




REVISTA FORESTAL DEL PERU


Artículos Técnicos Publicados por


CIFOR - INIA


-  Rehabilitación de suelos forestales degradados en la zona de Alexander von Humboldt, Región Ucayali. *Auberto Ricse, Julio Alegre*

-  Síntesis de experiencias de investigación en rehabilitación de áreas degradadas en la Amazonia peruana, con especial referencia a la Región Ucayali, y retos para el futuro. *M. Soudre, C. Sabogal, A. Ricse*

-  Composición florística post-quema en áreas degradadas por la agricultura en la Región Ucayali, Amazonia peruana. *Zoyla Mirella Clavo Peralta, Sandra Roncal García, Auberto Ricse Tembladera, César Sabogal*

-  Análisis socioeconómico de la adopción de tecnologías de rehabilitación de tierras forestales degradadas en la Región Ucayali, Amazonia peruana. *Abel Meza López, Patricia Seijas Cárdenas y César Sabogal*

-  Rehabilitación de áreas degradadas en la Amazonia peruana: Revisión de experiencias, lecciones aprendidas y recomendaciones. *Abel Meza, César Sabogal y Wil de Jong*

-  Evaluación del potencial agroforestal de *Colubrina glandulosa* Perk ("shaina") en las provincias de Lamas y San Martín, Amazonia peruana. *Gilberto Ríos Olivares y Gilberto Domínguez Torrejón*

Agosto 2007

Evaluación del potencial agroforestal de *Colubrina glandulosa* Perk ("shaina") en las provincias de Lamas y San Martín, Amazonia peruana

Gilberto Ríos Olivares¹ y Gilberto Domínguez Torrejón²

RESUMEN

Se identificaron y sistematizaron tecnologías agroforestales que presentan como componente arbóreo a la especie forestal *Colubrina glandulosa* Perk ("shaina") en las provincias de Lamas y San Martín. Se seleccionaron 12 parcelas para la evaluación de crecimiento, densidad, especies asociadas y rendimiento económico, en función de características propias de su ubicación: altitud, precipitación, topografía, pH, tipo de tecnología, sistema de producción, interacción y aspectos socioeconómicos. Se encontró que los sistemas agroforestales con los mejores volúmenes de producción de madera rolliza de *Colubrina* son aquellas asociaciones para la producción de café bajo sombra con densidades arbóreas totales de 485 y 285 árboles/ha, en donde *Colubrina* representa el 38 y 34% del componente arbóreo, e *Inga* sp representa el 31 y 35%, respectivamente; mientras que *Colubrina* asociado a pastizal presenta el menor volumen de producción. Sin embargo, no se llegó a establecer una correlación fehaciente entre los indicadores biofísicos y socioeconómicos evaluados con la producción, siendo la densidad y distribución espacial y temporal de los componentes los factores con efectos más evidentes. Todos los sistemas evaluados presentan indicadores positivos de rentabilidad (relación B/C y VAN), a excepción de *Colubrina* asociado a pastizal.

Palabras claves: Perú, características edafoclimáticas, rentabilidad económica, sistema agroforestal.

SUMMARY - Evaluation of the agroforestry potential of *Colubrina glandulosa* Perk ("shaina") in the provinces of Lamas and San Martín, Peruvian Amazon. A number of agroforestry technologies with *Colubrina glandulosa* Perk ("shaina") as tree component were identified and systematized in the provinces of Lamas and San Martín. Twelve plots were selected for evaluating tree growth and density, associated species, and economic profitability as a function of site characteristics (altitude, precipitation, topography, pH, type of technology, production system and interactions) and socioeconomic aspects. It was found that the agroforestry system with the higher volume of round timber production of *Colubrina* was the association with shaded coffee in tree densities of between 485 and 285 trees/ha, where *Colubrina* represents 38% and 34% of the tree component, and *Inga* sp. does 31% and 35%, respectively. The association of *Colubrina* with pasture (*Brachiaria* sp.) showed the lower volume. It was not possible to establish a close correlation between the biophysical and socioeconomic indicators evaluated with production, whereas tree density and the spatial and temporal distribution of the components were the factors with more evident effects. All systems evaluated showed positive indicators of profitability (Cost/Benefit ratio and Present Net Value), with the exception of *Colubrina* associated with pasture.

Key words: Agroforestry system, economic profitability, edafoclimatic characteristics, Peru.

¹ Profesor Asociado de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.

² Profesor Principal de la Universidad Nacional Agraria "La Molina" - Lima.

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura es la forma más antigua forma de sustento de la humanidad, habiendo sufrido a lo largo de la historia una serie de cambios en busca de mejores resultados. Muchos de estos cambios han sido orientados a incrementar la productividad a costo del deterioro de los recursos naturales renovables.

Los agricultores de la Región San Martín, sin embargo, ancestralmente han entendido que la mejor forma de obtener productividad en la finca es diversificando la producción en una unidad parcelaria. Ellos establecen sus chacras con la siembra de muchas especies, combinando las leñosas (árboles, arbustos, palmas) con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, lo que les permite obtener productos necesarios para su autoconsumo y el sobrante para la venta en el mercado local.

La especie *Colubrina glandulosa* Perk, localmente conocida como "shaina", tiene un crecimiento rápido, es propia de bosques secundarios y posee madera semi-dura. En los primeros cinco años esta especie logra producir madera para construcciones, tanto en zonas rurales como urbanas, principalmente como vigas, viguetas, caibros, cercos de protección, palos de escoba, etc., y entre los ocho a diez años se obtiene madera para postes de alumbrado público.

En la Región San Martín, desde hace más de 10 años algunas instituciones están desarrollando trabajos de reposición forestal con la shaina, obteniendo resultados positivos y la aceptación de los agricultores. Sin embargo, a pesar de que esta especie ha demostrado un comportamiento adecuado, no se cuenta todavía con información sistematizada y confiable que permita valorar y demostrar las ventajas ecológicas y económicas de la tecnología de producción, principalmente sobre las características silviculturales que faciliten la replicación de la especie por pequeños agricultores para producciones a escala comercial.

Con base a esta necesidad, en la presente investigación se establecieron los siguientes dos objetivos: 1) Identificar y sistematizar tecnologías agroforestales en las provincias de Lamas y San Martín, que presenten como componente arbóreo a la shaina; y 2) evaluar y validar a la shaina como componente arbóreo de sistemas agroforestales.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

La agricultura en la zona de Selva es una actividad completamente desordenada, porque no se tiene en cuenta la capacidad de uso mayor de los suelos para la instalación de los cultivos y menos aún las técnicas de manejo propios del cultivo (López 1994). De esta forma, extensas áreas se encuentran abandonadas, cubiertas en gran parte por especies de gramíneas integrando los denominados "pajonales" o "macorrillares", que año tras año va ganando las tierras dejadas por el hombre (Anderson 1990).

La cobertura forestal del fundo (o "chacra") no se mide por la cantidad de superficie cubierta de monte, sino por el número y variedad de especies sembradas en forma discontinua en la chacra, permitiendo una simbiosis entre cultivos y árboles, de modo que los cultivos se benefician de los árboles en los siguientes aspectos: protección contra vientos, fertilización a partir de la descomposición de las hojas y ramas, sostén para algunas leguminosas, humedad y sombra, mejoramiento de la estructura del suelo y reducción de la erosión del suelo (CEDISA 1993).

Los efectos de los árboles sobre la fertilidad varían según las especies y condiciones ambientales. Es importante conocer los mecanismos que producen tales resultados para poder decidir sobre las técnicas de manejo adecuadas para obtener impactos deseables (Young 1989).

Los *sistemas agroforestales* (SAF) se pueden definir como una serie de tecnologías del uso de la tierra, en el que se combinan árboles con cultivos y/o pastos, en función del tiempo y del espacio para incrementar y optimizar la producción en forma sostenible (Brack 1992).

En la provincia de Lamas, Región San Martín, los bosques primarios son escasos, siendo una causa principal la migración masiva que se viene dando desde hace cuatro décadas para sembrar monocultivos (APECO 1998).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del área de estudio

El estudio enfocó la zona del Bajo Mayo, que comprende las jurisdicciones de las provincias de Lamas y San Martín. Esta zona fue priorizada con base en los siguientes criterios: a) existencia de antecedentes de prácticas agroforestales con el componente arbóreo shaina; b) valoración del recurso forestal por los pobladores, demostrando iniciativa propia en la reforestación de sus predios; c) la zona del Bajo Mayo es considerada altamente importante para la economía de la región.

Las áreas de estudio están comprendidas los entre 400 y 1 100 msnm, presentando una temperatura media de 24.9 °C, mínima de 18.5 °C y máxima de 34.3 °C. La precipitación anual promedio es de 1 264 mm. Marzo y abril son los meses más húmedos (con 153 y 154 mm, respectivamente), mientras que julio, con 56 mm, es el mes más seco (SENAMHI 2004). La zona está clasificada como "bosque seco tropical", según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1987).

3.2 Selección de parcelas

Se identificaron y caracterizaron 25 parcelas con SAF, seleccionándose 12 sistemas con base en los siguientes factores: a) altitud sobre el nivel del mar, b) características edafoclimáticas del sector, c) tiempo de conducción de las parcelas (edades), d) topografía, e) densidad arbórea mono específica o asociada, f) rotación de cultivos, g) tamaño mínimo del área: 0.25 ha, y h) condición socioeconómica.

3.3 Nivel socioeconómico del agricultor

Este factor permite conocer qué tipo de agricultor está manejando determinado sistema, lo que permite proyectar la promoción del sistema. Se hizo una estratificación tipológica del poblador. En el Cuadro 1 se presentan los aspectos considerados y el nivel encontrado en cada uno de ellos.

3.4 Evaluación de la parcela

Se aplicó la metodología de *diagnóstico y diseño agroforestal*, la cual se centra en el análisis del componente leñoso perenne, sus interacciones con los otros componentes

productivos, su manejo y su utilización por parte de la familia que administra la tierra (Rocheleau y Vonk 1983). El diagnóstico abarca aspectos biofísicos, agroforestales, sociales y económico-financieros. (Raintree 1987). El diseño responde a los criterios de productividad, sostenibilidad y potencial de adopción.

Se registró la historia, año de instalación del cultivo agrícola y/o forestal, método de instalación empleado, número de limpiezas y abonamientos por año, podas, etc., lo que sirvió para describir el manejo del sistema. Las evaluaciones fueron realizadas directamente en el terreno con parámetros silviculturales y agrícolas importantes. Para la evaluación se consideraron parcelas con superficie mínima de $\frac{1}{4}$ de hectárea, en donde se instalaron parcelas de evaluación de $\frac{1}{10}$ de hectárea.

Cuadro 1. Descripción de parámetros para tipificar a los productores por aspecto técnico, económico y educacional

Aspecto técnico	Niveles		
	Alto	Medio	Bajo
Con base en la encuesta de los rubros sobre manejo de suelos, cultivos, uso de fertilizantes, empleo de equipos y/o maquinarias, para clasificarlos en:	El agricultor aplica técnicas eficientes de manejo de suelo y tiene conocimientos sobre su conservación; utiliza maquinarias y equipos que ayudan a elevar su producción por unidad de área, y se suma a ello su gran experiencia adquirida u observada (se capacita)	El agricultor solamente posee gran experiencia y en base a ello maneja su suelo, sin incrementar su conocimiento con capacitaciones o lecturas complementarias	El agricultor no tiene experiencia, maneja incipientemente su suelo y su sistema generalmente lo encontró ya instalado y no realiza innovaciones en él
Aspecto económico	Alto	Medio	Bajo
Datos de la encuesta acerca del capital con que cuenta el agricultor, número de fundos, otras fuentes de ingreso, número de integrantes de la familia, bienes que lo respaldan, si trabaja con el banco y grado de comercialización	El agricultor tiene otros ingresos aparte de su parcela, como en la pequeña industria, el trabajo particular, o, en todo caso tiene más de dos fundos que satisfagan su economía	El agricultor vive del ingreso de su parcela más otra fuente no permanente de economía y generalmente trabaja con préstamo del banco	El agricultor vive solamente del ingreso de su parcela, cuya producción en mayor porcentaje es de subsistencia, y no tiene acceso a préstamo del banco por diferentes motivos
Aspecto educacional	Alto	Medio	Bajo
Este aspecto influirá sobre el grado de aceptación a la promoción futura y para que su inquietud por adquirir mejoras en el manejo de su sistema pueda ser lograda sin obstáculos	El agricultor tiene un grado de instrucción superior a secundaria completa, con bastante inquietud por adquirir mayor conocimiento, se capacita dentro y algunas veces fuera del país	El agricultor solamente cuenta con secundaria completa o incompleta, pero no se capacita (cursos)	El agricultor carece de instrucción o solamente tiene primaria completa

3.5 Volumen de la madera

Para realizar los cálculos sobre el volumen de madera producido por el sistema, se midieron los siguientes parámetros/árbol/sistema:

- DAP: Diámetro a 1.30 metros del suelo

- HT: Altura total de árboles en metros
- HC: Altura comercial en metros
- AB: Área basal en m^2 : $0.7854 \times d^2$ (diámetro)
- Cf: Coeficiente de forma 0.7 para especies tropicales
- V: Volumen en m^3 : $AB \times H \times Cf$

3.6 Rendimiento del cultivo

Con las visitas periódicas en épocas de cosecha se anotó la producción por hectárea y por año, verificándose esta información con la respuesta del agricultor en la encuesta formulada.

3.7 Análisis silvicultural del sistema

Heterogeneidad de especies. Se consideró la distribución espacial del componente arbóreo en un área representativa de 30 m de largo por 15 m de ancho, levantándose información gráfica.

Identificación, clasificación y descripción. Con los datos de la entrevista de campo y el gráfico respectivo se determinó el nombre del sistema, para lo cual se tomó en cuenta el cultivo económicamente importante y la función del componente forestal.

Luego, con la ayuda de la clasificación de SAF señalada por Combe y Budowski (1978), se procedió a clasificarlos, resaltando lo más importante y lo más característico según lo manifestado por el agricultor.

3.8 Evaluación económica

Estructura de egresos. Para cada sistema se obtuvo información resumida de los desembolsos efectuados para la conducción de los SAF durante los 10 años de desarrollo. Se analizaron los costos de producción, que incluyen: semillas, mano de obra y labores culturales (principalmente, deshierbos, siembra y cosecha por hectárea).

El costo de mantenimiento representa el cuidado a los cultivos permanentes mediante labores culturales, principalmente deshierbos, valorizándose el costo de la mano de obra en las diferentes fases productivas. Se valorizó el jornal en ocho nuevos soles (S/.8.00),

sean estos como mano de obra familiar o "choba - choba" (ayuda mutua en la crianza de la chacra campesina).

El costo de comercialización se estimó con base en el destino del producto. Todos los costos fueron cubiertos por instituciones locales (CEDISA, Ministerio de Agricultura) en cuanto a instalación, mantenimiento y asesoría.

Estructura de ingresos. Se contabilizó el valor bruto de la producción, que es la valorización a precio de mercado de la producción destinada a las ventas. Otro rubro importante generador de ingresos lo constituye la capitalización en el tiempo de las especies forestales, los frutales y los cafetales.

Esta capitalización se calcula desde el periodo en que empiezan las primeras cosechas en el caso de las especies frutales y cafetales, mientras que las especies forestales se capitalizan hasta el fin del periodo de análisis (años).

Para utilizar el indicador VAN se considera la tasa de interés de 24% anual (referencia de Agrobanco); se asume que esta tasa se mantendrá hasta el 2007. El VAN viene a ser el ingreso económico ganado sobre la tasa de interés, que en este caso es de $i = 24\%$.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Sistemas agroforestales seleccionados con el componente *Colubrina*

El Cuadro 2 describe la ubicación y tamaño de la parcela y el nombre del propietario que se visitó en la etapa de selección.

El estudio se desarrolló en tres distritos de la Región San Martín: Rumizapa, San Roque y Banda de Shilcayo. En cada uno de estos distritos se seleccionaron dos sectores para el estudio. Para el caso del distrito de Rumizapa, los sectores seleccionados fueron Chirapa y Panchilla. Para el distrito de San Roque los sectores seleccionados fueron Ciricyacu y Aviación, mientras que para la Banda de Shilcayo se seleccionaron los sectores Brizas de la Molina y Laguna Venecia. En el mismo cuadro se presentan los SAF que fueron seleccionados aplicando los criterios establecidos en la metodología y su respectiva edad de instalación.

Cuadro 2. Relación de parcelas agroforestales con *Colubrina* identificadas en el estudio

Código de parcelas	Sector	Distrito	Propietario	Área (ha)	Edad (meses)
01	Chirapa	Rumizapa	Elías Sinarahua Pashanasi	0.25	--
02	Chirapa	Rumizapa	Francisco Amasifuen Pashanasi	0.25	--
03*	Chirapa	Rumizapa	Marcelino Tapullima Pashanasi	0.50	37
04	Chirapa	Rumizapa	Nelson Romero Saavedra	0.25	--
05	Chirapa	Rumizapa	Reiner Soria Romero	0.25	--
06	Chirapa	Rumizapa	Rodolfo Falcón Arbildo	0.25	--
07*	Chirapa	Rumizapa	Rosa Saldaña Campos	0.50	50
08	Chirapa	Rumizapa	Rosendo Isuiza Sinarahua	0.25	--
09	Pacchilla	Rumizapa	Adolfo Amasifuen Isuiza	0.50	--
10*	Pacchilla	Rumizapa	Basilio Pashanasi Pashanasi	0.25	33
11*	Pacchilla	Rumizapa	Carlos Díaz Gonzáles	1.00	35
12	Pacchilla	Rumizapa	Wagner Lozano Amasifuen	0.25	--
13	Pacchilla	Rumizapa	Luis Pashanasi Amasifuen	0.25	--
14	Pacchilla	Rumizapa	Felipe Pashanasi Pashanasi	0.25	--
15	Chiricyacu	San Roque	Ricardo Tapullima Amasifuen	1.00	--
16	Chiricyacu	San Roque	Orlando Tapullima Amasifuen	1.00	--
17*	Chiricyacu	San Roque	Miguel Tapullima Sinarahua	2.00	50
18*	Chiricyacu	San Roque	Segundo Miguel Tapullima Sinarahua	1.00	40
19*	Aviación	San Roque	Humberto Sangama Sangama	0.75	29
20*	Aviación	San Roque	Nazario Sangama Salas	0.35	37
21	Brisas Molina	Bda. Shilcayo	Wagner García Vásquez	0.25	--
22*	Brisas Molina	Bda. Shilcayo	Carlos Marx Ríos Trigozo	1.00	44
23*	Brisas Molina	Bda. Shilcayo	Milton Ríos Alegría	9.00	49
24*	Laguna Venecia	Bda. Shilcayo	Edilberto Reátegui del Aguila	0.25	50
25*	Laguna Venecia	Bda. Shilcayo	Ángel Reátegui del Aguila	0.75	50

* Parcelas seleccionadas

4.2 Diferencias de los parámetros edafoclimáticos encontrados para cada sistema agroforestal

Las principales características edafoclimáticas de los lugares donde se ubican los sistemas evaluados se presentan en el **Cuadro 3**. Cada sector presenta sus propias características edafo climáticas. Así tenemos que, para el distrito de San Roque, existe una diferencia

entre los dos sectores de 50 m en la altitud, 200 mm de precipitación, con una temperatura promedio que fluctúa en 2 °C. Con respecto al suelo, las texturas son similares para los sistemas 18, 19, 20, es decir, franco arcilloso, mientras que para el sistema 17 es franco arenoso. Sin embargo, la densidad aparente del suelo es mucho mayor en Chiricyacu, donde los suelos son más compactados o duros, que no permiten un buen desarrollo del sistema radicular de las plantas.

Para el caso del distrito de Rumizapa, existe una diferencia entre los sectores de Pacchilla y Chirapa de 90 a 110 m en la altitud. El sector Chirapa presenta mayor temperatura (en promedio 3 grados más que Panchilla), mientras que la precipitación es la misma para ambos sectores. La textura del suelo en el sector Pacchilla es franco arcillosa, mientras que en Chirapa es franco arenosa y la compactación del suelo es mayor. Estas diferencias en la textura del suelo coadyuvan positiva o negativamente en el crecimiento y posterior producción de los cultivos y de las especies forestales maderables.

En el distrito de la Banda de Shilcayo, tanto la temperatura como la precipitación son similares entre los dos sectores, pero existe una diferencia de 50 m en la altitud. En cuanto a la textura del suelo, uno de los sectores es franco arcilloso y el otro franco Arenoso con suelo mucho más compactado o duro, lo que no permite un buen desarrollo del sistema radicular de las plantas.

4.3 Análisis socioeconómico

Aplicando los criterios descriptivos que caracterizan el nivel socioeconómico se determinaron los niveles técnicos, económicos y educacionales de cada uno de los productores seleccionados (**Cuadro 4**).

Cuadro 3. Características de los lugares donde se ubican los SAF evaluados

Código	Sector	Distrito	Altitud (m.s.n.m.)	Temp. (°C)	Precip. (mm)	SUELO									
						pH	CE	Ca + Mg meq/100gr	K meq/100gr	P ppm	Al meq/100gr	M.O %	Densidad (g/cc)	Textura	Pendiente (%)
19	Aviación	San Roque	1100	25	2000	4.84	0.5	3.5	0.13	8.0	4.8	3.12	1.2	Franco Arcilloso	40
20	Aviación	San Roque	1100	22	2000	4.30	0.5	2.0	0.11	6.0	6.2	3.28	1.2	Franco Arcilloso	20.25
18	Chiricyacu	San Roque	1050	23	1800	4.52	0.6	3.0	0.11	7.0	5.2	3.20	1.5	Franco Arcilloso	38
17	Chiricyacu	San Roque	1050	23	1800	4.27	0.6	2.5	0.11	7.0	5.8	3.20	1.5	Franco Arenoso	24
11	Pacchilla	Rumizapa	710	22	1400	5.48	0.9	4.0	0.17	8.0	2.8	3.24	1.2	Franco Arcilloso	5
10	Pacchilla	Rumizapa	710	22.5	1400	6.31	1.2	6.0	0.21	8.0	1.2	2.98	1.2	Franco Arcilloso	18
07	Chirapa	Rumizapa	800	25.5	1400	5.74	0.8	4.0	0.13	7.0	3.8	3.16	1.5	Franco Arenoso	2
03	Chirapa	Rumizapa	820	25.5	1400	4.94	0.6	3.0	0.13	7.0	4.2	2.88	1.5	Franco Arenoso	20
22	Brizas de la Molina	Bda. Shilcayo	450	26.5	1264	5.94	1.0	5.0	0.19	8.0	1.4	2.98	1.5	Franco Arenoso	5
23	Brizas de la Molina	Bda. Shilcayo	450	26.5	1264	6.50	1.2	10.5	0.21	9.0	-	3.14	1.5	Franco Arenoso	5
24	Laguna Venecia	Bda. Shilcayo	400	26.5	1264	5.77	0.8	3.5	0.13	8.0	3.2	2.96	1.2	Franco Arcilloso	5
25	Laguna Venecia	Bda. Shilcayo	400	26.5	1264	4.50	0.7	3.0	0.11	7.0	5.4	3.22	1.2	Franco Arcilloso	5

Cuadro 4. Niveles socioeconómicos de los productores evaluados

Código	Sector	Distrito	ASPECTOS								
			Técnico			Económico			Educativo		
			Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
19	Aviación	San Roque			x			x			x
20	Aviación	San Roque			x			x			x
18	Chiricyacu	San Roque			x			x			x
17	Chiricyacu	San Roque			x			x			x
11	Pacchilla	Rumizapa			x			x			x
10	Pacchilla	Rumizapa			x			x			x
07	Chirapa	Rumizapa			x			x			x
03	Chirapa	Rumizapa			x			x			x
22	Brisas Molina	Bda. Shilcayo		x			x			x	
23	Brisas Molina	Bda. Shilcayo	x			x			x		
24	Lag. Venecia	Bda. Shilcayo		x			x			x	
25	Lag. Venecia	Bda. Shilcayo		x		x			x		

En este cuadro podemos observar que los productores de los distritos de Rumizapa y San Roque están enmarcados en la categoría de bajo para los aspectos técnicos, económicos y educacionales. Mientras que los productores del la Banda de Shilcayo están categorizados dentro del rango de medio a alto para los tres aspectos antes mencionados.

4.4 Evaluación de componentes de los sistemas agroforestales

En el Cuadro 5 se puede apreciar la cantidad de componentes maderables, cultivos permanentes y cultivos anuales encontrados en los 12 SAF evaluados.

La densidad de componentes agroforestales en cada sistema varía desde 2 hasta 11. Los SAF N° 11, 07, 03 y 10 presentan el mayor número de especies maderables diferentes en cada sistema. Esta diversificación de especies maderables es con el propósito que toda la madera que se extrae de los SAF dirigidos por CEDISA sea transformada en muebles para su venta a nivel regional y nacional. De esa manera, se logra promover la producción sostenible de especies de rápido crecimiento a escala de mercado como una alternativa de generación de ingresos en parcelas de agricultores.

Cuadro 5. Componentes de los SAF evaluados

Nombre común	Nombre científico	Sistemas Agroforestales											
		19	11	20	07	18	03	10	22	23	17	24	25
ESPECIES FORESTALES													
Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i>	90	80	551	122	187	98	180	2500	32	150	840	633
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>												533
Ingaina	<i>Roupala complicata</i>	306		165				15					
Bolaina	<i>Guazuma crinita</i>	164			27								
Paliperro	<i>Vitex pseudolia</i>	43	10	138	47								
Pucaquiro	<i>Sickingia tinctoria</i>		8		53		35	20					
Bolaina colorada	<i>Guazuma sp.</i>		10		20		3						
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>		5		9								
Topa	<i>Ochroma pyramidale</i>		5										
Fapina	<i>Cupania sp.</i>		40	55		31		80					
Rufindi	<i>Inga sp.</i>		200										
Guaba	<i>Inga edulis</i>		200		20	152	100	50					
Moena	<i>Nectandra sp.</i>			83		93							
Cacapana	<i>Simarouba amara</i>				63		23						
Pinshacspi	<i>Aspidosperma sp.</i>						3						
Shamboquiro	<i>Croton palinostigma</i>				53		23						
Añallocaspi	<i>Cordia alliodora</i>							30					
Tingana	<i>Derrys hilobia</i>				4								
Puca huasca	<i>Psychotria viridis</i>											10	
Shapana	<i>Tabebuia serratifolia</i>											50	
CULTIVOS PERMANENTES													
Caimito	<i>Chrysophyllum caimito</i>					5					5		
Palto	<i>Persea americana</i>					10							
Plátano	<i>Musa sp.</i>	X	X	X								X	
Papaya	<i>Carica papaya</i>											X	
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>	X											
Pijuayo	<i>Bactris gasipaes</i>					5					15		
Café	<i>Coffea arabica</i>		X		X	X	X	X			X		
Majambo	<i>Theobroma bicolor</i>					2							
Cítricos	<i>Citrus sp.</i>							X		X			
Cshaucsha	<i>Imperata brasiliensis</i>												X
Pasto brachiaria	<i>Brachiaria sp.</i>								X				
CULTIVOS ANUALES													
Fréjol	<i>Phaseolus sp.</i>	X		X									
Maíz	<i>Zea mays</i>	X		X									
Culantro	<i>Coriandrum sativum</i>	X											
Maní	<i>Arachis hypogea</i>	X											
Sacha papa	<i>Dioscorea sp.</i>	X		X									
Yuca	<i>Manihot sculenta</i>			X						X			X
Hortalizas (culantro)	<i>Coriandrum sp.</i>			X						X			
Densidad arbórea		603	558	992	418	485	285	375	250	32	230	840	1166

x Cultivos con densidades de siembra tradicional.

En el Cuadro 5 se observa que la densidad de árboles/ha varía fuertemente, desde 32 hasta 2 500, pasando por un amplio rango de densidades. El SAF N° 23 es el que presenta la menor densidad de siembra, con sólo 32 árboles/ha, sin asociación alguna con especies forestales maderables, pero sí asociada con algunos cultivos agrícolas (yuca, hortalizas y cítricos). De otro lado, el SAF N° 22 es el que presenta la mayor densidad de siembra (2 500 árboles de shaina), sin ninguna asociación con otras especies forestales ni tampoco con cultivos agrícolas, sino con braquiaria (*Brachiaria* sp.), una pastura del tipo gramínea. Esto es, se trata de un modelo de silvopastura que no ha dado resultado prometedor. Aún cuando el agricultor presenta un nivel medio en los aspectos técnico, económico y educacional, esto no se ve reflejado en la conducción del SAF, ya que sólo dedica el 30% de su tiempo al mismo y el resto de tiempo lo dedica a otras actividades fuera de su finca.

Existen otros dos sistemas con alta densidad de siembra, pero en asociación con otras especies forestales maderables y no maderables y con cultivos agrícolas. Uno de ellos es el SAF N° 20 (992 plantas/ha) y el N° 25 (1 166 plantas/ha). El primero tiene, además de la shaina, una asociación con cuatro especies forestales maderables y seis cultivos agrícolas (plátano, fréjol, maíz, yuca y hortalizas); mientras que el SAF N° 25 está asociado con el eucalipto y un cultivo agrícola (yuca) en presencia del pasto nativo cashaucsha, considerado como una maleza muy agresiva e indicador de suelos degradados en nutrientes.

Los SAF N° 07, 18 y 10 presentan una densidad de siembra en concordancia con plantaciones tradicionales, como 418, 485 y 375 plantas/ha, respectivamente. Sin embargo, en el SAF N° 07 la shaina está asociada con nueve especies forestales maderables y no maderables y con un cultivo agrícola (café), el SAF N° 18 está asociado con siete especies forestales y el SAF N° 10 con cinco especies forestales maderables y no maderables y dos cultivos agrícolas. Los SAF N° 19 y 20 presentan una fuerte asociación con cultivos agrícolas con altos requerimientos en nutrientes, como es el caso del plátano, caña de azúcar, fréjol, maíz, maní y yuca, además de tres a cuatro especies forestales maderables y no maderables con altos requerimientos de nutrientes, como es el caso de la bolaina.

Los productores con códigos 07, 10, 18, 19 y 20 de los distritos de Rumizapa y San Roque presentan niveles bajos en los aspectos técnico, económico y educacional, sin importar ni el sector ni el distrito al cual pertenece, sin embargo estos productores se dedican íntegramente a la chacra, es decir, que ellos viven y trabajan para su chacra. El bajo nivel educacional no permite un mayor desarrollo agrícola sustentable, lo cual se ve reflejado en los aspectos

técnicos y económicos. En los SAF N° 22, 23 y 24 la shaina no estuvo asociada con ninguna especie forestal maderable o no maderable. Sin embargo, cada uno de estos sistemas tiene sus propios componentes agrícolas, tanto en lo referente a las especies forestales maderables y no maderables, como en los cultivos agrícolas. Los productores con códigos 23 y 24 presentan niveles alto y medio en los aspectos técnico, económico y educacional. El productor con código 23 dedica el 85% de su tiempo al manejo de su chacra la parcela, en particular dedicado principalmente a la producción de cítricos y dentro de estos tiene instalado un bajo número de plantas de shaina. La economía de este productor se basa principalmente en la producción de cítricos, mientras que la shaina es un complemento para la producción de leña para el hogar. En el caso del productor con código 24, el SAF está basado en la producción de shaina y a ella está asociado el cultivo de plátano y papaya, ambos para consumo familiar. Sin embargo, la densidad de siembra de la shaina está por encima de la densidad adecuada.

4.5 Características del desarrollo de Colubrina

En el Cuadro 6 se presentan los indicadores del desarrollo de la shaina en función al sector de ubicación de cada uno de los sistemas. Estos indicadores son: altura total, altura comercial, diámetro a la altura del pecho (Dap) área basal y volumen de madera rolliza. Se puede apreciar que entre la altura total y la altura comercial de la shaina existe una diferencia de aproximadamente 2 m, con ciertas variaciones dentro de ellas. Son los SAF N° 18 y 03 los que presentan las mayores alturas totales y obviamente las mayores alturas comerciales.

Cuadro 6. Evaluación del crecimiento promedio por sector de shaina (*Colubrina glandulosa*)

Distrito	Sector	Código	Edad (meses)	Altura total media (m)	Altura comercial media (m)	Dap (cm)	Área basal (m ²)	Volumen m ³ /ha
Rumizapa	Chirapa	03	37	11.20	8.23	16.68	0.0218	1.255
	Chirapa	07	50	8.63	6.40	10.18	0.0081	0.363
	Pacchilla	10	33	8.40	6.53	8.83	0.0061	0.279
	Pacchilla	11	35	6.70	4.95	8.58	0.0058	0.201
San Roque	Chiricyacu	17	50	9.40	7.90	12.15	0.0116	0.641
	Chiricyacu	18	40	13.00	11.20	12.88	0.013	1.019
	Aviación	19	29	5.45	4.93	5.13	0.0021	0.072
	Aviación	20	37	11.23	9.8	9.00	0.0064	0.439
Banda de Shilcayo	Brisas la Molina	22	44	4.10	3.29	4.08	0.0013	0.030
	Brisas la Molina	23	49	11.18	7.275	11.58	0.0105	0.535
	Laguna Venecia	24	50	10.30	7.80	10.13	0.0081	0.442
	Laguna Venecia	25	50	9.20	7.90	8.08	0.0051	0.282

Con respecto al Dap, se observa que sigue la misma tendencia que la altura total, es decir, que los SAF N° 18 y 03 presentan los mayores Dap, lo que indica que existe una relación directa entre la altura total con el Dap (a mayor altura total, mayor Dap). Con respecto al área basal, su valor esta en relación directa con el Dap.

Con respecto a la producción de madera rolliza de shaina, podemos observar que los SAF N° 18 y 03 son los que presentan los mayores volúmenes, los cuales están directamente relacionados con los indicadores mencionados anteriormente (altura comercial y Dap).

4.6 Efecto de los parámetros edafoclimáticos en los volúmenes de producción de Colubrina

En el Cuadro 7 se puede observar que la mayor producción de madera rolliza lo presentan los SAF N° 03 y 18, sin importar la cantidad de lluvias, la edad del sistema ni el pH del suelo, ya que entre la ubicación geográfica de los SAF N° 18 y 03 existe una diferencia de 400 mm en la precipitación, y de tres meses de edad del sistema. El mismo cuadro muestra que, en función de la edad de la planta, la producción de biomasa expresada en volumen no tiene una tendencia definida, es decir, que los factores de sitio evaluados no evidencian claramente su influencia en la producción.

Cuadro 7. Producción de madera rolliza de Colubrina en función a diferentes condiciones edafoclimáticas

Distrito	Rumizapa				San Roque				Banda de Shilcayo			
	Chirapa		Panchilla		Chiricyacu		Aviación		Brisas de la Molina		Laguna Venecia	
Código SAF	03	07	10	11	17	18	19	20	22	23	24	25
Volumen (m ³ /ha)	1.255	0.363	0.279	0.201	0.641	1.019	0.072	0.439	0.030	0.535	0.442	0.282
Precip. (mm)	1400	1400	1400	1400	1800	1800	2000	2000	1264	1264	1264	1264
pH	4.94	5.74	6.31	5.48	4.27	4.52	4.84	4.30	5.94	6.50	5.77	4.50
Edad (meses)	37	50	33	35	50	40	29	37	44	49	50	50
Densidad arbórea/ha	285	418	375	558	230	485	603	992	2500	32	840	1166

Los bajos volúmenes de producción de madera rolliza están más relacionados con la densidad arbórea y los cultivos asociados, que son altamente competitivos por nutrientes con la especie bajo estudio. Por ejemplo, el sistema asociado con plátano, caña de azúcar, maní, etc., estos

son cultivos altamente extractivos de nutrientes como calcio y potasio; mientras que el sistema asociado con diferentes especies de cítricos (como limón, naranja, mandarina, etc.) son muy extractivos en potasio. El sistema Colubrina asociado con la pastura Brachiaria sp., presenta la mas baja producción de madera rolliza, lo que sugiere que la densidad de componentes de esta asociación es muy alta, por lo menos para la calidad de suelos en donde está instalada.

En el caso del sistema de Colubrina asociada con un tipo de eucalipto, la bibliografía refiere al efecto alelopático para los cultivos asociados con el eucalipto, lo que podría ser la causa para la baja producción de madera rolliza de Colubrina. Por otro lado, este sistema fue establecido en una área degradada, es decir, en un suelo fuertemente ácido, deficiente en fósforo disponible y en cationes cambiabiles (calcio, potasio y magnesio), además de la alta saturación de aluminio, el cual estaría bloqueando la absorción de los nutrientes esenciales para la planta.

En función a la discusión presentada previamente, podemos mencionar que Colubrina se desarrolla adecuadamente en suelos de las más diversas características físico-químicas, así como bajo cualquier régimen de precipitación pluvial, altitud y de características topográficas, lo cual nos define que ésta es una especie rústica de fácil adaptación a condiciones diversas; sin embargo, es muy notoria la disminución de la producción en volumen de madera frente a otros agentes externos, como por ejemplo la competencia de espacio y nutrientes con especies cultivadas como el cafeto, la braquiaria, etc., lo que nos induce a deducir que la Colubrina no soporta la asociación en altas densidades.

4.7 Análisis económico de los sistemas agroforestales evaluados

El Cuadro 8 presenta la Relación Beneficio - Costo y el Valor Actual Neto de cada uno de los SAF evaluados.

Cuadro 8. Relación Beneficio - Costo (B/C) y Valor Actual Neto (VAN) de los SAF evaluados

Distrito	Rumizapa				San Roque				Banda de Shilcayo			
	Chirapa		Pacchilla		Chiricyacu		Aviación		Brisas de la Molina		Laguna Venecia	
Cód. SAF	03	07	10	11	17	18	19	20	22	23	24	25
B/C	1.11	1.14	1.29	2.91	1.28	1.28	1.50	2.04	0.27	4.0	1.18	1.35
VAN	80.19	548.79	587.25	1378.21	448.96	8.44	758.27	797.50	774.21	5719.50	6.05	244.68

Los indicadores de rentabilidad económica, calculados en bases al flujo de caja proyectado hasta el año 2007, otorgan una relación B/C mayor que 1 y un VAN positivo en Nuevos Soles. Por lo tanto, reflejan la rentabilidad económica del sistema, a excepción del SAF N° 22, que presenta ambos indicadores negativos.

Los SAF N° 23, 11 y 20 presentan la mayor rentabilidad económica con una relación B/C de 4.0, 2,91 y 2.04, respectivamente; seguidos de los SAF N° 19, 18, 10 y 17 con una relación B/C de 1.50, 1.28 y 1.29, respectivamente. Los demás sistemas presentan igualmente rentabilidad, pero con valores menores a los mencionados.

La alta rentabilidad presentada por el SAF N° 23 se debe a los productos que se cosechan y comercializan a través del tiempo en forma continua, como la yuca y los cítricos principalmente. En el caso de los SAF N° 11 y 20, la rentabilidad está relacionada principalmente a la asociación con otras especies forestales maderables de alto valor económico y a los cultivos agrícolas que se producen y comercializan continuamente. Bajo estos indicadores, la conducción de estos sistemas es económicamente rentable, lo que significa que, si se tiene un capital propio disponible, es más rentable invertir en la conducción de los SAF N° 23, 11, 20, 19, 18, 10 y 17, que depositar el capital en cualquiera de los bancos del sistema financiero peruano.

5. CONCLUSIONES

- La densidad arbórea del sistema es un indicador más directamente relacionado con la productividad de madera rolliza de *Colubrina*.
- La *Colubrina* puede crecer adecuadamente, independientemente de que esté asociada con otras especies arbóreas.
- El rendimiento de la producción de madera rolliza de *Colubrina* no está directamente relacionado con las condiciones edafoclimáticas: pH, precipitaciones, altitud, así como tampoco con la edad misma de la planta.
- Los menores registros de producción de madera rolliza de *Colubrina* se dieron cuando está asociada con cultivos agrícolas y pasturas gramíneas altamente extractivas en calcio y potasio (caso del plátano, caña de azúcar y maní).

- El SAF N° 23 presenta la mayor rentabilidad, con una relación B/C de 4.0, en donde el componente agrícola es un cultivo permanente (cítricos). También mostraron altos rendimientos económicos los SAF N° 11 (relación B/C = 2.91) y el N° 20 (relación B/C = 2.4), donde las densidades arbóreas son de término medio (558 y 992 árboles por hectárea) y el componente agrícola está conformado por especies de alto valor comercial en el mercado.

6. RECOMENDACIONES

- La densidad promedio de 500 plantas por hectárea de *Colubrina* como componente arbóreo de SAF es la más recomendable.
- La pastura *Brachiaria* sp. no es un componente adecuado para SAF, por ser muy extractivo de nutrientes del suelo y de baja productividad.
- Los SAF deben monitorearse con relación al comportamiento de los componentes agrícolas, la intensidad de uso del suelo y el reciclaje de nutrientes.
- Los SAF de mayor rentabilidad económica deben ser validados con productores de la misma zona en las cuales se condujo el ensayo.
- Evaluar la captura de carbono en los diferentes SAF para conocer su contribución con el medio ambiente y potenciar la generación de ingresos al productor.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, A. 1990. Alternatives to Deforestation. Steps Towards the Sustainable Use of The Amazon Rain Forest . New York (EUA). 281 p.
- APECO. 1998. Bases para la gestión de los recursos naturales y elaboración de un plan de ordenamiento territorial de la región San Martín. Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza. Lima - Perú
- Brack, A. 2005. La Agroforestería. www.peruecologico.com.pe/sueloagroforesteria.html.
- CEDISA, 1993. Chacras y Chacareros. 1^{ra} Ed. Lima, Perú. 188 p.
- Combe, J. y G. Budowski. 1978. Clasificación de Técnicas Agroforestales. Turrialba. Costa Rica, CATIE. 62 p.

- Holdridge, H. 1987. Clave Geológica del Perú. Boletín N° 04. Lima, Perú. 41 p.
- López, W. 1994. Sistemas Agrarios de Producción. Tarapoto, Perú. 51 p.
- Rocheleau, D. y R. Vonk. 1983. El papel de la agrosilvicultura en el FSR & D. Farming Systems Support Project Newsletter.
- Raintree, J.B. 1988. The state of the art of agroforestry diagnosis and design. Agroforestry systems (Holanda). 180 p.
- TCA (Tratado de Cooperación Técnica Amazónica). 1994. Experiencias Agroforestales Exitosas en la Cuenca Amazónica. Preparado por A. Brack. Lima - Perú. 195 p.
- Young, A. 1989. Agroforestry for Soil Conservation. Nairobi (Kenya). 276 p.