasificación de los sistemas agroforestales

En los sistemas agroforestales (SAFs) evaluados en la zona de Aucayacu, existen diferentes asociaciones de especies que vienen siendo utilizadas como componente agrícola y forestal. En la mayoría de los SAFs evaluados el componente agrícola principal corresponde al cultivo de "cacao" ya sea como híbrido o injerto. Este tipo de actividad agrícola se ha extendido en esta zona, promovida por instituciones tales como, el Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), Proyecto Especial Alto Huallaga (PEAH), Cooperativa Agroindustrial Naranjillo, entre otras. Además, por la aptitud que presentan los suelos de esta zona para el desarrollo de cultivos asociados como los sistemas agroforestales (FLOAGRI, 2006).

Según el Cuadro 3, de los 9 sistemas agroforestales estudiados, consideramos los SAFs 1, 3, 4 y 5 como sistemas tradicionales (NATIONS y NIGH, 1980; MARION, 1991; RIOS, 1992; TORRES y ALAVA, 1995; FLORES, 1998; NEILL, 1999); debido a que las especies forestales se reproducen por regeneración natural y los distanciamientos entre especies son diversos e irregulares; mientras que los SAFs 2, 6, 7, 8 y 9 son evaluados como sistemas convencionales (FLORES, 1998; YALTA, 2003; ORE, 2006) que incluyen a especies forestales uniformes en su distanciamiento y por el manejo silvicultural realizado en el transplante. En la zona de Tingo María, utilizan especies forestales, con la finalidad de proporcionar sombra a los cultivos agrícolas y poder asegurar suficiente alimento, medicina, leña, material de

construcción, entre otros; para su sustento familiar (VASQUEZ, 2008). Por otro lado, los cultivos de “cacao” y el “camu camu” están asociados a especies forestales que son manejadas mediante plantaciones y regeneración natural, que a la vez brindan diferentes bienes y servicios al agricultor (madera, leña, medicinal, alimento, sombra para los cultivos, etc.); destacando en la mayoría de SAFs la “guaba” (*Inga edulis* Mart.) y “bolaina blanca” (*Guazuma crinita* Lam.); además, los recursos forestales aportan una amplia gama de beneficios de orden económico, social y ambiental. También proporcionan productos y servicios que contribuyen directamente al bienestar de la población en todo el mundo y son vitales para nuestras economías, medio ambiente y vida cotidiana. No sólo son una fuente de recursos maderables sino también de combustibles, medicinas, materiales de construcción, alimentos, entre otros (INRENA, 2001).

Los SAFs tradicionales presentan extensiones con áreas que varían entre 2 a 5 has donde están asociadas las 8 especies que conforman cada sistema. Este enfoque presentó resultados en los estratos inferior, mediano y superior; este último estrato compuesto generalmente por árboles de “bolaina blanca” (*Guazuma crinita* Lam.). La base de estos sistemas fue la introducción de un cultivo permanente como el cacao, para su asociación con plantas existentes en las parcelas.

En los cuatro SAFs tradicionales se encontraron algunas especies forestales en forma desordenada y con plantaciones jóvenes de cacao entre 2 a 4 años de edad que no tenían buen manejo de prácticas culturales. La

regeneración natural es el resultado de la tala en bosques secundarios que quedan generalmente sin la quema y que sirven como sombra regular al cultivo de "cacao".

Los SAFs convencionales comprenden extensiones entre 1 a 4 has donde están combinadas las 21 especies de plantas. Este enfoque presenta similares estratos que las tradicionales (inferior, mediano y superior); donde en el estrato superior se encuentra generalmente compuesto de árboles como frutales tipo "guaba" (*Inga edulis* Mart.) y forestales, entre ellas la "caoba" (*Swietenia macrophylla* King.) y la "capirona" (*Calycophyllum spruceanum* Benth), entre otros.

El sistema convencional es el resultado de la selección previa de las especies forestales que son sembradas conjuntamente con el "cacao" y el "camu camu" a distanciamientos regulares. El cacao instalado en los 5 sistemas proviene de semilla común y están sombreados por leguminosas generalmente del género *Inga* ("guaba") que poseen raíces profundas, incorporan nitrógeno y resistentes a plagas y enfermedades, además por la facilidad de conseguir su semilla. El SAF-8, se encuentra conformado por la especie forestal "capirona" y el cultivo de "camu camu".

El agricultor con la adopción de estos dos sistemas agroforestales está promoviendo la diversidad de plantas para asegurar suficiente material de construcción, medicina y alimento, de esta manera mantiene y enriquece un ecosistema muy frágil como son los bosques secundarios; estos resultados son

corroborados por YQUISE (2007) y ORE (2006) quienes señalan que la asociación de cultivos agrícolas con especies forestales es para la producción de diversos productos que en su mayoría sirven para su autoconsumo.

La identificación considerada, es decir sistemas agroforestales tradicionales y sistemas agroforestales convencionales, es corroborado con el Dendograma (Figura 1) obtenido mediante el análisis Cluster, que nos muestran los sistemas agroforestales tradicionales y convencionales evaluados. El Grupo 1 agrupa a los sistemas agroforestales tradicionales (TORRES y ALAVA, 1995; FLORES, 1998; YALTA, 2003) que pertenecen a: Edmundo Sajami Comitvos (OB1) quien viene manejando el "cacao" con *Guazuma crinita* Lam. *Calycophyllum spruceanum* Benth y *Inga edulis* Mart.; Vidal Murayari Silva (OB5) que maneja el "cacao" asociado con *Guazuma crinita* Lam. *Inga edulis* Mart y *Calophyllum brasiliense* C.; Simeón Juanan Ramírez (OB3) que vienen asociando el "cacao" con *Guazuma crinita* Lam., *Inga edulis* Mart., *Calophyllum brasiliense* C., *C. spruceanum* Benth; y Heraclio Roque Jurado (OB4) que esta cultivando el "cacao" con las especies de *Guazuma crinita* Lam, *Inga edulis* Mart y *Brosimum lactescens*. En estos sistemas tradicionales las especies forestales son obtenidos mediante la regeneración natural, así mismo utilizan abonos orgánicos y tecnología intermedia para el manejo del cultivo de "cacao" permitiendo su desarrollo normal (NATIONS y NIGH, 1980; TORRES y ALAVA, 1995; FLORES, 1998; NEILL, 1999; YALTA, 2003).

El Grupo 2 congrega a los sistemas agroforestales convencionales (FLORES, 1998; YALTA, 2003; ORE, 2006), conformado por los agricultores: Joselito Panduro Soto (OB2) quien asocia el “cacao” con *Cedrelinga catenaeformis* Ducke, *Cedrela odorata* L., *Swietenia macrophylla* King, *Inga edulis* Mart., *Shizolobium amazonicum* Huber ex Ducke y *Calycophyllum spruceanum* Benth; Eugenio Malpartida de la Cruz (OB6) que conduce el “cacao” con las especies *Inga edulis* Mart., *Shizolobium amazonicum* Huber ex Ducke y *Cedrela odorata* L.; Anselmo Cenepo Pinedo (OB9) maneja sistemas agroforestales de “cacao” con *Inga edulis* Mart., *Socratea* sp. y otros; Antonio Chero Ramos (OB7) tiene SAFs de “cacao” con *Calycophyllum spruceanum* Benth, *Swietenia macrophylla* King y otros; y Fortunato Contreras Bravo (OB8) a excepción de los otros agricultores viene cultivando las especies de *Myrciaria dubia* H.B.K “camu camu” y *Calycophyllum spruceanum* Benth). En los sistemas convencionales los agricultores realizan rozo, tumba y quema, así mismo utilizan fertilizantes químicos. Resultados similares fueron reportados por YALTA (2003) e YQUISE (2007) para las condiciones de Tingo María.

5.2. Determinación de la vegetación de los estratos inferior y superior en los sistemas agroforestales

Según el Cuadro 4, en el estrato inferior se determinaron 7 especies que conforman la asociación en los SAFs evaluados, donde la mayoría de las especies están compuestas por plantas herbáceas que crecen en forma natural, consideradas como malezas, las cuales originan gastos a los agricultores en lo que respecta a mantenimiento de los cultivos; sin embargo

algunas especies cumplen un rol como mejoradores de suelos (REINTJES, 1992; PACHECO, 1997). En los sistemas agroforestales (SAF-1 y SAF-9) se registró comelina (*Commelina diffusa* burn.f.) con un porcentaje promedio de 52.5%, mientras en los SAFs 3, 4, 5, 6 y 9 existe la presencia de “arrocillo” (*Echinochloa colona* (L.) Link) y “chanca piedra” (*Phyllanthus niruri* L.) con un porcentaje promedio de 30% para ambas especies; por último el SAFs 2, 6 y 8 existen especies como “amor seco” (*Acaena elongata* L.), “ajo sachá” (*Mansoa alliacea* (Lam.) A. Gentry.) y “toro urco” (*Paspalum paniculatum* Swartz.) con porcentajes promedios de 50, 35 y 95%, respectivamente. A excepción del SAF-7 en el sector Aucayacu que presentó como cobertura a la especie “maní forrajero” (*Arachis pintoi* L.) con 85%, que constituye una buena opción para los SAFs de esta zona, tanto por el aporte de nutrientes y porque evita el crecimiento de otras plantas herbáceas que pueden significar competencia para los cultivos (REINTJES, 1992; PACHECO, 1997).

Por otro lado, en el mismo Cuadro se aprecia que en el estrato superior existen especies que varían de acuerdo a la zona. Por ejemplo en los SAFs 1, 3, 4 y 5 del sector Maronilla la especie predominante es *Guazuma crinita* Lam, producto de una regeneración natural, que se produce cuando se tala el bosque para que sirva de sombra al “cacao”. La “bolaina” es una especie forestal de rápido crecimiento, permitiendo generar a los agricultores ingresos económicos adicionales a corto plazo, puesto que actualmente existe una demanda creciente en el mercado regional y nacional. Mientras que el SAF-2 ubicada en el mismo sector, concentra especies que han sido instaladas mediante plantaciones, principalmente por el valor comercial de la madera, tal

como *Cedrelinga catenaeformis* Ducke, *Cedrela odorata* L. y *Swietenia macrophylla* King (YALTA, 2003; YQUISE, 2007).

En los SAFs 6, 7 y 9 ubicados en los sectores 7 de Octubre-Pucayacu, Aucayacu y Los Milagros, se manejan una variabilidad de especies en el estrato superior, que van a originar un sistema de múltiples propósitos a los agricultores, con beneficios menores a los sistemas rentables, debido principalmente a que el agricultor desarrolla una agricultura tradicional con un manejo variado de los componentes dentro del sistema (HERNÁNDEZ, 1991; RÍOS, 1992). Por otra parte, en el SAF-8 ubicado en el sector Aucayacu se conserva solamente una especie (*Calycophyllum spruceanum* Benth) asociado al cultivo principal la *Myrciaria dubia* H.B.K “camu camu”, cuya finalidad es la obtención de madera y fruta. La mayor cantidad de especies forestales aprovechadas por los agricultores provienen de bosques naturales y en menor proporción de los bosques secundarios y sistemas agroforestales; sin embargo, los SAFs presentan mayores beneficios económicos, dependiendo del tipo de asociación (PNCA, 2005; YQUISE, 2007).

5.3. Diversidad de especies en los sistemas agroforestales

De acuerdo al Cuadro 5, los SAFs 7 y 9 ubicados en los sectores Aucayacu y Los Milagros, son los que concentran una mayor diversidad de vegetación con 2,09 y 1,90 Nats/individuo, respectivamente. Además, se puede observar que es notable la diferencia entre los índices obtenidos de los sistemas estudiados. Estas diferencias tienen su base en las características ecológicas de cada uno de los PDs evaluados, puesto que algunos se ubican

en terrenos que originalmente fueron bosques primarios, otros fueron bosques secundarios (purmas), otros bajiales, etc.; esto implica diferencias en la estructura y fertilidad del suelo que propicia el desarrollo de especies diferentes. Pero también juega un rol muy importante las necesidades de subsistencia entre las familias propietarias, es decir, el énfasis que ellas ponen en las plantas usadas para propósitos particulares. El SAF que obtuvo el más alto índice (2.09) presenta mayor número de especies y se formó en bosques secundarios que ocuparon el área antes del establecimiento de los cultivos, también hay algunas plantas que han sido establecidas con fines maderables y frutales (*Calycophyllum spruceanum* Benth "capirona"; *Swietenia macrophylla* King "caoba"; *Cocus nocifera* "coco"; *Matisia cordata* "sapote" y otros). Estos resultados son corroborados por YALTA (2003) e YQUISE (2007) y quienes encontraron asociaciones en sistemas agroforestales con muchas especies que tienen diferentes usos, las cuales provienen de bosques primarios, bosques secundarios, donde las especies forestales ofrecen una amplia gama de posibilidades de uso.

En el Cuadro 6, la matriz de similaridad muestra que los SAFs 1 y 3, 3 y 5, y 4 y 5 son los más similares, mientras que los SAFs no similares son el 4 y 8, 5 y 8, 6 y 8, 7 y 9, y 8 y 9. Según BROOKFIELD *et al.* (2002), el coeficiente de similaridad de Soerensen, mide el grado de presencia/ausencia de especies (cambio biótico) a través de gradientes ambientales, comparando pares de muestras. La similaridad de especies entre pares de SAFs es bastante diferenciada, donde algunos son parecidos hasta en 85,71%, mientras que otros no comparten ninguna especie. Cabe resaltar que los sistemas más

similares son los existentes en el sector Maronilla que se desarrollan sobre suelos aluviales. Mientras que el SAF-8 es el que no presenta similaridad con la mayoría de sistemas, esto se fundamenta a que existe sólo una especie forestal, la "capirona" (*Calycophyllum spruceanum* Benth), que se asocia al cultivo agrícola "camu camu" y que ha sido establecida mediante plantación y en suelo temporalmente inundado. La similaridad de especies en los diferentes SAFs evaluados, se debe a que existe una pequeña selección de especies que pueden cultivarse en condiciones biofísicas de un determinado tipo de suelo, tal como lo menciona ORE (2006).

En el Cuadro 7 se muestra que en los sistemas agroforestales tradicionales y convencionales que pertenecen a los sectores Maronilla, 7 de Octubre- Pucayacu, Aucayacu y Los Milagros existen 36 especies y 21 familias diferentes que son manejados por los agricultores de esta zona, donde en promedio cada sistema agroforestal está representado por 140 individuos, 4 especies y 2 familias por hectárea; siendo la familia Sterculiaceae la más representativa con la especie *Guazuma crinita* Mart. en los SAFs 1, 3, 4 y 5; esta especie forestal se vienen cultivando porque posee rápido crecimiento, alto poder de regeneración y habita naturalmente en las playas inundables y terrazas aluviales (YALTA, 2003). Seguidamente la familia Mimosaceae con *Inga edulis* Mart. en el SAF-6, esta especie se vienen manejando porque producen entre 38 a 67 kg/ha/año de nitrógeno en el suelo, dependiendo esto de la densidad de los árboles utilizados (CATIE, 1986), y la familia Rubiaceae con *Calycophyllum spruceanum* Benth en el SAF-8, que es incluida en los

SAFs por presentar comportamientos similares a la bolaina, *G. crinita* Mart. (YALTA, 2003).

5.4 Análisis de la rentabilidad económica

Según el Cuadro 8, los sistemas agroforestales analizados presentan el Valor Actual Neto (VAN) muy variables en miles de soles, desde 534635.914 hasta 913.39; dependiendo del tipo de sistema agroforestal (tradicional o convencional) adoptado por los agricultores. Así mismo, las diferencias se deben al tipo de asociación de especies, edad de los SAFs, edad de las especies agrícolas y forestales y al tipo de uso del cultivo principal *Theobroma cacao* L. "cacao híbrido" y del cultivo secundario *Myrciaria dubia* H.B.K "camu camu", coincidiendo con RIOS (1992), YALTA (2003) e YQUISE (2007).

Los valores del VAN variaron desde 534635.914 hasta 913.39 en miles de soles, dependiendo del componente agrícola y forestal, del manejo de cultivos, de la edad de los sistemas agroforestales, así como de la aplicación de prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local.

Por otro lado, el rendimiento económico de los sistemas agroforestales depende del tipo de asociación que se practica con el componente forestal cuya función principal es dar servicios ambientales, protección y producción diversa de productos, con beneficios económicos variables a mediano y largo plazo. Cabe resaltar, que existen pequeñas propiedades de la amazonia con vocación productiva al 100% en la actividad forestal, donde los productores

pueden tener mayor participación en la producción de madera al establecer un determinado sistema agroforestal (ICRAF, 1982; CATIE, 1986; RAMACHANDRAN, 1993).

Los sistemas agroforestales tradicionales 4, 3, 1 y 5 (Cuadro 8) presentaron mayores valores del VAN (534,635.914, 489,674.88, 225,328.55 y 92,830.973) con excepción del sistema agroforestal (SAF-5) que presentó un VAN menor, estos resultados nos indican por el tipo de asociación de especies y la edad de los árboles forestales, puesto que a mayor edad presentan mayor volumen influyendo en el VAN (YQUISE, 2007). Mientras en el Grupo 2 se concentraron los sistemas agroforestales convencionales que presentaron valores bajos de VAN los que oscilaron desde 247978.427 hasta 913.39, presentando el SAF-6 el mayor VAN. Estos resultados nos indican que en estos SAFs se vienen manejando pocas especies forestales en forma dirigida, lo que genera VAN con valores bajos, coincidiendo con YALTA (2003) e YQUISE (2007).

VI. CONCLUSIONES

1. Los sistemas agroforestales se clasificaron en dos conglomerados bien diferenciados, sistemas agroforestales tradicionales y convencionales, basados en el tipo de manejo y las asociaciones que presentan entre el componente agrícola y forestal; siendo el cultivo principal el "cacao" en ocho SAFs y el "camu camu" en un SAF, instalados en las diferentes zonas de estudio.
2. La vegetación del estrato inferior de los SAFs evaluados está compuesta por 7 especies herbáceas, *Commelina diffusa* Burn F., *Acaena elongata* L., *Echinochloa colona* (L.) Link., *Phyllanthus niruri* L., *Mansoa alliacea* (Lam.) A. Gentry, *Arachis pintoii* L. y *Paspalum paniculatum* Swartz que crecen en forma habitual. Mientras en el estrato superior las especies vegetales más importantes y significativas fueron *Inga edulis* L. y *Guazuma crinita* Lam.
3. Los mayores índices de diversidad y de equitatividad corresponden a los SAFs 7, 9 y 2 con 2,09 y 0,71; 1,90 y 0,66; 1,45 y 0,81 respectivamente; estando relacionado al tipo de componente agrícola y forestal que presenta cada uno de estos sistemas agroforestales.
4. La rentabilidad económica de los sistemas agroforestales depende del tipo de sistema agroforestal manejado, tradicional o convencional, teniendo mayor ganancia económica los sistemas tradicionales por manejar mayor diversidad de especies forestales.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda replicar en forma apropiada el SAF-3 instalado en Maronilla, puesto que presentó el mayor VAN, considerando los factores ambientales como clima, tipo de suelo y asociación de especies.
2. Desarrollar nuevas estrategias y políticas apropiadas para el manejo de los sistemas agroforestales incluyendo los bosques primarios y secundarios, a fin de poder gestionar los pagos por servicios ambientales.
3. Realizar estudios comparativos en diferentes zonas de vida evaluando diferentes especies agrícolas y forestales que permitan elaborar una propuesta para incentivar sistemas agroforestales en la amazonía, con la finalidad de poder mejorar el nivel de vida de los agricultores de la zona.
4. Continuar con este tipo de investigación, evaluando sistemas agroforestales de diferentes edades, a fin de poder generar un banco de datos y poder conocer la dinámica de los sistemas agroforestales.
5. Para realizar el análisis de rentabilidad económica mucho más detallado, deben tomarse en cuenta si los sistemas agroforestales son convencionales o tradicionales.

VIII. RESUMEN

La investigación se realizó el distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, que presenta una precipitación anual de 2450 mm, temperatura media anual de 24°C y humedad relativa del 86%.; con la finalidad de identificar y caracterizar los sistemas agroforestales, evaluar la vegetación del estrato inferior y superior y, su diversidad, y analizar la rentabilidad económica de cada sistema agroforestal.

Se reconoció la zona de estudio y se dividió en cuatro sectores (microcuencas): Los Milagros, Aucayacu, 7 de Octubre – Pucayacu y Maronilla, donde seleccionaron 9 predios demostrativos (PDs): 5 PDs en Maronilla, 1 PD en Pucayacu – 7 de Octubre, 2 PDs en Aucayacu y 1 PD en Los Milagros. Se georeferenció el área total de los PDs, áreas destinadas a la actividad agrícola, incluido los SAF y el bosque. Mediante la técnica de las entrevistas interactivas se recopiló información sobre el manejo de los SAF, criterios utilizados para la selección las especies retenidas en sus cultivos, usos y contribución del componente arbóreo en la economía familiar. También se consideró temas sobre las actividades productivas realizadas, y aspectos biofísicos y socioeconómicos de los PDs. La identificación de los componentes de los SAF, se realizó en tres estratos: a) Estrato inferior (se evaluó en forma visual las especies más representativas menores a 30 cm de altura incluyendo malezas y cobertores del suelo), b) Estrato medio (se consideró al cultivo agrícola principal) y c) Estrato superior (se evaluaron las especies arbóreas y arbustivas, registrándose el DAP, altura comercial y altura total. Se realizó la sistematización e interpretación de la información obtenida de cada PDs

determinándose los beneficios económicos, la rentabilidad económica y beneficio neto (BN) de los SAFs, considerando el valor del estrato superior o componente arbóreo, de los árboles frutales por la cantidad de frutos producidos por año y especies para uso energético. Para los cálculos del valor actual neto se utilizó el programa Microsoft Excel y para el VAN se consideró como componente agrícola (cultivos de *Theobroma cacao* L., "cacao" (híbrido e injerto) y *Myrciaria dubia* H.B.K. "camu camu") y las especies forestales maderables y de sombra.

Las variables cuantitativas y cualitativas obtenidas a través entrevistas interactivas fueron analizadas mediante el método multivariado de análisis conglomerado o Cluster aplicando la técnica de Ligamiento Simple mediante el paquete de SAS y la Distancia Euclidiana. Finalmente se determinó la diversidad de especies mediante el Índice de Shannon Wiener y Equitatividad.

Según los resultados obtenidos los sistemas agroforestales evaluados se agruparon en dos grupos bien diferenciados (sistemas tradicional y convencional). La vegetación que conforma el estrato inferior de los SAFs, está compuesta por especies herbáceas como *Commelina diffusa* Burn F., *Acaena elongata* L., *Echinochloa colona* (L.) Link., *Phyllanthus niruri* L., *Mansoa alliacea* (Lam.) A. Gentry, *Arachis pintoii* L. y *Paspalum paniculatum* Swartz y las especies predominantes que conforman el estrato superior fueron *Inga edulis* L. y *Guazuma crinita* Lam. Los SAFs que presentaron mayor índices de diversidad y de equitatividad fueron los SAFs 7, 9 y 2. La rentabilidad económica de los sistemas agroforestales depende del tipo de sistema agroforestal utilizado, presentando mayor utilidad económica los sistemas tradicionales.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ALTIERI, M.A. 1997. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. 2da. Edición. Lima, Perú. 512 p.
2. ASOCIACIÓN DE EXPORTADORES. 1998. Extensión agrícola. Lima, Perú. 52 p.
3. ARCA, B.M. 2000. El cultivo del cacao en la amazonía peruana. Ministerio de Agricultura – Unidad Operativa de Proyectos Especiales. FIRMART S. A. C. Impresiones. Lima, Perú. 105 p.
4. BEGON, M.; HARPER, J.L. y TOWSEN, C.R. 1995. Ecología: Individuos, poblaciones y comunidades. Ed. Omega, S.A. Barcelona, España. 886 p.
5. BERMEJO, J. y PASETTI, F. 1985. El árbol en apoyo de la agricultura. Sistemas agroforestales en la sierra peruana. FAO. Lima, Perú. 43 p.
6. BRACK, E. y PLENGE, H. 2002. Perú maravilloso. Empresa Periodística Nacional S.A.C. Diario OJO. Lima, Perú. 54p.
7. BRACK, E. 1992. Experiencias agroforestales exitosas en la cuenca amazónica. Edición TCA. Lima, Perú. 194p.
8. BROOKFIELD, H.; PARSONS, H. y BROOKFIELD, M. 2002. Cultivating biodiversity: understanding, analysing and using agricultural diversity. London: ITDG Pub., in association with United Nations University. xi, 292 p.

9. CARHUAPOMA, L. y PORTUGUEZ, H. 1997. Las técnicas agroforestales y sus estados de desarrollo. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en sistemas Agroforestales. p. 3-11.
10. CASTALDO, A.R.; ACERO, A.; GARCÍA, J.; MARTOS; J. PAMIO y F. MENDOZA. 2003. Caracterización de la invernada en el nordeste de la provincia de La Pampa (Argentina). XXIV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Río Cuarto. Argentina.
11. CASTAÑEDA. J. 1997. Manual técnico del cafetalero. Lima, Perú. 162 p.
12. CATIE. 1986. Sistemas agroforestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 140p.
13. CEDISA (Centro de Desarrollo e Investigación de la Selva Alta). 2003. ¿Qué es la Agroforestería? Tarapoto - Perú. 113p.
14. CIDICCO. 1997. Experiencias sobre cultivos de cobertura y abonos verdes. Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura (CIDICCO). Tegucigalpa, Honduras. 225 p.
15. FAO. 1998. Extensión y capacitación rural. Editorial Trillas. México. 121p.
16. FLORESTA Y AGRICULTURA EN LA AMAZONÍA (FLOAGRI). 2006. Diagnóstico Regional, Perú. UNAS. Tingo María, Perú. 96p.
17. FLORES, S. 1998. Agroforestería Amazónica: Una Alternativa a la agricultura migratoria. Lima, Perú. 55p.

18. GUERRA, J.; FLORES, L.; GONZALES, P. 1996. Manejo de vivero y plantaciones forestales. Facultad de Recursos Naturales Renovables – Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 52p.
19. HERNANDEZ, T. 1991. Cacao. Naciones Unidas. Tingo Maria, Perú. 70 p.
20. ICRAF (AGROFORESTRY SYSTEMS AN INTERNATIONAL JOURNAL). 1982. Agrotorestry systems. Martinus Nijhoff/ Dr. W. Junk Publishers. La Haya, Holanda. Nº 1. P. 11-12.
21. INRENA. 2001. Recursos Forestales. [En línea]: (<http://www.minag.gob.pe/rrnfbos.shtml>, octubre 2006).
22. JIMÉNEZ, F. y MUSCHLER, A.R. 2001. Agroforesteria y recursos naturales. *En* Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. F. Jiménez, R. Muschler, E. Kopsell, editores. Módulo de enseñanza agroforestal nº 6. CATIE. Costa Rica.
23. KELSEY, L. D. 1961. Trabajos de extensión agrícola. Edit. Reverte S.A. México. 471p.
24. MAGURRAN, A.E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones VEDRA. Barcelona, España. 200p.
25. MURILLO, O. y VALÉRIO, J. 1997. Melina (*Gmelina arborea* Roxb.): especie de árbol de uso múltiple en América Central. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE. Nº 181. Turrialba, CR. 72p.

26. NATIONS, J. and NIGH, R. 1980. The evolutionary potential of Lacandon Maya sustained-yield tropical rain forest agriculture. *J. Anthropological Res.* 36.
27. NEILL, D. 1999. Geografía, Pp. 2–5. En: P.M. Jorgensen & S. León-Yáñez (eds.). *Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Monografía. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 75.
28. ORE, I. 2006. *Agrodiversidad y saberes en el huerto – chacra amazónica. Caso de la Comunidad de Yanallpa, Río Ucayali, Loreto, Perú. Tesis Maestría en Biodiversidad y Agricultura Campesina Andino Amazónica. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.* 105p.
29. PACHECO, D.B. 1997. *Efectos del uso de coberturas en la protección de laderas degradadas y eficiencia de la fijación de nitrógeno por leguminosas en Tingo Maria. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables, Mención Forestal. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria, Perú.* 76p.
30. PAGIOLA, S.; KELLENBERG, J.; VIDAEUS, L. y SRIVASTAVA, J. 1997. *Mainstreaming biodiversity in agricultural development: Toward Good Practice. Environment Paper No.15. Washington:World Bank.*
31. PARQUE NACIONAL CORDILLERA AZUL (PNCA). 2005. *Los parientes silvestres de las plantas cultivadas en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul. Documento técnico N° 09. Serie Yachay. Tarapoto, Perú.* 37p.

32. POCOMUCHA, V. 1993. Clasificación del germoplasma de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) mediante taxonomía numérica. Tesis M. Sc. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 70p.
33. RAMACHANDRAN. 1993. An Introduction to agroforestry. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. 125p.
34. RAMIREZ-GONZALES, A. 1999. Ecología aplicada. Fundación Universidad de Bogotá. Santa Fé de Bogotá, Colombia. 325p.
35. RAM, A. y AREVALO, E. 1997. Manejo integrado para el control de la moniliasis en el Perú. AIDIA – GTZ. Lima, Perú. 66p.
36. RENDA, S.A.; CALZADILLA, Z.E.; JIMENEZ, A.M. y SANCHEZ, R.J. 1997. Objetivo general de los sistemas agroforestales. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica de Sistemas Agroforestales. p.1-4.
37. REINTJES, J. 1992. Cultivando para el futuro: Introducción a la agricultura sustentable de bajos insumos externos. ETC/ILEA. Leusden-Países Bajos. 55p.
38. RÍOS, W. 1992. Evaluación de sistemas agroforestales tradicionales en la zona de Tingo María, Aucayacu. Tesis Ing. Recursos Naturales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 111p.
39. SOTO, P.H. 2000. Evacuación técnica – económica de los sistemas agroforestales en el distrito de José Crespo y Castillo (Periodo 1990 – 1996). Tesis Lic. Economía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria, Perú. 125p.

40. TORRES, E. y ÁLAVA, A. 1995. Diagnóstico agrosocioeconómico de los sistemas de producción prevalentes a nivel de pequeñas fincas en la Zona Central del Litoral ecuatoriano. Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. 124p.
41. UNIDAD DE FORTALECIMIENTO DE LA SOCIEDAD CIVIL (UFSC). 2002. Aucayacu: Plan de desarrollo del distrito de José Crespo y Castillo al 2012 – Huánuco. Proyecto de Desarrollo Local Participativo. Lima, Perú. 75p.
42. VASQUEZ, R.W. 2008. Caracterización y valorización de los sistemas agroforestales en la cuenca media de la margen derecha del río Huallaga – Aucayacu. Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. 125p.
43. YALTA, H. 2003. Identificación y rentabilidad de sistemas agroforestales asociados al cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tingo Maria. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria, Perú. 101p.
44. YOUNG. S. 1997. Agroforestry for soil mangement. International center for Reseach in Agroforestry, Nairobi-Kenia. I.S.B.N. 085199-1890. p. 129-130.
45. YQUISE, A. R. 2007. Manejo tradicional de los recursos forestales en unidades agrícolas familiares del distrito de José Crespo y Castillo, Huánuco, Perú. Informe de Práctica Pre Profesional. Facultad de Recursos Naturales Renovables-Mención Forestales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 66p.

X. ANEXO

Anexo 1.

Cuadro 9. Análisis de la rentabilidad económica del sistema agroforestal (SAF-1) de 2 años.

AÑO	Rdto. Kg/ha	Precios S/.	INGRESOS				TOTAL S/.	EGRESOS S/.	UTILIDAD S/.	UTILIDAD \$
			Cacao	Bolaina blanca	Capirona	Guaba				
1	0		0,00				0,00	3976,85	-3976,85	-1325,62
2	0		0,00				0,00	1426,00	-1426,00	-475,33
3	0		0,00	282703,84	9149,63	9448,47	301301,94	1671,00	299630,94	99876,98

Cuadro 10. Análisis de la rentabilidad económica del sistema agroforestal (SAF-2) de 6 años.

AÑO	Rdto. Kg/ha	Precios S/.	INGRESOS							TOTAL S/.	EGRESOS S/.	UTILIDAD S/.	UTILIDAD \$
			Cacao	Caoba	Cedro	Tornillo	Capirona	Pashaco	Guaba				
1	0		0,00							0,0	3976,85	-3976,85	-1325,62
2	0		0,00							0,0	1426,00	-1426,00	-475,33
3	0		0,00							0,0	1671,00	-1671,00	-557,00
4	300	7	2100,00							2100,0	1545,00	555,00	185,00
5	600	7	4200,00							4200,0	1935,00	2265,00	755,00
6	1000	7	7000,00							7000,0	1935,00	5065,00	1688,33
7	1500	7	10500,00	11088,99	23814,61	11106,10	2453,58	14120,65	1273,50	74357,4	1426,00	72931,43	24310,48

Cuadro 11. Análisis de la rentabilidad económica del sistema agroforestal (SAF-3) de 2 años.

AÑO	Rdto. Kg/ha	Precios S/.	INGRESOS					S/. TOTAL	EGRESOS S/.	UTILIDAD S/.	UTILIDAD \$
			Cacao	Bolaina blanca	Capirona	Lagarto caspi	Guaba				
1	0		0.00					0.00	3976.85	-3976.85	-1325.62
2	0		0.00					0.00	1426.00	-1426.00	-475.33
3	0		0.00	615218.6215	2111.3781	2759.983565	24511.45134	644601.43	1426.00	643175.43	214391.81

Cuadro 12. Análisis de la rentabilidad económica del sistema agroforestal (SAF-4) de 3 años.

AÑO	Rdto. Kg/ha	Precios S/.	INGRESOS					TOTAL S/.	EGRESOS S/.	UTILIDAD S/.	UTILIDAD \$	
			Cacao	Bolaina blanca	Guaba	Lagarto caspi	Leche caspi					Naranja
1	0		0.00					0.00	3976.85	-3976.85	-1325.62	
2	0		0.00					0.00	1426.00	-1426.00	-475.33	
3	0		0.00					0.00	1671.00	-1671.00	-557.00	
4	300	7	2100.00	669090.4167	123706.007	6700.79253	1902.150835	172.3124874	803671.68	1935.00	801736.68	267245.56

Cuadro 13. Análisis de la rentabilidad económica del sistema agroforestal (SAF-5) de 2 años.

AÑO	Rdto. Kg/ha	Costo/kg S/.	INGRESOS				TOTAL S/.	EGRESOS S/.	UTILIDAD S/.	UTILIDAD \$
			Cacao	Bolaina blanca	Guaba	Lagarto caspi				
1	0		0.00				0.00	3976.85	-3976.85	-1325.62
2	0		0.00				0.00	1426.00	-1426.00	-475.33
3	300	7	2100.00	107741.0239	15274.784	3992.278929	129108.09	1671.00	127437.09	42479.03

Cuadro 14. Análisis de la rentabilidad económica del sistema agroforestal (SAF-6) de 6 años.

AÑO	Rdto. Kg/ha	Precios S/.	INGRESOS				TOTAL S/.	EGRESOS S/.	UTILIDAD S/.	UTILIDAD \$
			Cacao	Guaba	Pashaco	Cedro				
1	0	7	0.00				0.00	3976.85	-3976.85	-1325.62
2	0	7	0.00				0.00	1426.00	-1426.00	-475.33
3	0	7	0.00				0.00	1671.00	-1671.00	-557.00
4	0	7	0.00				0.00	1545.00	-1545.00	-515.00
5	300	7	2100.00				2100.00	1935.00	165.00	55.00
6	1000	7	7000.00				7000.00	1935.00	5065.00	1688.33
7	1500	7	10500.00	493090.132	46046.9224	7201.226037	556838.28	1935.00	554903.28	184967.76

Cuadro 15. Análisis de la rentabilidad económica del sistema agroforestal (SAF-7) de 4 años.

AÑO	Rdto. Kg/ha	Precios S/.	INGRESOS											TOTAL S/.	EGRESOS S/.	UTILIDAD S/.	UTILIDAD \$		
			Cacao	Anona	Bolaina blanca	Caoba	Caimito	Capirona	Cetico	Palo blanco	Pashaco	Palta	Topa					Zapote	
1	0		0.00													0.0	3976.9	-3976.9	-1325.6
2	0		0.00													0.0	1426.0	-1426.0	-475.3
3	0		0.00													0.0	1671.0	-1671.0	-557.0
4	0		0.00													0.0	1545.0	-1545.0	-515.0
5	300	7	2100.000	1759.023	24587.118	125318.187	246.384	483.266	4.033	8.746	10.283	38.571	12.930	4.881	154573.4	1935.0	152638.4	50879.5	

Cuadro 16. Análisis de la rentabilidad económica del sistema agroforestal (SAF-9) de 3 años.

AÑO	Rdto. Kg/ha	Precios S/.	INGRESOS													TOTAL S/.	EGRESOS S/.	UTILIDA D S/.	UTILIDAD \$	
			Cacao	Carahuasca	Caoba	Guaba	Huimba lupuna	Huimba colorada	Huito	Papaya caspi	Palo blanco	Palta	Tangarana	Topa	Ocuera blanca					Zapote
1	0		0.00														0.00	3976.85	-3976.85	-1325.62
2	0		0.00														0.00	1426.00	-1426.00	-475.33
3	0		0.00														0.00	1671.00	-1671.00	-557.00
4	300	7	2100.00	53.395	9.072	239.093	0.992	7.912	129.881	8.082	0.400	74.186	0.563	4.398	6.434	15.333	2649.74	1545.00	1104.74	368.25

Cuadro 17. Análisis de la rentabilidad económica del sistema agroforestal (SAF-8) de 7 años.

DESCRIPCION	Unidad Medida	Precio unitario	año 0		año 1		año 2		año 3		año 4		año 5		año 6		año 7	
			Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total	Cant	Total
1. MANO DE OBRA																		
Rozo tumba y quema	Jornal	15			12	180												
Demarcación y poseo	Jornal	15			10	150												
Transplante y recalce	Jornal	15			12	180	2	30										
Deshierbo manual	Jornal	15			40	600	40	600	40	600	30	450	30	450	25	375	25	375
Control fitosanitario	Jornal	15			6	90	6	90	3	45	3	45	3	45	3	45	3	45
Poda	Jornal	15			3	45	4	60	4	60	5	75	6	90	7	105	7	105
Fertilizacion	Jornal	15			4	60	4	60	5	75	6	90	6	90	6	90	6	90
Cosecha camu camu	Jornal	15			25	375			6	90	16	240	45	675	59	885	155	2325
Sub total						1680		840		870		900		1350		1500		2940
2. INSUMOS																		
Urea	Kg	4			50	200	50	200	100	400	100	400	150	600	200	800	200	800
Sulfato de potasio	Kg	3			50	150	50	150	50	150	50	150	50	150	50	150	50	150
Abono foliar	lt	37			0.5	18.5	0.5	18.5	1	37	1	37	1	37	1	37	1	37
Pesticida	lt	40			1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40
Adherente	lt	25			0.2	5	0.2	5	0.2	5	0.2	5	0.2	5	0.2	5	0.2	5
Sub total				0		413.5		413.5		632		632		832		1032		1032
3. HERRAMIENTAS E INSUMOS																		
Tijera podadora	Unidad	50			1	50												
SERRUCHO DE PODAR	Unidad	70							1	70								
Cavador	Unidad	20			1	20												
Azadon	Unidad	20			1	20												
Machete	Unidad	10			1	10												
Alquiler de bomba	S/.x hora	1			8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Manta	m2	2			20	40												
Jabas	Unidad	25							2	50	4	100	4	100				
Cordel de hilo	m	0.15			100	15												
Sub total						163		8		128		108		108		8		8
4. OTROS GASTOS																		
Transporte de plantas, insumo y cos	t	150			0.8	120	0.8	120	0.5	75	1.5	225	4	600	8	1200	12	1800
Asistencia tecnica especializada	S/.ha	400			1	400	1	400	1	400		100		100		100		100
Gastos administrativos (10% Costo t	S/.ha					0		277.65		205.92		231.09		219.61		320.96		416.1
Sub total						520		797.65		680.92		556.09		919.61		1621		2316.1
5. EGRESO TOTAL				0		2776.5		2059.15		2310.9		2196.1		3209.6		4161		6296.1
Rdto. Camu camu	Ton	1500							0.092	138	3.65	5475	7.21	10815	10.76	16140	14.32	21480
Especie forestal	Pie tablar	3.67																1458.6
5. INGRESO TOTAL				0		0		0		138		5475		10815		16140		22939
5. UTILIDAD ANUAL EN S/.				0		-2777		-2059.15		-2173		3278.9		7605.4		11979		16642
5. UTILIDAD ANUAL EN \$/.				0		-925.5		-686.38		-724.3		1093		2535.1		3993		5547.5

Anexo 2.

Cuadro 18. Costo unitario primer año cultivo de cacao

DESCRIPCION	U.M	Cant.	Costo Unit.	Sub Total (S/.)	TOTAL (S/.)
A. PREPARACION DE TERRENO					460.00
Alquiler de motosierra	Unidad	2	50.00	100.00	
Operador de motosierra	Jornal	2	30.00	60.00	
Rozo, picacheo	Jornal	10	15.00	150.00	
Limpieza	Jornal	10	15.00	150.00	
B. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE					120.00
Gasolina mezclada	Galón	5	12.00	60.00	
Aceite grado 140	Galón	2.5	24.00	60.00	
C. INSTALACIÓN DE VIVEROS					178.10
Bolsa de vivero para cacao	Millar	1.7	33.00	56.10	
Bolsa de vivero para forestal	Millar	0.1	30.00	3.00	
Llenado de bolsa	Jornal	3	15.00	45.00	
Fungicidas	Kg.	0.5	30.00	15.00	
Fertilizante foliar	Kg.	2	22.00	44.00	
Control fitosanitario	Jornal	1	15.00	15.00	
D. INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO					1185.00
Trazado de parcela	Jornal	9	15.00	135.00	
Apertura de hoyos cacao (0.4 m x 0.4 m)	Jornal	10	15.00	150.00	
Apertura de hoyos sombra permanente	Jornal	1	15.00	15.00	
Instalación de plántones de cacao	Jornal	8	15.00	120.00	
Instalación de sombra permanente	Jornal	1	15.00	15.00	
Deshierbo (03 por año)	Jornal	45	15.00	675.00	
Control fitosanitario	Jornal	2	15.00	30.00	
Poda de formación	Jornal	2	15.00	30.00	
Recalce	Jornal	1	15.00	15.00	
E. INSUMOS Y MATERIALES					1317.50
Semilla de cacao	Kg.	3	10.00	30.00	
Varas yemeras	Unidad	425	0.50	212.50	
Semillas, planta para sombra (cedro + Caoba)	Kg.	0.3	150.00	45.00	
Injertador	Jornal	17	15.00	255.00	
Sulpho - mag	Saco	2	220.00	440.00	
Guano de isla	Saco	2	95.00	190.00	
Roca fosfórica	Saco	2	60.00	120.00	
Pencil	Lt.	0.5	50.00	25.00	
F. HERRAMIENTAS					365.00
Machetes	Unidad	2	10.00	20.00	
Tijera de podar	Unidad	2	80.00	160.00	
Cuchilla de injertar	Unidad	1	50.00	50.00	
Cinta de plástico	Metro	15	7.00	105.00	
Regadera	Unidad	1	30.00	30.00	
G. TRANSPORTE					156.25
H. COMERCIALIZACIÓN					195.00
TOTAL (S/.)					3976.85

Cuadro 19. Costo unitario al segundo año del cultivo de cacao

DESCRIPCION	U.M	Cant.	Costo Unit.	Sub Total (S/.)	TOTAL (S/.)
A. GASTOS DE CULTIVO					885.00
Deshierbo (03 por año)	Jornal	45	15.00	675.00	
Control fitosanitario	Jornal	2	15.00	30.00	
Poda de formación	Jornal	10	15.00	150.00	
Recalce	Jornal	2	15.00	30.00	
B. COSECHA Y BENEFICIO					390.00
Cosecha de cacao	Jornal	4	15.00	60.00	
Quiebra	Jornal	2	15.00	30.00	
Fermentado	Jornal	4	15.00	60.00	
Secado	Jornal	3	15.00	45.00	
Cosecha de plátano	Jornal	13	15.00	195.00	
C. INSUMO Y MATERIALES					100.00
Varas yemeras	Unidad	100	1.00	100.00	
D. COMERCIALIZACIÓN					51.00
Costales de polietileno	Unidad	3	2.00	6.00	
Transporte de cacao	S/. Kg.	300	0.10	30.00	
Venta	Jornal	1	15.00	15.00	
TOTAL					1426.00

Cuadro 20. Costo unitario al tercer año del cultivo de cacao

DESCRIPCION	U.M	Cant.	Costo Unit.	Sub Total (S/.)	TOTAL (S/.)
A. GASTOS DE CULTIVO					645.00
Deshierbo (03 por año)	Jornal	30	15.00	450.00	
Poda de mantenimiento	Jornal	10	15.00	150.00	
Abonamiento	Jornal	3	15.00	45.00	
B. COSECHA Y BENEFICIO					255.00
Cosecha de cacao	Jornal	7	15.00	105.00	
Quiebra	Jornal	3	15.00	45.00	
Fermentado	Jornal	4	15.00	60.00	
Secado	Jornal	3	15.00	45.00	
C. INSUMOS					660.00
Sulfo-mag	Saco	1	220.00	220.00	
Guano de isla	Saco	4	95.00	380.00	
Roca fosfórica	Saco	1	60.00	60.00	
D. COMERCIALIZACIÓN					111.00
Costales de polietileno	Unidad	8	2.00	16.00	
Transporte de cacao	S/. Kg.	800	0.10	80.00	
Venta	Jornal	1	15.00	15.00	
TOTAL (S/.)					1671.00

Cuadro 21. Costo unitario al cuarto año del cultivo de cacao

DESCRIPCION	U.M	Cant.	Costo Unit.	Sub Total (S/.)	TOTAL (S/.)
A. GASTOS DE CULTIVO					285.00
Deshierbo (02 por año)	Jornal	6	15.00	90.00	
Poda de mantenimiento	Jornal	10	15.00	150.00	
Abonamiento	Jornal	3	15.00	45.00	
B. COSECHA Y BENEFICIO					405.00
Cosecha de cacao	Jornal	10	15.00	150.00	
Quiebra	Jornal	6	15.00	90.00	
Fermentado	Jornal	4	15.00	60.00	
Secado	Jornal	3	15.00	45.00	
Cosecha de plátano	Jornal	4	15.00	60.00	
C. INSUMOS					660.00
Sulfo-mag	Saco	1	220.00	220.00	
Guano de isla	Saco	4	95.00	380.00	
Roca fosfórica	Saco	1	60.00	60.00	
D. COMERCIALIZACIÓN					195.00
Costales de polietileno	Unidad	15	2.00	30.00	
Transporte de cacao	S/. Kg.	1500	0.10	150.00	
Venta	Jornal	1	15.00	15.00	
TOTAL (S/.)					1545.00

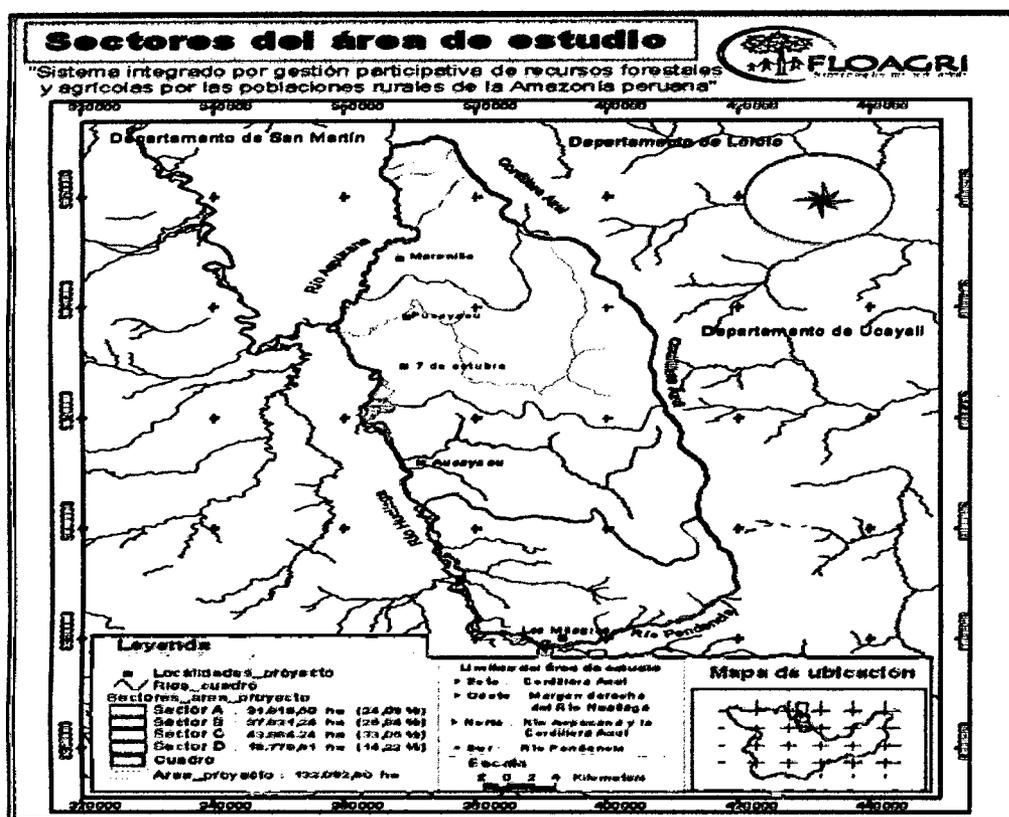
Cuadro 22. Costo unitario al quinto año del cultivo de cacao

DESCRIPCION	U.M	Cant.	Costo Unit.	Sub Total (S/.)	TOTAL (S/.)
A. GASTOS DE CULTIVO					255.00
Deshierbo (02 por año)	Jornal	4	15.00	60.00	
Poda de mantenimiento	Jornal	10	15.00	150.00	
Abonamiento	Jornal	3	15.00	45.00	
B. COSECHA Y BENEFICIO					705.00
Cosecha de cacao	Jornal	30	15.00	450.00	
Quiebra	Jornal	10	15.00	150.00	
Fermentado	Jornal	4	15.00	60.00	
Secado	Jornal	3	15.00	45.00	
C. INSUMOS					660.00
Sulfo-mag	Saco	1	220.00	220.00	
Guano de isla	Saco	4	95.00	380.00	
Roca fosfórica	Saco	1	60.00	60.00	
D. COMERCIALIZACIÓN					315.00
Costales de polietileno	Unidad	25	2.00	50.00	
Transporte de cacao	S/. Kg.	2500	0.10	250.00	
Venta	Jornal	1	15.00	15.00	
TOTAL (S/.)					1935.00

Cuadro 23. Costo unitario al sexto año del cultivo de cacao

DESCRIPCION	U.M	Cant.	Costo Unit.	Sub Total (S/.)	TOTAL (S/.)
A. GASTOS DE CULTIVO					255.00
Deshierbo (02 por año)	Jornal	4	15.00	60.00	
Poda de mantenimiento	Jornal	10	15.00	150.00	
Abonamiento	Jornal	3	15.00	45.00	
B. COSECHA Y BENEFICIO					705.00
Cosecha de cacao	Jornal	30	15.00	450.00	
Quiebra	Jornal	10	15.00	150.00	
Fermentado	Jornal	4	15.00	60.00	
Secado	Jornal	3	15.00	45.00	
C. INSUMOS					660.00
Sulfo-mag	Saco	1	220.00	220.00	
Guano de isla	Saco	4	95.00	380.00	
Roca fosfórica	Saco	1	60.00	60.00	
D. COMERCIALIZACIÓN					315.00
Costales de polietileno	Unidad	25	2.00	50.00	
Transporte de cacao	S/. Kg.	2500	0.10	250.00	
Venta	Jornal	1	15.00	15.00	
TOTAL (S/.)					1935.00

Anexo 3. Sectores y límites del área de estudio



Anexo 4. Galería de fotos



Foto 1. Grupo de trabajo.



Foto 2. Sistema agroforestal convencional asociado Camu camu con Capirona.