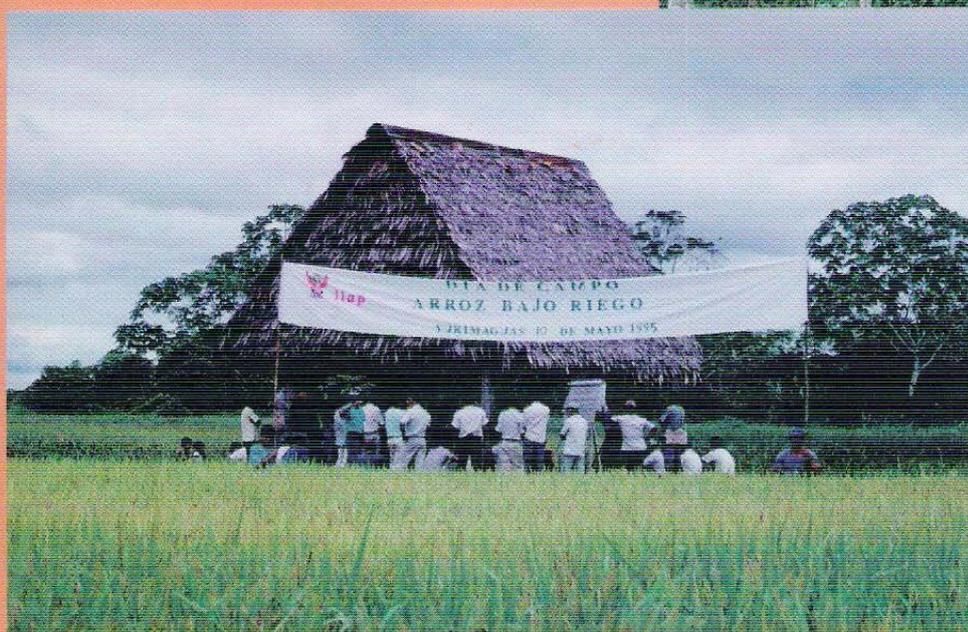


# YURIMAGUAS

## Tierra Germinal

Tecnologías de manejo de suelos para el siglo XXI

Parte I



**iiap**

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
DE LA AMAZONIA PERUANA



# YURIMAGUAS

## Tierra Germinal

Tecnologías de manejo de suelos para el siglo XXI

### **Parte I**

Tecnología, Influencia y Propuesta

**Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana**

**YURIMAGUAS TIERRA GERMINAL**

Tecnologías de manejo de suelos para el siglo XXI

Parte I: Tecnología, Influencia y Propuesta.

Parte II: Resúmenes de Tesis.

Parte III: Fichas Técnicas.

**Consultores:**

Luis Arévalo López

Antonio López Ucariegue

ISBN 9972-667-01-2

Noviembre de 1996

**@IIAP**

**Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana**

Av. Abelardo Quiñones km 2.5

Apto. 784, Iquitos - Perú

Télf.: (094) 265515 • 265516. Fax: 265527

E-mail: dirtec@iiap.org.pe

**Edición:**

Anna Maria Lauro

**Corrección:**

Andrés Cabezas Galván

**Diseño y diagramación:**

Eduardo Arenas

**Impresión:**

Comunicarte srl.

Telefax 462-4329

**Pablo Neruda**

El hombre tierra fue, vasija, párpado  
del barro trémulo, forma de la arcilla,  
fue cántaro... piedra...,  
copa imperial o sílice...  
Tierno y sangriento fue, pero en la empuñadura  
de su arma de cristal humedecido,  
las iniciales de la tierra estaban escritas.

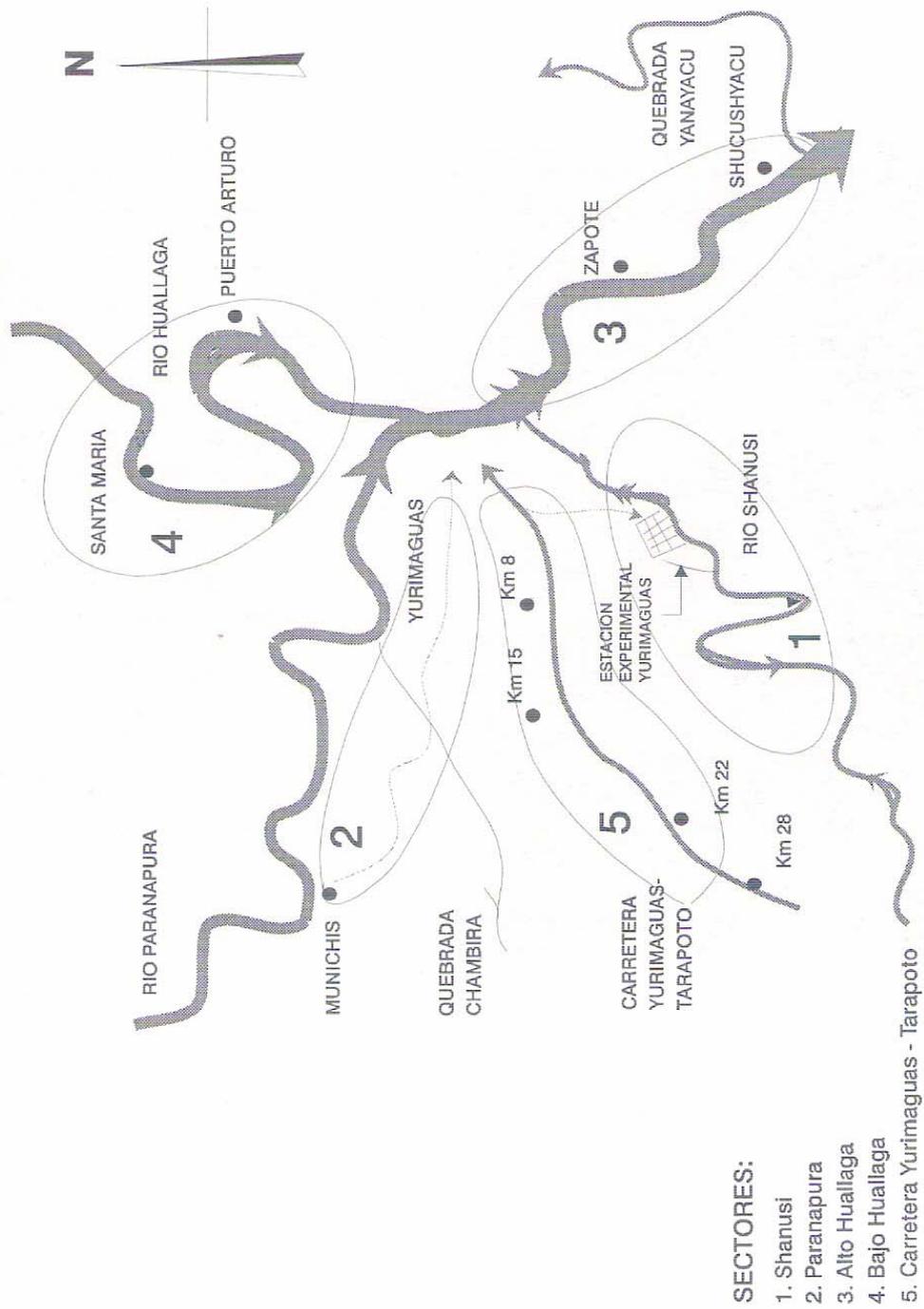


## ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN</b>	9
<b>INTRODUCCIÓN</b>	11
<b>TECNOLOGÍAS DE MANEJO DE SUELOS DE IA AMAZONIA DESARROLLADAS POR LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL</b>	13
Tecnologías para la preparación de las tierras	13
1. Sistemas de desmonte	13
Tecnologías para cultivos continuos y pastos mejorados	14
1. Arroz bajo riego en restingas	14
2. Cultivos continuos con altos insumos	18
3. Cultivos continuos con bajos insumos	21
4. Asociación Gramíneas con Leguminosas	23
5. Sistema de producción de pijuayo-fruto	25
Tecnologías Agroforestales para suelos ácidos y de baja fertilidad	28
1. Cultivos en callejones	28
2. Control de la erosión del suelo	33
3. Mejoramiento de purmas	35
4. Uso de coberturas	36
5. Sistema de Multiestratos	39
6. Sistemas Silvopastoriles	42
Conclusiones	44
<b>INFLUENCIA DE IA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SOBRE LOS AGRICULTORES</b>	45
1. Aspectos Generales	45
2. Relaciones Agricultor-Estación	50
3. Prácticas adoptadas por su relación con la Estación	53
4. Posibilidades de impacto del Centro de Investigación Yurimaguas	54
<b>PROPUESTA: ESTRATEGIAS A SEGUIR EN LOS PRÓXIMOS CINCO AÑOS PARA VALIDACIÓN, TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA E INVESTIGACIÓN</b>	57
1. Validación y transferencia de tecnología	57
2. Investigación	58
3. Requerimiento de recursos	60
3.1 Recursos humanos	60
3.2 Equipamiento	61
3.3 Investigación	61
3.4 Capacitación	61
4. Presupuesto	62
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	63



Figura 1. Ubicación del Centro de Investigación Yurimaguas y de los cinco sectores donde se realizaron las entrevistas a los agricultores.





- Plaza de Armas de Yurimaguas. Foto : Alejandra Schinder



- Vista panorámica del centro de Investigación Yurimaguas. Foto: Antonio López

## PRESENTACIÓN

En agosto de 1994 la Estación Experimental San Ramón, del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), fue transferida al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) adoptando como nombre *Centro de Investigación Yurimaguas*.

El IIAP, como instituto regional, tiene entre sus fines el preservar el diverso y vasto patrimonio de la región, transmitiendo el conocimiento generado por las diferentes culturas e instituciones, mediante el esfuerzo individual y colectivo, y poniendo lo logrado al servicio de la comunidad.

Es así que, después de una evaluación de las actividades que había venido realizando la Estación y de un periodo de trabajo, el IIAP consideró importante resaltar y difundir los logros alcanzados por ésta a lo largo de sus 25 años de trabajo.

En ese sentido, era realmente valioso registrar la trayectoria de una institución representativa como el INIA, como parte de la memoria histórica colectiva que no debe quedar confiada únicamente a los vaivenes del recuerdo.

Sin embargo, las experiencias de la Estación tienen valores científicos y tecnológicos que abarcan mucho más que el aspecto histórico regional y se vinculan con temas de preocupación e interés mundial, tales como la alimentación y el uso de tecnologías apropiadas, entre otros.

Por este motivo, fue evidente la necesidad de consolidar la información y experiencia reunidas en la Estación así como valorar su infraestructura, a fin de brindar a la comunidad nacional e internacional la información para su uso más conveniente y posibilitar un incremento en las oportunidades de inversión que le permitan al Centro de Investigación Yurimaguas seguir ofreciéndonos sus avances.

Asimismo, es importante destacar que la experiencia de la Estación no se circunscribe al territorio de Yurimaguas sino que ha tenido y tiene trascendencia e importancia a nivel nacional e internacional, como lo demuestra el interés de universidades e instituciones de prestigio mundial en apoyar y compartir los resultados de sus investigaciones.

Para facilitar la lectura del texto y los intereses específicos de los usuarios, se ha optado por publicar la información en tres partes; la primera dirigida a los decisores de políticas, a los técnicos, a los gestores de opinión pública y al público en general interesado en conocer el campo de acción específico y los avances de la Estación, así como las propuestas futuras; la segunda, dirigida a investigadores, docentes y estudiantes que buscan información acerca de los diferentes tipos de investigaciones realizadas en el Centro y la tercera, dirigida a técnicos y agricultores, que contiene fichas técnicas sobre las diferentes tecnologías empleadas y su validación.

El IIAP como reconocimiento a la labor del INIA, a través de la Estación Experimental San Ramón, presenta esta publicación con el objetivo de promover el intercambio de información que pueda despertar motivaciones para ulteriores investigaciones e inversiones en este campo, contribuir al logro de tecnologías adecuadas a nuestros suelos amazónicos e incrementar la oferta tecnológica apropiada a los ecosistemas amazónicos.

*El Directorio del IIAP*



## INTRODUCCIÓN

En la selva peruana diversas instituciones han desarrollado, en los últimos tiempos, acciones de investigación orientadas a ofertar tecnologías apropiadas para el uso intensivo de los suelos degradados y con problemas de fertilidad.

Una de las instituciones que ha logrado consolidar diversas e importantes experiencias en investigación y transferencia de tecnología es el INIA a través de la Estación Experimental San Ramón, actualmente transferida al IIAP.

Estos avances han merecido el apoyo técnico y financiero nacional e internacional de varias agencias y centros de estudio tales como la Universidad Estatal de Carolina del Norte (USA), el Proyecto Suelos Tropicales del INIA y el Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF) los cuales, a través de sus técnicos de gran capacidad y experiencia, han hecho posible los innumerables logros alcanzados desde 1972 a la actualidad.

Muchas de las tecnologías desarrolladas por la Estación, han sido editadas en diversas publicaciones y sirven como modelos para desarrollar planes de incorporación de tierras de baja fertilidad a la agricultura sostenible.

Sin embargo, esta información científica y tecnológica no había sido recopilada y de su difusión organizada dependía también su uso a más amplia escala así como favorecer el intercambio con instituciones afines; por otro lado, era importante determinar qué grado de impacto habían tenido estas innovaciones entre los agricultores de la zona de influencia de la Estación Experimental.

Para que este objetivo se lograra y para vislumbrar con mayor precisión la función del Centro en los próximos años, el IIAP ha realizado el presente estudio, que ha sido elaborado teniendo en cuenta, por un lado, la recopilación sistemática de toda la información científica -que da cuenta, entre otras cosas, del impacto que tuvo a nivel internacional- y, por otro, la descripción de las tecnologías generadas y su influencia.

En esta primera parte de la publicación se ofrece un estudio del tipo de trabajo desarrollado por el Centro en el desarrollo de tecnologías aptas para el manejo de suelos en la Amazonía y sus objetivos y se trata de medir el impacto en los productores, a través de entrevistas directas, de las tecnologías comprobadas en función del grado de adopción.

El análisis de las entrevistas presentó una visión clara del potencial de las tecnologías generadas que tienen grandes posibilidades de ser adoptadas por los agricultores en la actualidad y sobre lo cual el actual Centro de Investigación Yurimaguas tendría que enfatizar.

Basados en los resultados obtenidos se presenta, además, una propuesta sobre la nueva estrategia de trabajo para el Centro de Investigación en lo que respecta a investigación, validación y transferencia de tecnología a ser desarrolladas en los próximos cinco años.



# TECNOLOGÍAS DE MANEJO DE SUELOS DE LA AMAZONIA DESARROLLADAS POR LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL

El desarrollo agrícola, ganadero y agroforestal sostenible en el tiempo, para la selva baja y alta, requiere de tecnologías investigadas y probadas durante largo tiempo para evitar los riesgos económicos que correrían los agricultores y ganaderos con la adopción de técnicas probadas en una sola campaña o estación del año, las cuales sólo muestran resultados parciales.

Por lo tanto, el éxito de un programa de desarrollo agropecuario, depende mucho del sustento que tenga; basado en resultados obtenidos a través de un largo tiempo de evaluaciones periódicas y constantes. En este contexto, la Estación Experimental, ahora Centro de Investigación Yurimaguas, ha venido trabajando por espacio de 25 años y el 100% de sus investigaciones tiene un tiempo mínimo de duración de cinco años; esto permite que los resultados obtenidos den la confianza necesaria para adoptar los diferentes paquetes tecnológicos generados.

La descripción de estas tecnologías se detalla en dos secciones: la primera dedicada a los sistemas de producción basados principalmente en el manejo adecuado de los suelos de nuestra región y la segunda basada en el uso de componentes arbóreos y/o leñosos, cultivos anuales-pasturas, tanto en asociación como en monocultivos, adaptados a las condiciones de nuestros suelos.

## TECNOLOGÍAS PARA LA PREPARACIÓN DE LAS TIERRAS

### 1. SISTEMAS DE DESMONTE

El desmonte manual (rozo, tumba y quema) es superior al desmonte mecanizado con bulldozer en Ultisoles, debido a lo siguiente:

1. La quema proporciona una cantidad importante de nutrientes.
2. El bulldozer equipado con lámina común compacta el suelo y subsuelo.
3. El bulldozer acarrea grandes cantidades de la capa arable depositándolas fuera del terreno (Seubert et al, 1977; Alegre et al, 1982).

No solamente el desmonte con bulldozer común daña al suelo, sino que también causas una merma considerable en los rendimientos.

En Yurimaguas, los rendimientos de arroz de secano, de maíz, de yuca y otros cultivos sufrieron una reducción promedio del 50% en relación a los obtenidos con el sistema tradicional de tumba y quema (Seubert et al, 1977). Además, se ha comprobado que la compactación causada por el bulldozer en el subsuelo se mantiene por más de siete años después del desmonte (Alegre et al., 1982).

Cuando el desmonte manual no es posible por alguna razón, se recomienda el uso de bulldozer con lámina flotante tipo "KG", ya que con este implemento se minimiza la compactación y el acarreo de tierra debido a que con esta lámina se corta los árboles al ras del suelo.

La comparación de los diferentes sistemas de desmonte indica aún la superioridad del desmonte manual, pero se nota que el desmonte con lámina KG se aproxima a éste cuando es seguido de quema y una pasada de arado de disco pesado (Cuadro 1).

Existen también otros métodos de desmonte mecanizado (Lal, 1982) pero ninguno de ellos se acerca al desmonte manual o al mecanizado con la lámina KG.

### Cuadro N° 1

#### Efectos de métodos de desmontar una purma de 25 años y manejo posterior en los rendimientos de cinco cultivos alimenticios continuos en suelo Ultisol de Yurimaguas.

Método de desmonte*	Sin Fertilización	Con Fertilización
	-- % de rendimientos máximos	
Rozo, tumba y quema (manual)	27	93
Bulldozer con lámina común	7	47
Bulldozer con lámina KG	14	65
Bulldozer con lámina KG + quema + arado de disco	28	89

\* Todas las parcelas desmontadas con bulldozer fueron aradas con un tractor de 14 Hp con rototiller.

\*\* Rendimientos máximos de 5 cultivos consecutivos en t/ha: arroz de secano: 4.0%; soya: 2.3%; maíz: 5.2%; arroz de secano: 2.5%; maíz: 3.3%.

Fuente: Alegre et al., 1982.

La compactación causada por -el desmonte mecanizado es, sin embargo, favorable para e cultivo de arroz bajo riego ya que reduce pérdidas de agua. Aún así, el posible acarreo de 1: capa arable puede bajar la productividad del suelo aún para el arroz inundado.

## TECNOLOGÍAS PARA CULTIVOS CONTINUOS Y PASTOS MEJORADOS

### 1. ARROZ BAJO RIEGO EN RESTINGAS

El sistema de producción de arroz bajo riego en restingas u otras zonas con suelos de moderada a alta fertilidad pero no inundables, es otra técnica generada. Se estima alrededor d 30,000 a 35,000 hectáreas (ha) en el Alto Mayo, Huallaga Central, Yurimaguas y el Alto Huallaga: con capacidad de producir dos cosechas al año con un promedio de 5 t/ha cada una al nivel de agricultor. Hay alrededor de cuatro millones de hectáreas de suelos fértiles y planos para la expansión del arroz bajo riego en selva.

Existen importantes diferencias en el manejo de arroz bajo riego entre la costa y la selva. L: variedades son totalmente diferentes; aunque se mantiene el tipo de planta baja es necesario combinarlo con una tolerancia al quemado causado por *Pyricularia oryzae*. Dentro de miles de líneas probadas por el Programa Nacional de Arroz en el Alto Mayo y Huallaga Central, se muy pocas las que reúnen un buen tipo de planta, capacidad de un alto rendimiento y calidad de grano con tolerancia al quemado. Las mejores en la actualidad se dan en el Alto Mayo, Huallaga, el Porvenir y la Capirona (López, 1996).



- Sistema pijuayo-centrosema. Foto: Hernán Tello

Además de variedades, existen importantes diferencias agronómicas relacionadas a la escasez de mano de obra en la selva. Durante el primer año, después de tumbar el bosque y trazar las pozas, se recomienda el batido y el trasplante para poder obtener un buen asentamiento y una buena nivelación de las pozas. Después es más rentable volear semilla pregerminada con una simple sembradora tipo “ciclón”, deshierbar con herbicidas granulares o líquidos aplicados directamente al suelo sin equipo especial, enpreo pos emergencia temprana, mecanizar lo más posible la cosecha, trilla y transporte usando maquinaria diseñada en Asia para pequeños arroceros (Bruzzone et al., 1983; Pulver, 1983).

Las alternativas de preparación del suelo y el método de siembra en una restinga no inundable de la selva baja, se pueden observar en el Cuadro 2.

Se nota que el sistema de trasplante fue netamente superior a varias alternativas de siembra directa, para la primera siembra de arroz, después de tumbar un bosque virgen e instalar las pozas. Con el tiempo existe menos diferencia, ya que el suelo está asentado y nivelado. Aunque el trasplante sigue produciendo rendimientos superiores, la diferencia tal vez no se justifique económicamente debido al costo de la mano de obra.

Las labores de siembra hasta la cosecha en el sistema de trasplante, incluyendo almácigos, requieren un promedio de 30 jornales/ha, mientras que la siembra directa al voleo requiere de tres jornales/ha (Pulver, 1983).

La mecanización de la cosecha, trilla y transporte reduciría los jornales por hectárea de 20 a 2.

**Cuadro N° 2**

**Producción de arroz bajo riego en pozas en una restinga de Yurimaguas (suelo *Tropaquept* arcilloso) durante los primeros dos años de uso. Variedad IR 4-2.**

Método de preparación De tierra	Método de Siembra	cosechas						
		1a	2a	3a	4a	5a	Σ	X
Batido	Trasplante	-----t/ha-----						
		7.9	5.2	7.1	6.0	6.8	33	6.6
	Voleo *	3.2	4.9	6.4	4.8	6.7	26	5.2
En seco	Trasplante	8.3	6.7	6.2	5.6	6.3	33	6.6
	Voleo*	6.3	5.6	4.9	4.6	6.0	27	5.5

\* Con semilla pre-germinada

**Fuentes:** Bandy et al., 1982; Arévalo et al., 1983; Arévalo, datos no publicados.

Es común pensar que las lluvias en la selva pueden proporcionar todos los requerimientos agua del cultivo de arroz en pozas. Aún en una zona con 2,100 mm de precipitación anual riego suplementario bombeado del río aumenta los rendimientos en un promedio de 400 Yurimaguas y los mantiene mucho más estables (ver Cuadro 3).

Estas diferencias pueden ser mayores en zonas menos lluviosas, especialmente durante



- Arroz bajo riego. Día de campo. Foto : Julio Alegre

estación seca en el ecosistema de **Bosque Estacionario Semisiempreverde** en donde se puede aprovechar la más alta radiación solar durante la época seca.

### Cuadro N° 3

**Respuesta a la irrigación cada dos semanas (por bombeo del río) en los rendimientos de grano de arroz en pozas en una restinga de Yurimaguas.**

Manejo de agua	Variedad	cosechas				
		1a	2a	3a	Promedio	
Solamente lluvia	IR 4-2	4.1		5.1	4.0	4.4
	INTI	4.3		5.0	4.2	4.5
Riego suplementario	IR 4-2	5.8		6.7	6.0	6.2
	Alto Mayo	7.5		5.2	5.1	5.9

**Fuentes:** Arévalo et al., 1983; Arévalo, datos no publicados.  
Racchumí y López, 1995.

Otra diferencia importante entre costa y selva es el menor requerimiento de N, P Y K en la selva debido a que los suelos de restinga tienen mayor capacidad de suministrarlos que los de la costa (Arévalo et al., 1991). Como los suelos tienen moderada a alta fertilidad natural, es

posible cultivar arroz bajo riego sin aplicaciones de N, P Y K hasta por diez cosechas consecutivas, aún con remoción total del rastrojo, después de lo cual se recomienda aplicar sólo 50 Kg N/ha y dosis de mantenimiento (20 Kg/ha) de P y K debido a su incremento en el suelo por su condición de inundado y su mayor liberación en condiciones anaeróbicas (Arévalo, 19.91).

Además, es perfectamente factible producir dos cosechas al año o dos y media (cinco cosechas en dos años), ya que no existen limitaciones de temperatura o agua, con rendimientos promedios de 5 a 5.5 t/ha/cosecha de grano a nivel de agricultor. En contraste con otras opciones en la selva, la rotación de cultivos no es importante en el arroz bajo riego desde el punto de vista fitosanitario, según experiencias de siglos en ecosistemas similares en Asia.

Debido a la inestabilidad en los volúmenes de agua entre uno y otro año en la costa norte, peruana, el incremento de áreas cultivadas en arroz bajo riego en la selva = podría ser una solución para el país al déficit de arroz en grano.

Expansiones de áreas superiores a las 100,000 hectáreas permitirían el traspaso gradual de la mayoría de la producción de arroz de la costa a la selva, hecho que posibilitaría potenciar otros cultivos en la costa más adecuados a la escasez del agua de este ecosistema.

## 2. CULTIVOS CONTINUOS CON ALTOS INSUMOS

Esta opción se aplica para restingas no inundables y para áreas de suelos ácidos de poca pendiente que dispongan de suficiente infraestructura para el uso de insumos y mercadeo de los productos. En el caso de las restingas en donde el cultivo de arroz bajo riego no es factible, se pueden efectuar rotaciones de maíz-soya; maíz-maní soya o maíz intercalado con muchos otros cultivos. Las necesidades de abono durante los primeros años son bajas, siempre y cuando el terreno no haya sido desmontado con bulldozer.

Para Ultisoles y otros suelos ácidos ubicados en topografías de planas a ligeramente onduladas (menos de 6 a 8% de pendiente) la rotación de cultivos intensivos es perfectamente factible en donde se disponga de suficiente infraestructura. Esta tecnología ha sido desarrollada en Yurimaguas en donde rotaciones de arroz secano-maíz-soya y maíz-maní-soya se experimentaron por 21 años con alrededor de 40 cultivos consecutivos cosechados. La siembra del arroz híbrido en rotación con los demás cultivos, fue descartada después de varios años más de investigación, debido a su falta de rentabilidad en este sistema.

**Los resultados indican que con fertilización adecuada puede realizarse en la Amazonía la producción continua de estos cultivos alimenticios.**

El término "**fertilización adecuada**" merece investigarse, debido a que tomó alrededor de cuatro años comprender los cambios que ocurrieron en las propiedades de los suelos, después de la tumba y quema de un bosque secundario de 17 años y de las cosechas anuales continuas.

La dinámica de los nutrientes fue seguida cuidadosamente durante ocho años (Villachica, 1978; Sánchez et al, 1983) suministrando la clave para realizar cultivos continuos.

**Es importante destacar la importancia de la investigación de campo a largo plazo:** los problemas claves no se presentaron hasta el segundo o tercer año y fueron necesarios por lo menos siete años para estimar los requerimientos de una producción estable.

Las necesidades de fertilizantes para cultivos intensivos y continuos de este suelo son considerables, sin embargo son similares a las requeridas para la producción de cosechas en otros Ultisoles. Después de la primera cosecha, la cual normalmente no requiere insumos químicos, se obtiene el esquema responsable para la producción de altos rendimientos (Cuadro 4).

Como todas las buenas recomendaciones de fertilizantes, éstas se refieren específicamente al sitio y por lo tanto solamente aplicables al suelo y sistema de cultivo en cuestión. En otros suelos, las recomendaciones deben basarse en análisis de suelo. Sin embargo, el Cuadro 4 (desarrollado

después de 15 años de cultivo) indica el nivel de insumos requerido para una producción de cultivos continuos en los Ultisoles.

También debe enfatizarse que estos niveles de fertilización no difieren sustancialmente de los utilizados para maíz, soya y maní en Ultisoles del sureste de los Estados Unidos.



- Preparación del suelo para sistema de cultivos continuos. Foto: julio Alegre

**Cuadro N° 4**  
**Requerimientos de fertilizantes para cultivos continuos de tres cultivos por año**  
**(arroz-maíz-soya, arroz-maní-soya, maíz-soya, maíz-maní-soya) en un Ultisol ácido de**  
**Yurimaguas.**

<b>Insumos</b>	<b>Dosis</b>	<b>Frecuencia de aplicación</b>
Cal	3 tons/ha	Una vez cada tres o cuatro años
N	80-100 kg N /ha	Maíz y arroz únicamente
P	25 kg P/ha	Cada cultivo
K	60-90 kg K/ha	Cada año, con incorporación de los rastrojos
Mg	25 kg Mg/ha	Cada cultivo, a menos que se use cal dolomítica
Cu	1 kg Cu/ha	Una vez cada año o cada dos años
Zn	1 kg Zn/ha	Una vez cada año o cada dos años
B	1 kg B/ha	Una vez al año
Mo	20 g Mo/ha	Mezclando con semilla de leguminosa únicamente

\* Los requerimientos de Ca y S se satisfacen con la cal, superfosfato simple y portadores de Mg, Cu y Zn.

**Fuente:** Sánchez et al., 1982; Uribe, 1989.

El peligro de la degradación del suelo bajo cultivo continuo en los trópicos húmedos es de común preocupación en la bibliografía existente. Sin embargo, las propiedades del suelo mejoran con el buen manejo del mismo. Es así que el Cuadro 5 muestra que después de 20 cultivos consecutivos, el pH de la capa superior del suelo aumentó desde muy ácido -4.0 antes del desmonte- hasta un nivel favorable de 5.7.

El contenido de materia orgánica decreció en un 27%; la mayor parte de esta disminución ocurrió durante el primer año. El aluminio intercambiable disminuyó de niveles muy altos a cantidades despreciables, la saturación de aluminio decreció de un nivel tóxico de 82% a un nivel despreciable de 1%.

Los niveles de calcio intercambiable aumentaron 20 veces a consecuencia de las aplicaciones de cal. Los niveles de magnesio intercambiable se duplicaron. Los niveles de potasio intercambiable no aumentaron a pesar de las grandes cantidades de fertilizante potásico aplicado, lo que sugiere una rápida utilización por los cultivos y quizás pérdidas por lixiviación (Uribe, 1989).

La capacidad catiónica de cambio efectiva, una medida de la capacidad del suelo para retener los cationes contra el lavado, se duplicó con el tiempo como consecuencia de la carga dependiente del pH, característica de la arcilla caolinítica y de los óxidos de hierro.

La fertilización también incrementó los niveles de P aprovechable desde un nivel crítico por debajo de 10 ppm hasta cifras sustancialmente superiores. La misma tendencia ocurrió con el micro nutrientes zinc y cobre.

**Por lo tanto, estos cambios son indicativos de un mejoramiento en las propiedades químicas de la superficie del suelo.**

**Cuadro N° 5**  
**Cambios en las propiedades del suelo (0-15 cm) después de 7.3/4 años de cultivos**  
**continuos con 20 cosechas de maíz, arroz de secano y soya con fertilización completa en**  
**Yurimaguas (Perú).**

Materia	Intercambiables					CIC efec-	Sat de	Disponibles					
	pH	Orgánica	Al	Ca	Mg			K	tiva	Al	P	Zn	Cu
Tiempo Mn	Fe												
	(%)		----- meg/100 cc -----				(%)	----- ppm -----					
<b>Antes del desmonte</b>	<b>4.0</b>	<b>2.13</b>	<b>2.27</b>	<b>0.26</b>	<b>0.15</b>	<b>0.10</b>	<b>2.78</b>	<b>82</b>	<b>5</b>	<b>1.5*</b>	<b>0.9*</b>	<b>5.3*</b>	<b>650*</b>
<b>9 4 meses después del desmonte</b>	<b>5.7</b>	<b>1.55</b>	<b>0.06</b>	<b>4.98</b>	<b>0.35</b>	<b>0.11</b>	<b>5.51</b>	<b>1 39</b>	<b>3.5</b>	<b>5.2</b>	<b>1.5</b>	<b>389</b>	

\* 30 meses después de desmonte

**Fuente:** Sánchez et al., 1982.

Aun cuando el suelo presenta una capa protectora de rastrojos contra el impacto de las lluvias en las tres cosechas anuales bien fertilizadas, existen pérdidas ocasionales por escorrentía " no se consideran de magnitud suficiente como para reducir las cosechas durante ocho; sin embargo, la compactación del suelo es excesiva en las parcelas que no han recibido fertilización porque los cultivos muy débiles no desarrollan una cobertura completa.

Los subsuelos ácidos y de baja fertilidad de la zona actúan frecuentemente como una barrera química para el desarrollo de las raíces. Las raíces de los cultivos son incapaces de penetrar en el subsuelo altamente saturado con aluminio y muy bajo en calcio intercambiable.

Esta situación produce sistemas radicales poco profundos que a menudo dan como resultado plantas que sufren sequía durante períodos sin lluvia mientras el subsuelo tiene suficiente agua disponible.

La investigación ha demostrado que las propiedades químicas del subsuelo mejoran con el tiempo en el sistema de manejo intensivo.

La utilización del esquema de fertilización y cal promovió el movimiento descendente de los cationes básicos. Con el tiempo, se ha dado aumentos significativos en calcio, magnesio y en la capacidad de cambio en la capa de 15 a 45 cm. de profundidad, lo cual ha conducido a un medio ambiente más favorable para el desarrollo de las raíces que el existente antes del desmonte. **Por lo tanto, la fertilización apropiada y el cultivo continuo mejoran más 'que degradan este Ultisol de los trópicos húmedos.**

### 3. CULTIVOS CONTINUOS CON BAJOS INSUMOS

El sistema de cultivos de ciclo corto con bajos insumos se basa en la filosofía de **"adaptar las plantas a las limitaciones del suelo"** en vez de **"modificar el suelo" para cubrir las necesidades de las plantas"**. Esta opción se basa en tres componentes claves:

- 1). Seleccionar variedades tolerantes a la acidez del suelo, para eliminar la aplicación de cal al suelo.
- 2). Uso de sistema de labranza que permita el retorno de los residuos de la cosecha para reciclar los nutrientes.
- 3). Uso de purmas o barbechos mejorados para acelerar la recuperación del suelo en descanso.

Aparentemente, no es posible el cultivo continuo en suelos ácidos sin un uso considerable de fertilizantes y cal. La opción de cultivos con bajos insumos es, por lo tanto, una etapa de transición entre la agricultura migratoria y la agricultura permanente.

Se ha estudiado un gran número de variedades de cultivos alimenticios de la región en relación a su tolerancia a un alto nivel de saturación de aluminio en Yurimaguas, sembrándolos en terrenos encalados y sin encalar. Los resultados indican que sólo existen variedades de yuca y de caupí (Racchumí, 1992; Guillén, 1989) que son tolerantes a la acidez del suelo y que poseen otras características favorables tales como alto potencial de rendimiento, calidad grano y tolerancia a enfermedades (Piha y Nicholaidis, 1981).

La búsqueda de variedades tolerantes de maíz, soya, maní, camote y otras especies continúa algunos resultados a la fecha; para el caso del maíz existen líneas evaluadas y seleccionadas por algunos años, como la SA-4, SA-5 y BR.201, que presentan buenos rendimientos, (1994).

La técnica del sistema de bajos insumos está basada en el desmonte manual de la chacra por el agricultor, en la eliminación de troncos y ramas no quemadas para su venta como leña o para hacer carbón. Los tocones quedan en el campo. Después de las primeras lluvias, que ayudan a

incorporar las cenizas, se siembra una variedad de arroz de estatura media y tolerante al aluminio, como el "ITA 235", (Racchumí, 1992) a distanciamientos de 25 x 25 cm. de los meses de septiembre y octubre. No se aplica fertilizantes ya que las cenizas aumentan el nivel de fertilidad y sólo se utiliza deshierbo manual o el herbicida Hedonal. Después de la cosecha (diciembre-enero), se distribuye la paja del arroz lo mejor posible para reciclar nutrientes (Uribe, 1989) y se siembra la misma variedad de arroz por segunda vez, aplicándosele 30 Kg. N/ha al inicio del macollamiento, utilizando las mismas prácticas culturales.

Después de la segunda cosecha de arroz, se siembra una variedad de caupí (*Vigna sinensis*) tolerante a la acidez, tal como la variedad Yurimaguas (Guillén, 1989), con un distanciamiento de 30 x 50 cm. Dicho cultivo cubre el suelo durante los meses de (julio - agosto) y al cosechar las vainas se recicla el rastrojo del cultivo. No se aplican fertilizantes al caupí. De esta manera, se pueden cosechar hasta tres cultivos al año en ecosistemas de bosque pluvial o dos (arroz y caupí) en ecosistemas de bosque estacional.

Este sistema puede durar uno o dos años según la fertilidad inicial del suelo y la cantidad de cenizas producidas durante la quema. Su uso durante un segundo año probablemente incluye aplicaciones de potasio, magnesio y fósforo. Los niveles de fertilización necesarios varían en diferentes suelos y cultivos.

La productividad potencial de este sistema, a nivel de experimento en Yurimaguas, se indica en el Cuadro 6. En un año se cosecharon dos siembras de arroz y una de caupí, reduciendo 6.5 t/ha de arroz y 1.9 t/ha de caupí en un suelo con pH 4.5, 1.95 meg Al/100 g y 53% de saturación de aluminio, medidos después de la quema.

**Cuadro N° 6**  
**Productividad del sistema de cultivo de bajos insumos en suelo ácido y plano de Yurimaguas con un pH de 4.6 después de la quema.**

Siembra	Cultivo	Rendimiento	Fertilización
		t/ha	(kg/ha)
1a. (Mayo `82)	Caupí	1.9	0
2a. (Set. `82)	Arroz	3.5	30 N
3a. (Feb. `82)	Arroz	3.0	50 N
4a. (Junio `82)	Caupí	1.5	0

Fuente: Gichuru y Sánchez, 1983.

Debido a la pérdida de fertilidad y al aumento de malezas con el tiempo, el cultivo continuo con bajos insumos sólo se puede considerar como un esfuerzo pionero, utilizándose el suelo en forma casi tradicional mientras que los tocones se descomponen.

Es necesario considerar las diferentes opciones para una agricultura permanente, al término de este sistema. Una de ellas es establecer pasturas asociando gramíneas con leguminosas adaptadas a las condiciones de suelos de la zona y que también prosperen con bajos insumos (Ara et al., 1981; Schaus et al., 1983).

Dichas pasturas pueden ser establecidas dentro del último cultivo de arroz, voleando la semilla de pastos después del último deshierbo. Debido a la cobertura casi total del caupí, no parece factible establecer la pastura dentro de este cultivo.

Otra opción es establecer un cultivo perenne, tal como el pijuayo (*Bactris gasipaes*), con una cobertura de leguminosas forrajeras tanto para la producción de frutos como para sostener un sistema silvopastoril. Los plantones de pijuayo pueden ser sembrados durante el primer o segundo cultivo de ciclo corto a un distanciamiento de 5 x 5 m (Arévalo et al., 1991; Pérez et al., 1991).

La tercera opción es someter el suelo a un descanso siguiendo el sistema de agricultura migratoria, pero con tecnología. Estudios en Yurimaguas demuestran que una purma de kudzu (*Pueraria pbaseoloides*) o de centrosema (*Centrosema macrocarpum*) de dos a tres años de edad tiene una productividad parecida a una purma natural de 25 años en términos de rendimientos de cultivos obtenidos después de rozar y quemar ambas (Bandy y Sánchez, 1981; Alegre, 1991). Sin embargo, estos estudios no indican las razones por las cuales este mecanismo funciona ya que no se observó un reciclaje significativo de nutrientes.

Las purmas de kudzu o de centrosema tienen además las ventajas de poder ser eliminadas fácilmente por medio de la quema; además pueden usarse como "banco de proteína" para ganado, en rotación con otros potreros; como fuente de producción de semillas; como fuente potencial de harina de hojas y como componentes en alimentos balanceados para aves.

La cuarta opción tecnológica se basa en mezclar gramíneas con leguminosas, tolerantes a suelos ácidos y de baja fertilidad, que describimos a continuación.

#### 4. ASOCIACIÓN GRAMÍNEAS CON LEGUMINOSAS

La ganadería vacuna de doble propósito (carne y leche) es un aspecto muy importante en la Amazonía. La selva peruana posee alrededor de 300,000 has en pastos, de las cuales la gran mayoría consiste en pasturas degradadas dominadas por un complejo de gramíneas llamadas "torourco" (*paspalum conjugatum* y *Axonopus compressus*).

El establecimiento de pasturas se hace normalmente dentro del primer cultivo de arroz maíz después de tumbar el bosque (Toledo y Morales, 1979). Tradicionalmente, se han sembrado gramíneas pobremente adaptadas a suelos ácidos tales como el pasto yaragua (*Hyparrhenia rufa*) o el pasto castilla (*Panicum maximum*), sin leguminosas ni abono. A medida que el efecto de las cenizas disminuye, las gramíneas comienzan a desaparecer, aumentando además la presión del pastoreo ya que la carga de animales por hectárea se mantiene relativamente constante.

Dicha práctica deviene en la desaparición de la gramínea sembrada; en el empurmamiento o praderas de torourco. Estas últimas, bien manejadas, pueden producir un aumento de 100 a/año de peso vivo con una carga entre 0.5 y 1.0 animales por hectárea. Cuando la presión del pastoreo excede los límites de la pastura degradada, aparecen áreas sin cubierta vegetal las cuales son compactadas por los animales y pueden convertirse en pozos donde el escurre y, eventualmente, en grietas, al iniciar un proceso de erosión acelerada.

Esta cuarta opción tecnológica ofrece una solución a este problema en suelos ácidos, ya sean planos u ondulados. Se basa en la mezcla de ecotipos de gramíneas y leguminosas tolerantes suelos ácidos, así como a las enfermedades y plagas más importantes. Existen varias especies promisorias de gramíneas y leguminosas para la selva peruana (ver Cuadro 7).

Cuadro N° 7

Algunas especies promisorias de pasturas para suelos ácidos en la selva peruana.

Tipo	Especie	
Gramíneas	<i>Andropogon gayanus</i>	(Pasto San Martín)
	<i>Brachiaria decumbens</i>	(Braquiaria)
	<i>Brachiaria humidicola</i>	(Kikuyo de la Amazonía)
Leguminosas	<i>Stylosanthes guianensis</i> 134, 186	-
	<i>Desmodium ovalifolium</i> 350	-
	Centrosema híbrido 438	-
	<i>Pueraria phaseoloides</i>	Kudzu
	<i>Zornia latifolia</i> 728	-

**Fuente:** Ara et al., 1981; Schaus et al., 1983; López et al., 1983.

Se evaluó el potencial productivo de dichos ecotipos en asociación gramínea- leguminosa en un experimento ubicado sobre un Ultisol de Yurimaguas.

Al establecimiento de las asociaciones, el suelo tuvo un pH de 4.1, una saturación de aluminio de 61% y un nivel de P disponible muy bajo (4 ppm), al iniciar el establecimiento. La fertilización inicial consistió en 100 k/ha de cal; 50 Kg. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 50 Kg. K<sub>2</sub>O/ha y 10 Kg. MgO/ha una vez al año. Novillos de raza Nellore fueron utilizados, no recibiendo nutrición adicional



- Asociación de pasturas gramíneas con leguminosas, Fotos Hernán Tello

salvo agua y sales minerales. La producción animal durante tres años se ilustra en el Cuadro 8. Puede notarse que algunas de las asociaciones produjeron incrementos de peso vivo de 400-700 kg/ha/año, o sea cuatro a siete veces más de lo obtenido con torourco bien manejando. La carga animal promedio también se incrementó de 0.5 a 1 animal hectárea con el pasto nativo de torourco a más de cuatro animales/ha, con la asociación gramínea-leguminosa.

El manejo animal es sumamente importante para mantener una buena pastura en asociación. El pastoreo continuo utilizado durante el primer año produjo un desbalance a favor de las leguminosas. El pastoreo rotativo utilizado durante el segundo y tercer año, de 45 días en cada potrero, mejoró las pasturas notablemente. La persistencia de una pastura debe determinarse a través de varios años.

Los datos de Yurimaguas indican una persistencia promisoriosa para las asociaciones *Andropogon gayanus* - *Stylosanthes guianensis* y *Brachiaria decumbens* - *Desmodium ovalifolium*.

### Cuadro N° 8

#### Producción animal en pasturas mejoradas en suelos ácidos de Yurimaguas con insumos mínimos. Primer año: pastoreo continuo; segundo y tercer año: pastoreo alterno.

Pastura	Gananc. diarias			Gananc./ha		
	Año	Año	Año	Año	Año	Año
	1	2	3	1	2	3
<b>A. gayanus - S. guianensis</b>	219	402	662	390	703	680
<b>B. decumbens. D. ovalifolium</b>	398	419	366	639	846	594
<b>P. maximum - P. phaseoloides</b>	1/406	205	208	724	304	253
<b>A. gayanus - Centrosema híbrido</b>	1/-2/	435	564	-	884	457
<b>B. humidicola - D. ovalifolium</b>	-	2/	421	-	-	553

1/ La gramínea prácticamente desapareció de la mezcla.

2/ Pastura no establecida hasta el siguiente año.

**Fuente:** Ara et al., 1981; Schaus et al., 1983.

Para la transferencia de esta tecnología a otras zonas de selva debe considerarse además del análisis de suelo, el sistema de establecimiento de la pastura y el manejo animal.

## 5. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PIJUAYO - FRUTO

El pijuayo (*Bactris gasipaes* HBK) es una palmera nativa de la cuenca amazónica y parte de América Central. Esta palmera presenta una serie de características deseables, lo cual hace posible su inclusión en sistemas agroforestales, en suelos ácidos e infértiles pero bien drenados. Esta palmera está bien adaptada a estas condiciones y además su copa es relativamente pequeña, lo cual minimiza el sombreado causado a las plantas asociadas a ella.

Económicamente, el pijuayo produce una gran variedad de productos de consumo: frutos, palmito, material de construcción y de artesanía. Los frutos tienen un alto contenido nutricional

(Cuadro 9) Y pueden ser usados tanto para consumo humano como para consumo animal mientras que el palmito es un importante producto de exportación.

**Cuadro N° 9**

**Composición nutricional de los frutos de pijuayo recolectados en la zona de Yurimaguas.  
Datos en base a peso fresco.**

<b>Parámetro</b>		<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>
Carbohidratos	(%)	33	23.4 -- 42.6
Agua	(%)	56	52.0 -- 72.0
Proteína	(%)	4.7	3.0 -- 12.8
Grasas	(%)	6.1	0.7 -- 20.0
Cenizas	(%)	0.9	0.5 -- 1.1
Fibra	(%)	1.0	0.6 -- 1.8
Energía	(ca/100gr)	194.0	124.0 -- 281.0
Ca	(ing/100gr)	45.0	27.0 -- 86.0
P	(mg/100gr)	102.0	41.0 -- 166.0
Fe	(mg/100gr)	2.8	0.7 -- 8.0
Tiamina	(mg/100gr)	0.03	0.007 -- 0.042
Riboflavina	(mg/100gr)	0.063	0.006 -- 0.216
Niacina	(mg/100gr)	0.455	0.150 -- 2.08

**Fuente:** Pérez, 1984.

El crecimiento del pijuayo puede ser afectado por el nivel de nutrientes en el suelo (Pérez et al., 1987; Szott et al., 1989; Arévalo et al., 1990). En un campo previamente desmontado con bulldozer, el crecimiento del pijuayo tanto en altura como en diámetro, mostró una fuerte respuesta curvilínea a la fertilización con N y K Y una menor respuesta al P. Las dosis óptimas de N para el primero, segundo y quinto año fueron de 135 a 155 kg/ha. Respuestas significativas a K fueron observadas en todos los años a excepción del cuarto, siendo la dosis óptima de 100 kg/ha/año. A pesar del bajo nivel inicial de P (3.5 ppm) en el suelo, recién se estableció una respuesta al cuarto año de la aplicación de 50 kg de P/ha. La falta de respuesta a la cal y al Mg, a pesar de tener en la parte superficial del suelo (0-15 cm.) 90 % de saturación de aluminio y 0.1 cmolL<sup>-1</sup> de Ca más Mg, indican la tolerancia de esta palmera a niveles tóxicos de aluminio en el suelo.

En cuanto a rendimiento, se encontró una respuesta al efecto residual de la fertilización nitrogenada, ya que al inicio de la producción comercial de frutos (siete años de edad) hubo un incremento en los rendimientos, con las dosis de N aplicadas anteriormente (hasta 200 kg de N/ha/año), pero la relación no fue estadísticamente significativa. Sin embargo, una respuesta significativa de tipo curvilínea, fue observada a las aplicaciones previas de K; la producción óptima de frutos frescos (6 t/ha) fue asociada a una dosis de 130 kg K/ha/año. En una plantación diferente, la respuesta a K en la producción de frutos fue del tipo curvilínea y el rendimiento óptimo de 11 t/ha estuvo relacionada a la aplicación de 80 kg de K/ha.



- Sistema de producción de pijuayo para palmito. Foto Hernán Tello

Los resultados encontrados en este ensayo sugieren el uso del pijuayo en la recuperación de suelos fuertemente compactados y degradados químicamente por el acarreo de la capa arable superficial del suelo al ser desmontado con el bulldozer; pero con la adición de N y K en cantidades que oscilan entre los 100 a 150 Kg/ha/año en forma fraccionada a través del año y con aplicaciones de mantenimiento de P.

## TECNOLOGÍAS AGROFORESTALES PARA SUELOS ÁCIDOS y DE BAJA FERTILIDAD

La Estación cuenta con 25 años de trabajo, en los últimos 13 ha desarrollado diferentes tecnologías agroforestales con el asesoramiento técnico del Centro Internacional de Investigaciones Agroforestales (ICRAF). Algunas de estas tecnologías han sido ampliamente probadas con agricultores de la zona, aunque una minoría está en la fase de comprobación, la cual no se ha realizado anteriormente por la escasez de recursos y por el retiro de los fondos del Proyecto Suelos Tropicales del INIA en 1994.

A continuación, se describen las principales tecnologías desarrolladas.

### 1. CULTIVOS EN CALLEJONES

Los cultivos en callejones se organizan sembrando los árboles en hileras paralelas a distanciamientos constantes y los cultivos son sembrados entre las hileras de los árboles Metzner; 1981; Kang et al., 1981).

Los árboles son podados frecuentemente; la biomasa es depositada en el área de los cultivos con la finalidad de añadir nutrientes al suelo y, en algunos casos, como controladores de malezas. Si los árboles sembrados son especies leguminosas, el N es el principal elemento aportado por las podas (Kang et al., 1984).

Los cultivos en callejones han sido considerados como la técnica más versátil, efectiva y ampliamente adaptable (FAO, 1984) basada en los resultados obtenidos en suelos ricos en nutrientes como algunos alfisoles y entisoles de Nigeria (Kang et al., 1990). Los resultados obtenidos hasta la fecha en suelos ácidos como los Ultisoles de la Amazonía (Szott, 1987; Palm, 1988; Fernández, 1990) no son comparables a los anteriores siendo la aplicabilidad del sistema, en este tipo de suelos, aún dudosa.

Para el establecimiento de este sistema en nuestra región, se seleccionaron especies introducidas y locales, de preferencia leguminosas, que se adaptaran a las condiciones de suelos ácidos e infértiles predominantes en la región, para realizar ensayos. De éstos, **se ha establecido dos especies promisorias que son: *Cassia reticulata* (retama chanco) e *Inga sp* (guaba).**

La *Cassia reticulata* está ampliamente difundida en los trópicos y, aunque no nodula, tiene alta concentración de N en las hojas y produce cantidades iguales o más altas de podas que *Inga* (Salazar, 1990). En cuanto a esta última, es ampliamente conocida y manejada por los agricultores de la zona; produce, además, frutos que son bastante apetecibles y comercializados por éstos, siendo una fuente de energía para los pobladores rurales y urbano-marginales de la ciudad.

A fin de conocer las bondades de este sistema, se evaluó la habilidad de cuatro especies leguminosas promisorias para absorber los nutrientes presentes en los horizontes más profundos del suelo y reciclarlos a través de la biomasa podada (Cuadro 1) así como también su capacidad de mantener altos rendimientos de los cultivos anuales, por este proceso de reciclaje.

Las cantidades promedio de nutrientes contenidas en la biomasa se presentan en el cuadro 10.

**Cuadro N° 10**  
**Cantidades promedio de nutrientes contenidas en la biomasa proveniente de las podas de cuatro especies arbóreas usadas en cultivos en callejones. Yurimaguas.**

Contenido nutrientes					
	N	P	K	Ca	
	-----Kg/ha -----				
Cassia reticulada	72	7	37	25	6
Gliricidia sepium	64	5	37	2	8
Eritrina sp.	67	6	36	16	7
Inga edulis	62	5	24	15	4

Todas estas especies pueden aportar cantidades suficientes de N, Ca y Mg, pero cantidades insuficientes de P y K para sostener una producción de 2 t/ha de grano de arroz y 2 t/ha de rastrojo (Cuadro 11).

**Cuadro N° 11**  
**Absorción de nutrientes por un cultivo de arroz con 2 t/ha de rendimiento en grano y 2 t/ha de rastrojo. Yurimaguas.**

Parte de la planta	N	P	K	Ca	Mg
	-----Kg/ha/cultivo-----				
Grano	46	9	13	2	0.4
Rastrojo	9	1	24	3	3.0
TOTAL	55	10	37	5	3.4

Pero estos cálculos asumen una alta eficiencia en la transferencia de los nutrientes de las podas hacia el cultivo; el cual todavía no está determinado. Ellos dependen de la sincronía entre la mineralización de los nutrientes de las podas y la demanda del cultivo durante su crecimiento. Las tasas de mineralización también varían ampliamente con el nutriente en particular y la naturaleza o calidad de las podas (Anderson y Swift, 1979; Swift et al., 1981; Anderson et al., 1983; Palm, 1988).

Se estableció, tanto en trabajos de campo como en trabajos de laboratorio (Palm, 1988) que los residuos de las leguminosas con alto contenido de polifenoles solubles (hojas de *Inga edulis*) descomponen y mineralizan N menos rápidamente que los materiales con bajo contenido de polifenoles solubles (hojas de *Erytbrina sp.*). En general, la mineralización del P, K, Ca y Mg fue más rápida en las hojas de *Erytbrina* - alta calidad que en hojas de **Inga** o **Cajanus** - **baja calidad**.

La pregunta de que si los cultivos en callejones pueden tener cierto éxito en los suelos ácidos, puede ser resuelto si consideramos los principales factores que promueven el abandono de los campos de los agricultores.

En términos de tiempo, el primer factor que influye en el abandono de los campos es el rápido incremento de la población de malezas después de un año de la quema. La continua aplicación de las podas reduce la biomasa de malezas a niveles que no representan un obstáculo a la producción de los cultivos (Salazar, 1991; Fernández, 1990; Palm, 1988).

El control de malezas por las podas, también está relacionado con la calidad del mulch. La baja tasa de descomposición de los mulches de baja calidad tal como **Inga** controla malezas más efectivamente que los de alta calidad. El control de malezas por las podas, sin embargo, es también modificado por factores tales como historia del campo, el tiempo durante el período de cultivo y la competitividad del cultivo.

Se espera que con el tiempo el suelo, al recibir las podas, contenga mayor cantidad de nutrientes que los suelos sin adición de podas. Los niveles de P, Ca, K y el C.O. se incrementaron con el tiempo; mientras que el Mg decreció (cuadro 12). Por otro lado, tanto la acidez cambiante como el porcentaje de saturación de aluminio disminuyeron considerablemente. Las posibles razones para esto fueron:

- 1) La cantidad de biomasa por las podas y de nutrientes, añadida a la parcela a través del tiempo fue alta (22.8 Mg/ha, para el caso de Cassia), pero estas especies aportaron muy poca cantidad de Mg (Cuadro 10).



- Cultivo en callejones guaba- caupí. Foto: Julio Alegre

- 2) Para el caso del P disponible, el incremento en su concentración en el suelo, fue relacionado tanto a la aplicación de las podas, como al suministro vía fertilizante (TSP) de 25 Kg/ha/año (Salazar, 1991), Pero, aún en las parcelas sin adición del fertilizante fosfatado, su concentración en el suelo se incrementó, sugiriendo que las raíces de los árboles son capaces de profundizar y bombear el P de los horizontes más profundos del suelo y/o a la creación y aggrandamiento de un pool del P orgánico que es extraído con el  $\text{NaHCO}_3$ ,
- 3) La disminución de la acidez cambiante, y por lo tanto del porcentaje de saturación de aluminio, pudo ser debido a la quelatación del aluminio con compuestos orgánicos convenientes de las podas así como también al incremento del Ca cambiante del suelo; estos dos efectos fueron establecidos por Davelouis (1990) con la adición de diferentes tipos de abonos verdes al suelo.

La hipótesis del mantenimiento de la materia orgánica del suelo por los sistemas agroforestales, ve reforzada por los resultados del análisis del carbono orgánico realizado en este ensayo cuadro 12), en el cual se observa un incremento con el tiempo.

Cuadro N° 12

**Cambios en las propiedades químicas del suelo, después de 50 meses de cultivos consecutivos y con un sistema de cultivos en callejones, en un Ultisol de Yurimaguas.**

Tiempo	pH	P	Acid	Ca	Mg	K	Sat. Al	CO
meses	ug/ml		-----cmolL <sup>-1</sup> -----					
1	4.5	6	4.86	0.42	0.18	0.13	86.9	1.11
50	4.3	15	2.35	0.99	0.16	0.21	63.3	1.30

Fuentes: adaptados

Se midieron los rendimientos en grano obtenidos durante cuatro cosechas consecutivas de arroz en función a la cantidad de biomasa añadida al suelo y en comparación con una parcela de control la cual recibía 100 Kg N/ha como fertilizante químico y un control absoluto. En todos los tratamientos los rastrojos de arroz fueron eliminados de la parcela, con la "finalidad de medir el efecto neto de las podas (Cuadro 13).

Los rendimientos de arroz en la parcela de Erytbrina fueron siempre superiores al testigo. Después del primer cultivo, una situación similar ocurrió con la parcela de Inga. En ambos casos, hubo una respuesta a las dosis de biomasa añadida.

**En general, los rendimientos de las parcelas que recibieron las podas fueron similares a la parcela que recibió N-inorgánico.**

Los rendimientos de arroz, con o sin adiciones de N-orgánico e inorgánico, disminuyeron con el tiempo. Esta disminución fue menos pronunciada cuando la biomasa o el fertilizante N fue aplicado. Los rendimientos de arroz secano en monocultivo, frecuentemente, disminuyeron con en debido al incremento de ataques de insectos y hongos tanto como por la remoción de los nutrientes del suelo (Valverde y Bandy, 1982). Estos dos efectos pueden ser minimizados con una rotación de cultivos y el retorno de los residuos de cosechas al suelo.

En otro estudio, se probó el efecto del ancho de callejones y de la aplicación de 25 Kg de Pijuayo sobre los rendimientos de arroz grano y caupí, los cuales fueron cultivados alternativa-

mente (Salazar, 1991). Después de 50 meses de cultivos, se determinó que los rendimientos no declinaron con el tiempo y que hubo una ligera respuesta en rendimiento a la aplicación de P, tanto para el caupí como para el arroz. La aplicación de P permitió mantener más estables los rendimientos de los cultivos a través del tiempo.

**Cuadro N° 13**

**Rendimiento en grano de arroz seco, afectado por dos fuentes de mulch, en comparación con fertilización nitrogenada y un testigo durante un período de 20 meses. Yurimaguas.**

Especies	Dosis por cultivo	Número de cosechas				
		1	2	3	4	Promedio
-----T/ha-----						
<b>Inga edulis</b>	<b>10</b>	<b>1.27</b>	<b>1.96</b>	<b>0.82</b>	<b>0.91</b>	<b>1.24</b>
<b>Erythrina</b>	<b>20</b>	<b>1.31</b>	<b>2.24</b>	<b>1.10</b>	<b>0.93</b>	<b>1.39</b>
<b>Pert (100 kg N/ha)</b>	<b>10</b>	<b>2.17</b>	<b>1.38</b>	<b>0.67</b>	<b>0.82</b>	<b>1.26</b>
<b>Control</b>	<b>20</b>	<b>2.17</b>	<b>1.78</b>	<b>1.20</b>	<b>1.30</b>	<b>1.74</b>
		<b>1.85</b>	<b>2.10</b>	<b>1.16</b>	<b>1.17</b>	<b>1.57</b>
		<b>1.92</b>	<b>0.69</b>	<b>0.19</b>	<b>0.54</b>	<b>0.84</b>

Los mayores rendimientos, tanto de arroz como de caupí (Cuadro 14), se obtuvieron con el callejón de 8 m de ancho, en comparación con el callejón de 4 m de ancho, probablemente debido a la menor competencia entre los árboles y los cultivos por luz, agua, nutrientes o por efectos aleopáticos, (Salazar, 1991; Fernández, 1990).

Los rendimientos obtenidos con ambas especies bajo este sistema de producción, no difieren en mucho de los promedios establecidos por los agricultores de la zona, con la diferencia de que ellos producen una sola campaña por año (Guillén, 1993; Bustamante, 1993; Racchumí, 1992).

**Cuadro N° 14**

**Rendimiento en grano de arroz (promedio de siete cosechas) y de caupí (promedio de cuatro cosechas), afectado por la aplicación de fósforo como fertilizante y por el ancho de los callejones en un sistema de cultivos en callejones. Yurimaguas.**

Ancho de callejón	CAUPÍ		ARROZ	
	-----t/ha-----			
m				
4	0.69	0.63	1.41	1.30
8	0.77	0.75	1.56	1.54

**Fuente:** adaptado de Salazar 1991.

## 2. CONTROLA DE LA EROSIÓN

Debido a la escasez de tierras alrededor de los centros poblados y debido a la alta tasa de migración, el tiempo de regeneración del bosque se ha reducido considerablemente de 3 a 5 años; pero al mismo tiempo se están cultivando áreas con pendientes de 5 a 25% dejando el suelo descubierto. La consecuencia de esto es la pérdida del suelo superficial, incluyendo la materia orgánica y nutriente, por efectos de la erosión y escorrentía, tornándose el ecosistema insostenible.

**La puesta en práctica de un sistema agroforestal específico puede proveer una solución al problema de alta erosión en pendientes, bajo condiciones tradicionales de agricultura.**

La capacidad de minimizar la escorrentía y erosión de los cultivos en callejones en áreas con pendientes de 15% fue comparada con un cultivo continuo de altos insumos, parcelas desnudas y un bosque secundario (Alegre, 1993).

Después de cuatro años de evaluaciones, con una precipitación total de 6453 mm; en el bosque secundario (diez años de edad) hubo muy baja escorrentía y erosión, como era de esperarse, seguido por el cultivo en callejones y luego por cultivos continuos. La parcela desnuda presentó los valores más altos de escorrentía (Cuadro 15).

En el cultivo en callejones, se tuvo 97.3 mm de escorrentía y 2.77 t/ha de erosión; lo cual significa en promedio alrededor de 24.3 mm/ha/año y 0.70 t/ha/año de escorrentía y erosión respectivamente. Los cultivos continuos de altos insumos presentaron 9.2 veces más escorrentía y 67.2 veces más erosión que los cultivos en callejones en pendientes. Como era de esperarse, las parcelas desnudas tuvieron los valores más altos de escorrentía y erosión: 631.5 mm/ha/año y 105.4 t/ha/año.

**Cuadro N° 15**

**Efecto de diferentes sistemas de producción sobre la escorrentía y erosión, medidos desde Diciembre 1988 a Diciembre 1992\* (Pendiente=15 %). Yurimaguas.**

Tratamientos	Escorrentía		Erosión	
	Total	Promedio	Total	Promedio
	mm	mm/año	T/ha	T//ha /año
Bosque secundario	13.7	3.4	0.23	0.06
Cultivos continuos	894.0	223.5	186.10	46.50
Cultivos en callejones	97.3	24.3	2.77	0.69
Parcela desnudas	2526.0	631.5	422.00	105.40

\* Total de lluvia caída desde Dic.88 a Dic. 92 = 6453 mm

**Fuente:** Alegre 1993.

Los rendimientos de arroz y caupí en el sistema de cultivos en callejones fueron iguales que aquellos obtenidos con los cultivos continuos de altos insumos a través del tiempo (Cuadro 16.). Estos resultados se comparan muy bien con aquéllos alcanzados por los cultivos en

Callejones en pendientes, pero en suelos más fértiles (Celestino, 1985; Poulsen, 1984; Kang et al., 1984; Siderius, 1986; Young, 1986).

Por otro lado, estos rendimientos obtenidos en forma continúan a través de los años, son ligeramente mayores a los logrados por los agricultores tradicionales de la zona que obtienen un solo cultivo en una misma área, mientras que con esta tecnología se obtuvieron 13 cultivos en la misma área en 48 meses.

**Cuadro N° 16**  
**Efecto de dos tratamientos sobre los rendimientos de arroz (promedio de siete cultivos) y caupí (promedio de seis cultivos). Yurimaguas.**

Sistemas	Arroz	Caupí
		T//ha
Cultivos continuos	1.17	0.58
Cultivos en callejón	1.20	0.70

**Fuente:** Alegre 1993.

La concentración de nutrientes en el suelo sufre cambios positivos con el tiempo, aún cuando el sistema de cultivos en callejones es establecido como controlador de la erosión hídrica.

Por efecto de los tratamientos se puede apreciar varios cambios. El carbono orgánico (CO) se reduce en un 21, 11 Y 30% para los tratamientos con cultivos continuos, cultivos en callejones y la parcela desnuda, respectivamente. Esta reducción en el CO está relacionada a la pérdida de suelo y a la escorrentía. Los valores más altos de P, K, Ca, y Mg en los cultivos en callejones está asociado al reciclaje de nutrientes por la biomasa vegetal resultante de las podas de los árboles y al mantenimiento de los rastrojos de los cultivos (Cuadro 17).

**Cuadro N° 17**  
**Nutrientes en el suelo después de cuatro años con los diferentes tratamientos. Yurimaguas.**

Tratamientos	C.O	P	K	Ca	Mg	Sat. Al
	%	Mg/lt	-----cmol/L-----			%
Bosque secundario	1.49	6.3	0.08	0.55	0.19	84
Cultivos continuos	1.18	6.0	0.07	0.80	0.18	74
Cultivo en callejones	1.32	9.1	0.13	0.22	0.22	73
Parcela desnuda	1.05	6.1	0.07	0.08	0.08	89

**Fuente:** Alegre, 1993.

Al momento, los resultados indican que los cultivos en callejones en áreas planas, ácidos y de baja fertilidad, no son sostenibles en el tiempo sin la adición de fertilizantes químicos, debido principalmente a las condiciones de baja fertilidad nativa del suelo y a los insuficientes nutrientes suministrados por las podas. En este sentido es necesario hacer mucho trabajo en relación al manejo de la fertilidad del suelo, de la erosión y la competencia cultivo/árbol.

### 3. MEJORAMIENTO DE PURMAS

Los agricultores que practican la agricultura migratoria abandonan sus tierras de cultivo debido a los problemas principales:

- 1) la presión de malezas y su dificultad para controladas.
- 2) por la disminución de la fertilidad nativa del suelo.

La estrategia de las purmas mejoradas es la de sustituir la regeneración del bosque secundario con el manejo de barbechos que tengan la habilidad de controlar las malezas y/o restaurar el suelo más rápidamente que la vegetación secundaria nativa, lo que permitiría reducir el período de barbecho e incrementar la productividad por unidad de área y tiempo.

Esta hipótesis fue examinada durante un período de 4.5 años utilizando diferentes leguminosas (Szott 1987; Szott et al., 1987; Palm and Szott, 1989). Se utilizaron especies tolerantes a condiciones de suelos ácidos e infértiles como: *Centrosema macrocarpum*, *Stylosanthes guianensis*, *Pueraria phaseoloides* (especies estoloníferas); *Cajanus cajan*, *Desmodium ovalifolium* (arbustivas) e *Inga edulis* (arbórea).

Los resultados indican que algunas de estas especies son más efectivas en el control de malezas y en la supresión de sus semillas viables que otras. Las leguminosas estoloníferas, en general, son más eficientes que las otras. Esta rápida reducción en la biomasa de malezas está relacionada al establecimiento de una densa, uniforme y extensiva cubierta vegetal de las especies.

La cantidad de nutrientes presentes en diferentes épocas de crecimiento de los barbechos, desde el barbecho natural, indican el curso de recuperación de los nutrientes. En el caso de los barbechos mejorados, los niveles de N, P, Ca y Mg fueron mayores que en el barbecho natural a los 8 y 17 meses de la siembra. Algunos tratamientos fueron significativamente mayores en niveles de N y P; no existiendo diferencias significativas para los otros nutrientes.

El P disponible en los mismos tratamientos fue también recuperado rápidamente y las cantidades presentes después de 4.5 años excedió grandemente el campo abandonado. Presumiblemente, mucho de este P fue comprimido y/o inmovilizado en formas orgánicas o inorgánicas que no son fácilmente extractables por la solución de Olsen modificado o fue tomado por las raíces debajo de los 45 cm. de profundidad.

Generalmente, las tendencias en la acumulación de nutrientes dentro del sistema suelo-vegetación dependieron de las tendencias en la acumulación de biomasa, es decir, en los tratamientos con más biomasa (**Inga**, **Cajanus**, **Desmodium**), la tendencia fue acumular más nutrientes que en aquellos con niveles menores de biomasa.

Después de desmontar y quemar los barbechos, se sembró una rotación de arroz-arroz-caupí. Los rendimientos en los tratamientos con **Inga** y **Desmodium** fueron mayores que en el control en un 34 y 21%, respectivamente, en tanto que en los otros tratamientos los rendimientos fueron iguales o menores que los del testigo. En general, los rendimientos

fueron bajos, pero típicos de la región, los cuales son de 1.5 T/ha de arroz grano y de 0.8 T/ha de caupí.

#### 4. USO DE COBERTURAS

El establecimiento de una plantación de pijuayo para la producción de frutos, puede ser realizado usando una rotación de bajos insumos del tipo arroz-caupí (Sánchez y Benites, 1987). Los beneficios económicos en estos sistemas exceden los costos de inversión del establecimiento de la plantación de pijuayo.

Existen serias restricciones para un buen establecimiento de la plantación y ello está relacionado principalmente a la presión de malezas, las que compiten fuertemente con las plantas de pijuayo. A esto se agrega la gran demanda de mano de obra para su control, la cual es escasa y cara en la región.

Por otro lado, el pijuayo responde muy bien al N aplicado vía fertilizante inorgánico u orgánico. El ensayo de barbechos mejorados indicó que existen algunas especies leguminosas arbustivas y rastreras que crecen muy bien bajo sombra y reducen la presión de malezas, cubriendo rápidamente el suelo. Al mismo tiempo, estas especies adicionan N al sistema debido a la fijación biológica que realizan.

Las leguminosas *Mucuna cochinchinensis* (MC), *Pueraria phaseoloides* (PP), *Desmodium ovalifolium* (DO) y *Centrosema macrocarpum* (CM) fueron sembradas al establecimiento de una plantación de pijuayo para la producción de frutos, en dos momentos distintos: junto con la plantación de pijuayo y después de un año de la plantación; además, fueron contrastadas con un tratamiento que recibió 100 kg de N/ha/año como fertilizante químico y un testigo absoluto, es decir sin N y sin cobertura (Arévalo et al, 1990; Pérez et al, 1991).

#### Cuadro N° 18

**Producción de materia seca de tres leguminosas rastreras y una arbustiva comparada con la vegetación natural bajo una plantación de pijuayo para fruto. Yurimaguas.**

ESPECIES	MATERIA SECA	PORCENTAJE DE PESO FRESCO
	T/ha	%
<b>Desmodium ovalifolium</b>	2.69 a	32
<b>Centrosema macrocarpum</b>	1.64 a	25
<b>Pueraria phaseoloides</b>	1.59 a	26
<b>Mucuna cochinchinensis</b>	1.27 a	25
<b>Vegetación natural</b>	0.99 b	25

Fuente: adaptado de Pérez 1993.

La cobertura con mayor producción de materia seca fue **DO** y la de menor producción fue **MC** (cuadro 18). La variabilidad en la producción de biomasa por las diferentes coberturas, es el resultado de la composición de los tejidos de cada una de ellas.

La mayor producción del **DO** puede ser debido a lo siguiente:

- 1) Las hojas representan el 40% mientras que los tallos el 60%.
- 2) Los tejidos vegetales de esta leguminosa son leñosos (Palm, 1988).
- 3) Las hojas son coreáceas comparadas con las otras leguminosas, mientras que la composición del **CM, PP, Y MC**, es de 60% de hojas y 40% de tallos (Pérez, 1993).

Cuatro años después del establecimiento del **CM** y del **DO** se midieron las concentraciones de (nutrientes en sus tejidos (Cuadro 19). Tanto la concentración de N como la de los demás nutrientes fueron mayores en el **CM** que en el **DO**.

Por otro lado, el **CM** y **DO** presentaron diferentes tasas de descomposición (Szott et al.,1991;Pérez. 1993). El **CM** perdió peso aceleradamente (65%) después de un período de incubación 60 días, mientras que el **DO**, en ese mismo lapso, sólo perdió el 42%.

Estos resultados sugieren que la cobertura de **CM** aporta mayor cantidad de nutrientes al suelo y de una manera más rápida afectando, probablemente, en forma positiva tanto el crecimiento en altura como en diámetro de las plantas como la producción de frutos de pijuayo.

**Cuadro N° 19**  
**Concentración de nutrientes en los tejidos de dos leguminosas podadas cuatro años después de su establecimiento. Yurimaguas.**

ESPECIES	N	P	K	Ca	Mg
	-----%-----				
<b>C. macrocarpum</b>	3.0	.2.2	.22	1.52	.16
<b>D. ovalifolium</b>	2.2	.1.4	.0.9	1.05	.16

**Fuente:** Pérez, 1993

Los resultados después de cuatro años sugieren que el crecimiento en altura y en diámetro del pijuayo se ve afectado por la época de establecimiento de las coberturas.

Las plantas de pijuayo tuvieron un crecimiento mayor tanto en altura como en diámetro, ando las coberturas de leguminosas fueron establecidas un año después y aquéllas que recibieron 100 kg de N/ha/año como fertilizante, crecieron aceleradamente en los tres primeros años, más que con cualquier otro tratamiento, sin importar el tiempo de establecimiento de las coberturas.

Por otro lado, el crecimiento en altura y diámetro de las plantas de pijuayo en el tratamiento con **Mucuna** establecidas un año después, fue mayor que en otras coberturas de leguminosas pos valores absolutos fueron similares a los establecidos para el tratamiento con fertilización química.

En segundo orden de importancia, se presenta la cobertura de **Centrosema**. Cuando las leguminosas fueron establecidas junto con las plantas de pijuayo, la mejor cobertura resulto ser **Centrosema** ya que el crecimiento en altura y diámetro de las plantas de pijuayo fue mayor que en las otras coberturas.

En cuanto a la performance de las leguminosas como coberturas, se observó que la **Mucuna** es fuertemente competitiva con las plantas de pijuayo por su agresividad; en segundo orden está **Pueraria** y en tercer orden **Centrosema** y **Desmodium**.

Se pudo establecer una fuerte competencia por N entre las plantas de pijuayo con la cobertura de **Desmodium**. Trabajos en laboratorio determinaron que las hojas de esta cobertura inmovilizan al N por mas de 16 semanas (Szott et al., 1990) lo cual hace que las plantas de pijuayo presenten síntomas severos de deficiencia de N en los primeros años de su establecimiento (Pérez et al., 1991).

Cuadro N° 20

**Efecto del tiempo de establecimiento de tres coberturas leguminosas sobre la producción de frutos frescos de pijuayo. Yurimaguas.**

TRATAMIENTOS	AÑOS	
	1	2
Testigo absoluto	3.4	3.2
Testigo + Nitrógeno	9.3	7.5
<b>Primer Grupo</b>		
<b>Pij + Centrosema macrocarpum</b>	6.2	5.0
<b>Pij +Desmodium ovalifolium</b>	3.9	4.0
<b>Pij + Pueraria phaseoloides</b>	6.6	5.0
<b>Segundo Grupo</b>		
<b>Pij + Centrosema macrocarpum</b>	5.3	6.4
<b>Pij +Desmodium ovalifolium</b>	3.1	4.1
<b>Pij + Pueraria phaseoloides</b>	4.9	5.0

\* Primer grupo: Coberturas y plantas de pijuayo establecidas al mismo tiempo.  
Segundo grupo: Coberturas establecidas un año después que las plantas de pijuayo.

**Fuente:** Pérez et al., 1991.

**La cobertura de Centrosema es la primera opción a utilizarse en plantaciones de pijuayo para la producción de frutos, por su buen comportamiento en ambos tiempos de su establecimiento; en segundo orden se presenta la Pueraria.**

Las plantas que recibieron 100 Kg de N como urea, tuvieron los valores más altos en rendimiento (9.5 Y 7.5 t/ha), entre los años 92 y 93 hubo una disminución del orden del 20% en la producción en esta parcela. El testigo absoluto presentó los rendimientos más bajos en los dos años consecutivos (Cuadro 20).

Sin importar la época de establecimiento del **DO**, los rendimientos de fruta de pijuayo fueron menores para ambos años comparado contra **CM** y **PP**. Parece ser, además, que **CM** tiene mejor comportamiento en cuanto a producción de frutos, para cualquier época de su establecimiento que **PP**.

## 5. SISTEMA DE MULTIESTRATOS

**Dentro de los sistemas agroforestales, los multiestratos juegan un rol importante, debido a la gran variedad de productos económicos que pueden producir**, obteniéndose mayor productividad total, dentro de un régimen sostenido, especialmente bajo condiciones de tierras marginales o de bajo niveles de uso de insumos (Nair, 1982; Lundgren y Raintree, 1983).

El Multiestrato es un sistema de uso de la tierra que involucra una integración social y ecológica aceptable de árboles con cultivos agrícolas y/o con una producción animal en forma simultáneo secuencial. Diversas especies de árboles de uso específico pueden seleccionarse para incluidas; entre éstos tenemos: árboles para producción de frutos, para producción de para producción de materiales de construcción y para madera valiosa.

Este sistema puede presentar ciertas ventajas como:

- 1) Producción de una gran variedad de productos para la venta y auto-consumo.
- 2) Un flujo de ingresos estables y sostenidos a través del tiempo.
- 3) Menor riesgo para los agricultores con poco capital.
- 4) Mantenimiento de la fertilidad natural del suelo debido al mantenimiento o incremento de la materia orgánica del suelo y un mejoramiento de las propiedades físicas del suelo (Nair, 1982; Lundgren y Raintree, 1983).

En un sistema de multiestrato se evaluó la guaba (*Inga edulis*) como productora de leña y frutos, la shaina (*Collubrina sp*) como material de construcción, arazá (*Eugenia stípítata*) como productora de frutos ricos en vitamina C, pijuayo (*Bactris gasípaes K*) como productor de frutos y a tornillo (*Cedrelinga catenaeformís*) como fuente de madera valiosa. Todas estas especies fueron sembradas en dos parcelas con diferentes contenidos de arcilla para evaluar su performance. La textura del suelo varió de arena franca (7% de arcilla) a franco arenoso con 17% de arcilla (Arévalo, 1991).

El crecimiento en altura fue más rápido en el suelo de textura franco arenoso que en la arena franca, para cualquiera de las especies. El crecimiento en altura de la guaba, fue casi exponencial durante los dos primeros cinco años, pero decreció después. Tanto el pijuayo como el tornillo mostraron tendencias similares. Después de cinco años del trasplante, las diferencias en altura entre las especies en los dos tipos de suelos desaparecieron, probablemente debido a la competencia por luz, agua y nutrientes, con las demás especies dentro del sistema.

El crecimiento en diámetro de las guabas, excedió grandemente a aquéllas del pijuayo, el cual fue cerca del doble del tornillo. Entre las especies, las diferencias en diámetro debido a la textura del suelo fueron más pequeñas, siendo mayores en el suelo franco arenoso que en la arena franca. El crecimiento en diámetro del tornillo fue bastante lento, sin importar el tipo de textura del suelo. Trabajos similares en la selva baja indican que el incremento anual del diámetro es de un cm/año a partir del quinto año.

El establecimiento de este sistema se inició con una rotación de cultivos de bajos insumos (arroz-caupí) propuesta por Sánchez y Benites (1987), que equivale a 15 meses de cultivo. Esta rotación produjo un total de 4.46 y 5.57 t.grano/ha en la arena franca y en el franco arenoso respectivamente. Los bajos rendimientos en la arena franca se debieron, probablemente, a una fuerte deficiencia de Ca y K cambiables en el suelo y a la menor cantidad de agua disponible. En el franco arenoso los rendimientos fueron más altos pero disminuyeron con el tiempo, probablemente debido a una fuerte deficiencia de Ca cambiabile y P disponible (Arévalo. 1991).

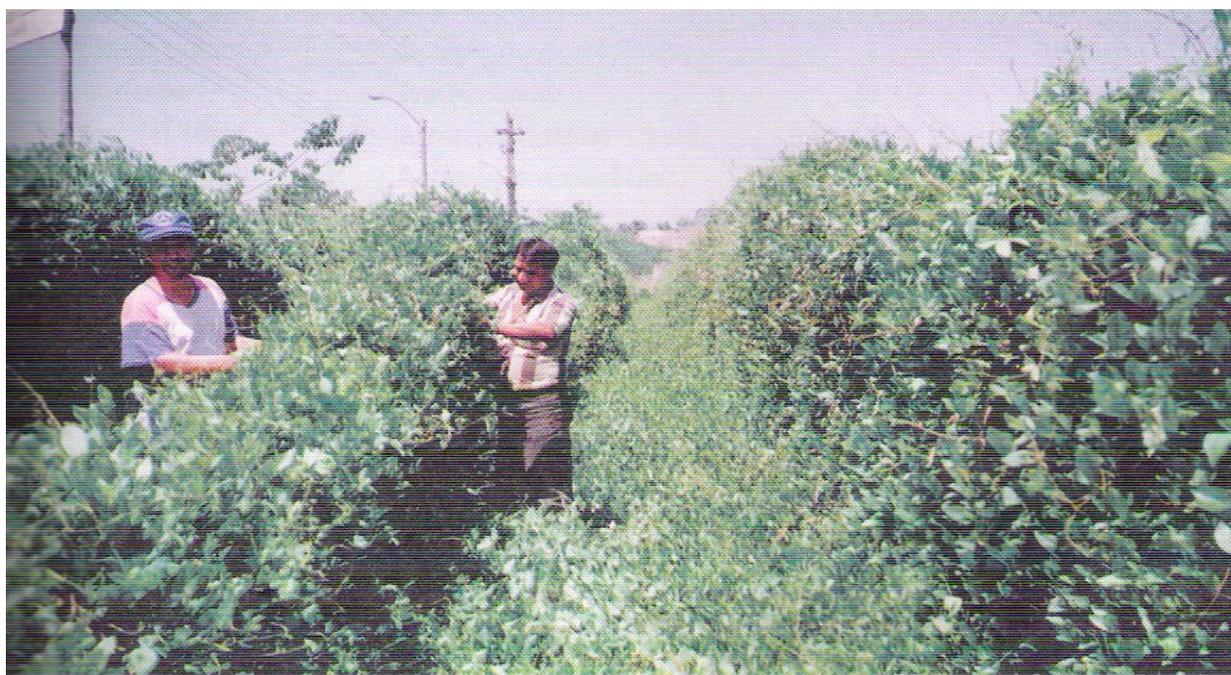
En cuanto a la producción de los árboles, la guaba inició su floración entre 1.5 a 1.75 años después del transplante (ADT) y la cosecha de frutos se realizó a dos ADT. La producción fue mayor en el suelo franco arenoso que en el de arena franca a través del 2° y 3° año. En el cuarto año no hubo producción debido a que las plantas fueron podadas al tercero. Al sexto y séptimo año se volvió a medir la producción. Para ambos, la producción fue mayor en el suelo de arena franca que en el franco arenoso, el cual sólo rindió el 50% de frutos en comparación con la arena franca. En el sexto año se midió la producción en toda la plantación (100% de los árboles); después de la cosecha el 50% de los árboles fueron raleados a 10 cm sobre el suelo, por lo tanto en el séptimo año la producción fue evaluada en el 50% de los árboles remanentes (Cuadro 21).

La capacidad de producir leña por parte de la guaba fue medido a 3, 6 Y 7 ADT obteniéndose 53.5 y 20 m' de leña en la arena franca, mientras que en el franco arenoso fue de 85 y 32 m<sup>3</sup> para los años 3, 6 y 7, respectivamente. La menor producción de leña para los años 6 y 7 estuvo relacionada a la menor cantidad de árboles podados (50%) comparado con el año 3, en donde se podaron el 100% de los árboles de guaba. Por otro lado, la mayor producción de leña en el franco arenoso, pudo ser debido a la mayor capa-cidad de retención de agua, a la menor pérdida de nutrientes por lixiviación y a su relativa mayor concentración en el suelo.

La producción de arazá fue baja, comparada a un sistema de monocultivo, con una población mayor (850 a 1,111 plantas/ha), aun así los rendimientos obtenidos se consideran bastante aceptables y acordes con los requerimientos de un pequeño a mediano agricultor.

La producción de frutos de pijuayo del multiestrato fue comparado con la producción de un sistema de pijuayo en monocultivo (Cuadro 21). Para el primer año de producción comercial, los rendimientos del pijuayo en el multiestrato fue el 75 y 80% el monocultivo, para la arena franca y franca arenosa, respectivamente. Para el segundo año, los rendimientos del multiestrato fueron de 54 y 84%; mientras que para el tercer año de producción comercial fue de 59 y 46% con respecto al monocultivo, para la arena franca y franca arenosa, respectivamente.

La mayor producción en el monocultivo está asociada al mayor número de plantas de pijuayo por hectárea. En general, hubo una marcada disminución en los rendimientos para el segundo y tercer año de producción comercial. Esta reducción en la producción fue relacionada con la baja precipitación registrada para esos años; la cual fue de 1,900 y 1,417 mm, respectivamente. Además, sucede que, después de un año de buena producción, las reservas de las plantas están agotadas y esto afecta el desarrollo de las yemas florales en el año siguiente (Camacho, 1972; Pashanasi, 1991).



- Semillero de *Centrosema macrocarpum*. Foto: Hernán Tello

Cuadro N° 21

**Rendimientos obtenidos de las diferentes especies utilizadas en los sistemas MS y PM a través del tiempo, en relación al contenido de arcilla de la parte superficial (0-15 cm) del suelo. Yurimaguas.**

SIS T	ESPECIE	ARC %	-----AÑOS-----						
			1	2	3	4	5	6	7
MS	GUABA (U)	7	9500	29760	-	6850	-	12540	2673
	GUABA	17	12500	36080	-	6624	-	6464	1387
MS	ARAZA (a)	7	-	0.90	1.87	2.64	0.50	-	-
	ARAZA	17	-	1.54	2.32	4.31	0.95	-	-
MS	PIJ	7	-	-	-	-	11.20	5.60	7.20
	PIJ	17	-	-	-	-	9.40	7.90	5.20
PM	PIJ (T/ha)	7	-	-	-	-	15.00	10.40	12.30
	PIJ	17	-	-	-	-	11.80	9.40	11.30

Fuente: Arévalo, 1991.

## 6. SISTEMAS SILVOPASTORILES

Las plantas de pijuayo también tienen un gran potencial como componentes de un sistema silvopastoril, siempre y cuando estén asociadas con un pasto de buena calidad que soporte el pisoteo bajo sombra y que al mismo tiempo tenga la capacidad de fijar N atmosférico.

La leguminosa *Centrosema macrocarpum* fue evaluada en diferentes ensayos y se determinó que esta especie crece muy bien bajo sombra, tiene una buena producción de semilla, controla malezas y presenta habilidad para fijar N atmosférico.

En una plantación de pijuayo para la producción de fruto, que fue desmontada previamente con bulldozer, se sembró como pasto la leguminosa *Centrosema macrocarpum*. Se aplicaron 20 kg de P y K por hectárea para asegurar un buen establecimiento y persistencia del pasto. Dieciocho meses después de la siembra se inició el pastoreo, con una carga inicial de 3.3 cabezas/ha; pero a causa de la disminución de forraje disponible en la época seca, la carga animal se redujo a 2.3 cabezas/ha.

El sistema de pastoreo fue rotacional, con 14 días de pastoreo por 30 días de descanso, complementándose la alimentación con sales minerales, sal común, vitaminas y dosificación de los animales.

La Densidad Aparente (DA) del suelo varió con el tiempo. Los valores iniciales fueron altos, entre 1.4 a 1.7 gr/cc, pero después de 4.5 años de sembrado el pasto (Cuadro 22), estos valores decrecieron considerablemente, debido quizás a la proliferación superficial de las raicillas del pasto y de las plantas de pijuayo así como también al no pastoreo en el potrero control, sin carga animal. Es necesario conocer las variaciones en los valores de la DA a más largo tiempo, lo cual permitiría determinar la sostenibilidad del sistema a través del tiempo.

**Cuadro N° 22**

**Cambios en la densidad aparentemente en la capa superficial (0-10 cm) del suelo, a través del tiempo, en función a la animal. Yurimaguas**

Potrero	TIEMPO*			
	1	2	3	4
	-----gr/cm <sup>3</sup> -----			
I	1.65	1.38	1.44	1.44
II	1.41	1.35	1.42	1.33
III	1.40	1.26	1.30	1.30
Control	1.70	1.37	1.29	1.35

Tiempo 1 = Antes de sembrar el pasto (10-1988)      3 = 2.5 años después de la siembra  
 2 = 1.5 años después de la siembra                      4 = 4.5 años después de la siembra

**Fuente:** Arévalo, 1991.

La ganancia de peso de los animales no difiere mucho del establecido en 1991 en los ensayos de pastoreo de asociaciones gramíneas leguminosas puras, el cual fue de 612 gr/animal/día., Por otro lado, la ganancia de peso por animal en este sistema es mucho mayor que en potreros donde el pasto es el Torourco puro. El incremento promedio después de cuatro años de pastoreo rotacional con ocho ciclos por año fue de 426, 513, 440, 464 gr/animal/día (Cuadro 23). Si la tendencia persistiera a través del tiempo, podríamos tener un sistema mucho más atractivo, económico y rentable para el agricultor de la zona.

## Cuadro N° 23

Incremento de peso vivo de torétes pastoreados en una asociación de pijuayo con *Centrosema macrocarpum* como pasto, durante ocho frecuencias de pastoreo. Yurimaguas.

Ganancia de Peso				
Ciclo Pastoreo	año 1	año 2	año 3	año 4
gr/animal/día				
1	320	350	576	603
2	220	726	622	688
3	550	292	332	371
4	600	650	294	642
5	382	500	454	239
6	440	457	371	250
7	447	263	326	330
8	450	868	542	464
<b>Promedio</b>	426	513	440	464

Fuente: Arévalo, 1991



- Sistema Agrosilvopastoril. Foto: Antonio López

El actual Centro de Investigación Yurimaguas -ex Estación Experimental "San Ramón". durante sus 25 años de trabajo ha generado importantes sistemas de producción agrícola, pecuaria y agroforestal, los cuales se aplican a los diferentes tipos de suelos y posiciones topográficas propias del paisaje geográfico de nuestra región; así como también para los diferentes tipos de agricultores: pequeños, medianos y grandes.

Debido a la falta de infraestructura, insumos, canales de comercialización y precios justos para los productos, los sistemas de producción de altos insumos con cultivos continuos y los de arroz bajo riego, por el momento, no son aplicables en nuestra región; pero sí tienen un gran potencial en la zona del Alto Huallaga, Huallaga Central y Alto Mayo.

Pero existe-amplia diversidad de opciones generadas que pueden ser adoptadas por los agricultores. Una de ellas es la de los cultivos continuos con bajos insumos, pasturas asociadas del tipo gramínea-leguminosas y purmas mejoradas, entre otras.

Otras alternativas importantes se presentan con las diferentes tecnologías agroforestales siendo las principales los sistemas mixtos de producción (multiestratos); los sistemas agro-silvopastoriles; el enriquecimiento de purmas para acortar el período de barbecho de las tierras o los cultivos en callejones para controlar la erosión de los suelos en pendientes, debido a la presión por las tierras a que están siendo sometidos en estos últimos años.

La adopción por parte de los agricultores, de una o más de las tecnologías descritas, devendrá en una disminución de la tala indiscriminada del bosque tropical. Por lo tanto, con tecnología se puede dar un uso racional a los suelos de la selva y producir más alimentos; sin tecnología, el desarrollo agropecuario devendrá en grandes fracasos y daños al ecosistema.



• Cerco vivo de Erythrina sp. Foto: Julio Alegre

## INFLUENCIA DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SOBRE LOS AGRICULTORES

Estación Experimental, a través de sus 25 años de labor, realizó trabajos de validación, extensión y transferencia de tecnología, en un radio aproximado de 17 Km. alrededor de ella, estratificados en cinco sectores geográficos diferenciados por su posición topográfica en el paisaje tipo de suelos, cercanía a los mercados, etc.; trabajando tanto con agricultores como en convenio con el Ministerio de Educación -ahora zona de Educación- para llegar a los colegios primarios existentes en dichos sectores, ya que no había colegios secundarios ni agropecuarios.

Para medir su impacto e influencia sobre los agricultores, se realizó una encuesta en los mismos sectores donde había trabajado la Estación Experimental, pero ampliando en tres Km. más el radio de la encuesta, con la finalidad de establecer si los agricultores o colegios del área habían sido un vehículo de efecto multiplicador de las tecnologías en la zona de influencia extensa.

Los cinco sectores estratificados fueron (Ver figura 1):

- 1) Shanusi, zona con suelos aluviales.
- 2) Paranapura, zona con un 80% de suelos de altura y 20% de suelos aluviales.
- 3) Alto Huallaga, zona con tipos de suelos en la misma proporción que para el caso del Paranapura.
- 4) Bajo Huallaga, zona con predominancia de suelos aluviales.
- 5) Carretera, zona con 100% de suelos de altura.

El número de agricultores entrevistados varió entre los sectores. En el sector Shanusi se entrevistó a 30, en el sector Paranapura a 25, en el sector Alto Huallaga a 39, en el sector Bajo Huallaga a 21 y en el sector Carretera se entrevistó a 20 agricultores. Los encuestados fueron seleccionados al azar y la metodología utilizada fue la entrevista directa de una a dos horas de duración.

Las entrevistas fueron realizadas por un grupo de técnicos agropecuarios de la zona, conocedores del lenguaje que utilizan los agricultores.

Los resultados de la encuesta se han dividido en cuatro partes. La primera de ellas corresponde a los aspectos generales del agricultor y a la relación con su chacra mediante las actividades que realiza en ella, ya sea de tipo agrícola o ganadero. La segunda sección establece las relaciones de los agricultores con la Estación Experimental San Ramón (E. E. «S. R.») a través de sus 25 años de labor en la zona. La tercera, analiza los cambios o mejoras en las técnicas de cultivo y/o crianza de animales adoptados a raíz de las relaciones mantenidas con la Estación; mientras que la cuarta, analiza el impacto de ésta sobre los agricultores así como también los principales rubros donde su presencia podría tener gran suceso.

### 1. ASPECTOS GENERALES

En el Cuadro 24 se presenta el tiempo de establecimiento de los agricultores en sus fundos. En el sector Shanusi el mayor número de agricultores (47%) está recientemente establecido, En 30% lleva entre 10 a 20 años y muy pocos más de 30 años (7%).

En el sector Paranapura 44% de los agricultores están recientemente establecidos, existiendo igual proporción de agricultores con más de 30 años viviendo y trabajando en sus chacras.

En el sector Alto Huallaga encontramos una mejor distribución en el número de agricultores por tiempo de establecimiento, predominando aquéllos que llevan entre 0 a 10 años de establecidos. En el sector Bajo Huallaga predominan los agricultores con 10 a 20 años de permanencia, seguidos por un 28.6% de agricultores establecidos entre 0 a 10 años y un 23.8% con 20 a 30 años de establecidos.

El sector Carretera sigue la misma tendencia que para el caso del Bajo Huallaga; es decir que el mayor número de agricultores (40%) tiene entre 10 a 20 años de establecidos y el 30% entre 20 a 30 años.

En forma general se concluye que, en cualquiera de los sectores encuestados, el mayor número de agricultores tiene entre 0-20 años de permanencia en sus chacras y que muy pocos son los agricultores con más de 30 años de establecidos en sus fundas.

Este hecho probablemente sea debido a la migración de agricultores de la selva alta a la selva baja, algunos compran los fundas para establecer uno o más sistemas de producción traídos de sus lugares de origen -caso café, cacao, arroz bajo riego, etc.- y otros, que venden sus tierras, pasan a engrosar la población urbano-marginal de la ciudad incrementando los problemas de energía, saneamiento y salubridad.

**Cuadro N° 24**  
**Tiempo de establecimiento de los agricultores en sus fundos.**

SECTOR	AÑOS			
	0-10	10-20	20-30	30+
Shanusi	14	9	5	2
Paranapura	11	3	0	11
Alto Huallaga	13	10	8	8
Bajo Huallaga	6	9	5	1
Carretera	4	8	6	2

**Fuente:** Arévalo y López, 1996.

El 100% de los agricultores entrevistados financian sus campañas agrícolas con recursos propios, los cuales son exiguos. En la localidad no existe ninguna entidad financiera que provea crédito agrícola, lo cual se ve reflejada en las áreas cultivadas, que varían desde 1/4 a 3 hectáreas cultivadas por agricultor como máximo, dependiendo del sector en el que vive. La falta de financiamiento afecta su economía, ya que entre el 70 al 93% de ellos se dedican a sus labores agrícolas a tiempo completo y solamente entre el 2.5 al 20 % trabajan poco tiempo en sus fundas, para poder dedicarse a labores que les permita tener otra fuente de ingresos para la manutención de la familia (Cuadro 25). Los agricultores asentados en las orillas de los ríos, generalmente se dedican a la pesca y caza como fuente extra de ingresos económicos; mientras que los agricultores del sector Carretera, en su mayoría, se dedican al comercio.

## Cuadro N° 25

## Tiempo que los agricultores dedican a sus labores agrícolas y / o ganadores

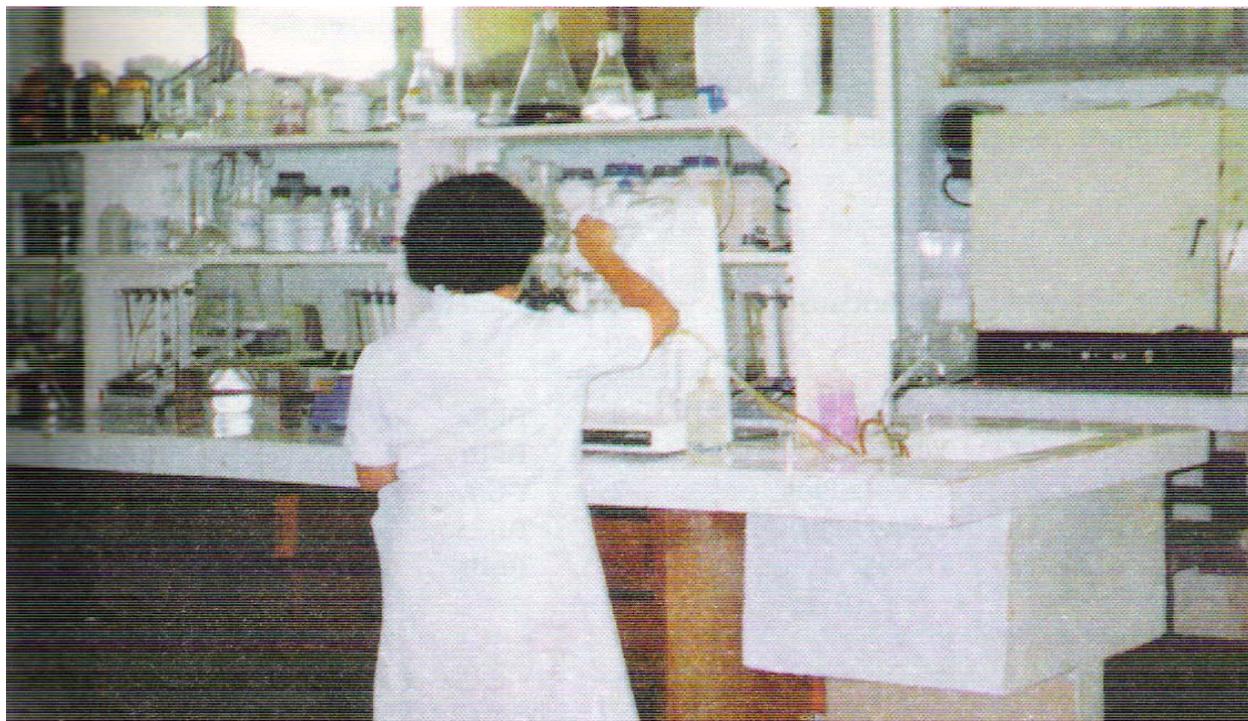
SECTOR	TC	MT	PT
Shanusi	28	2	0
Paranapura	23	1	1
Alto Huallaga	31	7	1
Bajo Huallaga	18	2	1
Carretera	14	2	4

TC = Tiempo completo    MT= Medio tiempo    PT = Poco tiempo

**Fuente:** Arévalo y López, 1996.

Consultados los agricultores sobre propiedad de maquinaria agrícola, el 100% de ellos, en los sectores Alto y Bajo Huallaga, dijo no tenerla y solamente entre el 3.3 y 10% de ellos dijo poseerla en los sectores Shanusi, Paranapura y Carretera, respectivamente. Pero aún cuando ellos cuenten con maquinaria agrícola, 'estas máquinas desde hace un buen tiempo no trabajan en las labores agrícolas, debido por un lado, a la falta de recursos económicos para operación y mantenimiento y, por otro, porque los precios de los productos agrícolas no justifican la inversión realizada en el manejo de los cultivos.

Tres tipos de animales mayores son criados por los agricultores de todos los sectores encuestados la diferencia estriba en que la cantidad de cada uno de ellos varía entre los sectores (Cuadro 26).



- Laboratorio de Suelos – Yurimaguas. Foto: Hernán Tello.



Además de los animales mayores, cerca al 60% en promedio de todos los agricultores entrevistados, crían aves de corral, ya sea para el autoconsumo o para la venta, cuando requieren de dinero inmediato (caso de enfermedad o para el colegio de los hijos). Dentro de este tipo de crianza predominan las gallinas y los gallos, seguidos por los patos y, en poca proporción, los pavos.

Con respecto a las especies forestales, en el Cuadro 27 se presenta una lista con aquéllas encontradas en los cinco sectores encuestados, las cuales son conocidas por los agricultores, quienes las utilizan en uno o más de sus requerimientos.

**Cuadro N° 27**  
**Presencia, usos y conocimiento (%) de las diferentes Especies Forestales en los fundos de los agricultores.**

<b>Especies</b>	<b>Shanusi</b>	<b>Paranapura Alto Huallaga</b>	<b>Bajo Huallaga</b>	<b>Carretera</b>	
Capirona	30	44	28	29	0
Bolaina	3	24	38	48	0
Tornillo	17	24	8	33	0
Caoba	7	12	23	10	0
Topa	7	10	23	14	0
Cetico	10	10	13	14	0
Ktadijo	3	8	23	19	0
yanavara	43	64	30	38	60
Yarina	10	12	20	24	20
Guaba	50	64	33	43	60
Cedro	20	40	41	14	25
Ciprana	37	44	18	29	20
Quinilla	7	4	8	10	5
Ocuera	3	6	3	14	25
Shimbillo	17	12	5	0	0
Lupuna	7	0	0	5	0
Copaiba	3	0	8	5	0
Marupa	10	8	0	5	0
Papelillo	7	0	0	5	15
Quillobordón	0	20	0	5	0
Pichirina	0	5	0	0	5
Cumala	3	0	0	10	0
Fapina	0	12	0	0	0
Moena	0	12	2	29	0
Shaina	0	2	0	0	8
Espintana	0	2	1	0	0
Shapaja	0	0	18	14	0
Gatahua	0	0	2	14	0
Erythrina	7	0	0	0	20
Leucaena	0	0	3	0	0
Ishpingo	0	0	4	0	0

Las especies caoba, capirona, bolaina, tomillo, topa, cetico y atadijo, están muy bien distribuidas en los cuatro primeros sectores, mas no se les encuentra en el sector Carretera.

Estos datos sugieren dos hechos:

- 1) Que las siete especies arriba mencionadas prefieren, para su crecimiento, suelos de moderada a alta fertilidad natural, en comparación con los suelos del sector Carretera.
- 2) Que el sector Carretera, por su relativamente fácil accesibilidad, fue tiempo atrás el primero en sufrir la extracción de madera por los madereros de una o más de las siete especies mencionadas.

Las especies cedro, guaba, yanavara, yarina, ciprana, quinilla y ocuera, están distribuidas en los cinco sectores, lo cual sugiere probablemente su mejor adaptación a condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad y a suelos fértiles; a excepción de la yarina, la cual es una palmera indicadora de "buenos suelos" dentro de los suelos de altura, como es el caso del sector Carretera.

Su poca presencia en todos los sectores, probablemente sea debido a su gran consumo como material para los techos de las casas de las áreas rurales y urbano-marginales de la ciudad. Por otro lado, aun cuando el cedro presente está en los cinco sectores, los extractores e industriales de la madera indican que el cedro de altura (sector Carretera) es de mejor calidad que el cedro de suelos aluviales (demás sectores); esto puede ser debido a la mayor densidad de la madera del cedro que crece en los suelos de altura.

Las demás especies (17) no se encuentran en todos los sectores, pero se presentan como especies promisorias a ser consideradas dentro de un proyecto de reforestación específica para cada uno de los sectores.

## 2 RELACIONES AGRICULTOR-ESTACIÓN

En promedio el 78.5% de los agricultores entrevistados (135) tiene conocimiento del trabajo que ha venido realizando la Estación Experimental (Cuadro 28). El 90 Y 100% de agricultores de los sectores Parapapura y Carretera, respectivamente, conocen de su existencia, mientras que este conocimiento varía entre el 57 al 84%, en los demás sectores.

**Cuadro N° 28**  
**Conocimiento que tienen los agricultores sobre el funcionamiento de la Estación Experimental San Ramón.**

<b>SECTOR</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Shanusi	27	3
Parapapura	21	4
Alto Huallaga	24	15
Bajo Huallaga	12	9
Carretera	20	0

**Fuente:** Arévalo y López, 1996.

Aun cuando este porcentaje de conocimiento es alto, la participación de los agricultores en las diferentes actividades organizadas por la Estación (Cuadro 29) es baja: 36.7, 32, 8 y 14.3% respectivamente, a excepción del sector Carretera donde se tiene un 80% de agricultores que participaron en una o más de las actividades organizadas. Se asume que este hecho es debido a las facilidades de transporte, cercanía y conocimiento de estas actividades por parte de los agricultores.

Cuadro N° 29

**Participación de los agricultores en las actividades realizadas por la Estación Experimental.**

<b>ACTIVIDADES</b>					
<b>SECTOR</b>	<b>Curso</b>	<b>Día de Campo</b>	<b>Visita Informe</b>	<b>Jornada Agronómica</b>	<b>Ninguna</b>
<b>Shanusi</b>	6	6	3	3	19
<b>Paranapura</b>	3	19	4	4	17
<b>Alto Huallaga</b>	2	4	1	4	32
<b>Bajo Huallaga</b>	2	4	1	0	18
<b>carretera</b>	12	2	6	8	4

Fuente: Arévalo y López, 1996.

A través de sus 25 años de trabajo, el Centro ha realizado diferentes tipos de actividades en las chacras de los agricultores en diversos sectores. Existe un alto número de ellos que conocen del trabajo de investigación, validación y/o transferencia de tecnología realizado en chacras cercanas a las suyas (Cuadro 30); es más, todos ellos manifestaron poder describir la tecnología vista en la chacra vecina. Este hecho sugiere el grado de interés de parte de los agricultores por las tecnologías desarrolladas por el Centro, pero no significa necesariamente que estén de acuerdo con su participación en las actividades organizadas por ésta. Este hecho sugiere algún tipo de restricción que tienen para poder llegar al Centro (se ha establecido que con frecuencia es algún tipo de temor y el nivel cultural de los agricultores lo que les inhibe de participar o acercarse para cualquier tipo de consulta, situación que está tendiendo a cambiar).

En cuanto a los cultivos transitorios (Cuadro 31), se observa que tanto el arroz, maíz, plátano y yuca tienen un gran arraigo en los cinco sectores, ya que componen la dieta alimenticia básica familiar. Pero para el caso del arroz y maíz, los primeros cuatro sectores lo cultivan en mayor proporción que en el sector Carretera. Este hecho puede deberse a la diferencia en fertilidad nativa de los suelos, ya que en los primeros cuatro sectores analizados la fertilidad natural puede ser de moderada a alta por ser suelos aluviales, mientras que el suelo es ácido e infértil en la zona de Carretera y por lo tanto los rendimientos de estos dos cultivos allí son bajos. No obstante, en este mismo sector el 98% de los agricultores entrevistados cultiva el frijol.

**Cuadro N° 30**

**Conocimiento de que los investigadores de la Estación Experimental desarrollaron trabajos cerca a su fundo y que pueden describir la tecnología vista.**

SECTOR	SI	NO
Shanusi	15	15
Paranapura	11	14
Alto Huallaga	16	23
Bajo Huallaga	11	10
Carretera	6	4

**Fuente:** Arévalo y López, 1996.

Por otro lado, en todos los sectores los agricultores siembran y cultivan especies frutales (Frut), entre las cuales se consideran el caimito, cítricos (naranja, mandarina, limón, cidra), zapote, humarí, aguaje, coco, pomarosa, arazá, uvilla, etc. Tanto en el sector Shanusi como en el Alto y Bajo Huallaga se cultiva algún tipo de hortalizas (tomate, culantro, caihua, col, repollo, ají, pepino, etc.). Mención aparte merecen las plantas de pijuayo, una planta con gran potencial agroindustrial y que es conocida en todos los sectores, siendo el Bajo Huallaga y Carretera donde se le cultiva en mayor proporción, mientras que en el sector Shanusi ocurre en menor proporción.

**Cuadro N° 31**

**Siembra y cultivo de los principales productos, en forma porcentual (%).**

Sector	Arroz	Maíz	Pl	Y	Fre	Ci	Pij	Frut	Pastos	Hort
Shanusi	90	63	93	90	23	50	10	87	0	17
Paranapura	68	84	88	88	40	16	32	64	10	0
Alto Huallaga	85	82	92	98	67	33	21	80	0	5
Bajo Huallaga	91	86	90	90	62	24	62	95	0	5
Carretera	40	50	60	75	68	10	65	85	15	0

Ci = caupí    Pij = Pijuayo    Y = yuca  
 Fre = frijol    Pl = plátano

**Fuente:** Arévalo y López, 1996.

Un gran número de agricultores (46.7, 60, 38.5, 43, Y 65% para los sectores 1, 2, 3, 4, y 5, respectivamente) conoce que la fertilidad de los suelos es analizada en los laboratorios del Centro; pero ellos no hacen uso de estos servicios por diferentes razones, siendo las principales el costo que significa el análisis y la falta de conocimiento para la toma correcta de la muestra de suelo representativa del área a sembrarse, para ser enviada al laboratorio.

### 3. PRACTICAS ADOPTADAS POR SU RELACIÓN CON LA ESTACIÓN

Muchos de los agricultores entrevistados para cada uno de los sectores manifestaron haber puesto en práctica algunas de las labores culturales tendientes a mejorar su producción, a raíz de su relación con la Estación. Los porcentajes de agricultores que han realizado mejoras en sus técnicas de cultivo fueron de 36.6, 40, 15.4, 23.8 Y 50% para los sectores Shanusi, Parapapura, Alto y Bajo Huallaga y Carretera, respectivamente.

En el Cuadro 32 se presentan algunas de las prácticas culturales adoptadas por los agricultores con la finalidad de incrementar sus rendimientos. El 36.7, 28, 25.6, 19 Y el 30% de los agricultores entrevistados en los sectores 1, 2, 3, 4, Y 5, respectivamente, utilizan semilla mejorada para la siembra de sus cultivos. El uso de semilla mejorada está relacionado más con los cultivos de arroz y maíz y, en algunos casos, con pasturas.

Cuando hay presencia de insectos dentro de los cultivos, los agricultores de los cinco sectores (56.7, 32, 20.5, 14.3 Y 40%, respectivamente), manifiestan utilizar insumos químicos para el control, siempre para los cultivos de arroz y maíz. Sólo se estableció un 15% de agricultores del sector Carretera que utilizan insumos orgánicos para el control de insectos y porcentajes mucho más bajos en los demás sectores. Este control con insumos orgánicos está más relacionado al control de hormigas cortadoras de hojas "curuhince", utilizando para ello hojas picadas del catahuillo o yuquilla (*Euphorbiaceae*).

La predominancia de malezas en las áreas cultivadas es un problema serio y que muchas veces, más que la fertilidad nativa misma del suelo, obliga a los agricultores a abandonar sus chacras para los subsiguientes cultivos. Como se puede apreciar en el Cuadro 32, los agricultores, para el control de malezas, realizan una combinación de control químico con herbicidas, más un control manual; generalmente, los herbicidas son aplicados a los cultivos de cabecera (arroz y maíz) y en algunos casos a las pasturas; mientras que el control manual se emplea para el cultivo de plátano y yuca.

**Cuadro N° 32**  
**Uso de prácticas culturales para incrementar los rendimientos de sus cultivos.**

Sector	Semilla Mejorada		Control de Plagas				Control de Malezas			Fétil	
	SI	NO	IQ	IO	No	Herb	Manual	No	IQ	IO	No
Shanusi	11	19	17	0	13	19	26	0	14	0	16
Parapapura	7	18	8	1	17	9	22	1	1	2	22
Alto Huallaga	10	29	8	1	30	9	37	2	0	0	39
Bajo Huallaga	4	17	3	1	17	10	21	0	0	0	21
Carretera	6	14	8	3	12	8	19	1	3	5	14

Herb = Herbicidas

IO =Insumo orgánico

IQ = Insumo químico

Probablemente, debido a la moderada o alta fertilidad de los suelos aluviales, en los sectores 2, 3 4 no se utilizan abonos químicos u orgánicos en mayor proporción. El uso de abonos

químicos en el sector Shanusi está más referido al uso de la urea como fertilizante nitrogenado aplicado al cultivo de arroz bajo riego; mientras que en el sector Carretera se encontró un 30% de agricultores que combinan la fertilización química y orgánica para el crecimiento de sus cultivos. La fertilización química es usada para los cultivos más exigentes, caso arroz y maíz, mientras que la orgánica es básicamente para los frutales y pasturas.

Como se puede apreciar, el Centro de Investigación Yurimaguas (antes San Ramón) ha desarrollado varias opciones de manejo tanto de los suelos ácidos y de baja fertilidad como también de los fértiles. Los agricultores entrevistados fueron consultados sobre si ellos conocían o habían puesto en práctica una o más de dichas tecnologías. En el Cuadro 33 se presentan los resultados obtenidos. El 57, 84, 57,67 y 75% de los agricultores en los sectores Shanusi, Parapapura, Alto y Bajo Huallaga y Carretera, respectivamente, han puesto en práctica o conocen más de una de las tecnologías desarrolladas por el Centro y, entre las tecnologías que sobresalen, figuran la plantación de pijuayo, tanto para la producción de frutos como para palmito, las pasturas mejoradas, seguidas en orden de importancia por el uso de variedades mejoradas y cultivos continuos.

**Cuadro N° 33**  
**Número de agricultores que tienen conocimiento o han puesto en práctica las tecnologías generadas por la Estación.**

TECNOLOGÍAS											
Sector	BI	AI	CC	MS	PF	PP	CCM	VM	CCa	PM	Nin
Shanusi	6	7	6	4	16	12	5	10	5	9	13
Parapapura	3	3	5	2	20	14	4	3	2	14	4
Alto Huallaga	1	1	6	0	18	10	1	5	2	9	17
Bajo Huallaga	2	2	1	1	13	5	1	2	2	3	7
Carretera	0	5	7	3	16	13	7	6	2	11	3

AI = Altos Insumos

MS = Sistema en Multiestratos

BI = Bajos Insumos

PF = Pijuayo para Frutos

CC = Cultivos Continuos

PM = Pasturas Mejoradas

CCa = Cultivo en Callejones

PP = Pijuayo para Palmitos

CCm = Cobertura de Centrosema VM = Variedades Mejoradas

**Fuente:** Arévalo y López, 1996.

#### 4. POSIBILIDADES DE IMPACTO DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN YURIMAGUAS

Del análisis de la encuesta se deriva que la Estación San Ramón - hoy Centro de Investigación Yurimaguas- tuvo, de una u otra manera, singular impacto sobre los sistemas de producción de los agricultores asentados a su alrededor, desde su creación a la actualidad, sea a través de la generación de tecnologías y/o semillas mejoradas de los principales cultivos, sea a través de pasturas mejoradas.

Sin embargo, creemos que el Centro puede tener mayor impacto brindando asesoramiento técnico en forma continua y decidida sobre las tecnologías preferenciales de los agricultores, según los sectores. Para poder realizar esta acción, necesariamente debe contar con recursos humanos y económicos, ya que de otra manera los trabajos de investigación, validación y/o transferencia de tecnología quedarán archivados o sólo serán de conocimiento del investigador en particular.

El Centro de Investigación Yurimaguas además, puede tener un gran suceso brindando semilla mejorada a los agricultores y/o ganaderos asentados en cualquier sector con las tecnologías generadas para pasturas puras mejoradas, como las asociaciones gramínea-leguminosas, los sistemas agrosilvopastoriles o silvopastoriles; éstas deben ir acompañadas de un mejoramiento de sangre del ganado, ya que en la actualidad predomina el ganado criollo, de bajo potencial genético para el engorde.

Una de las tecnologías promisorias y que puede tener mucho impacto, es la reforestación bajo **el modelo de los multiestratos**, la cual combina una serie de especies como cultivos anuales con árboles frutales y maderables, semejando un bosque natural. Con ella los agricultores conseguirían productos a lo largo del año durante un periodo de varios años y, finalmente, quedarían para su posterior cosecha las especies maderables de alto valor económico y de largo período vegetativo.

Otra de las tecnologías llamadas a tener gran impacto, es **el enriquecimiento de los campos en proceso de abandono reciente** con especies de rápido crecimiento que permitan obtener diversos productos (energía, postes, etc.) y servicios, como la biomasa vegetal conteniendo nutrientes a ser reciclados en el suelo con el proceso de la tumba y quema, en cantidades suficientes para soportar un período de cultivos, en un tiempo no mayor de tres años, como resultado de la presión sobre la tierra por parte de los agricultores.



- Producción de variedades mejoradas de arroz. Foto: Antonio López

Por otro lado, se debe reforzar las acciones de transferencia de tecnología en colaboración con instituciones asociadas o a nivel individual, de tal forma que las tecnologías que necesiten ser validadas pasen del Centro a los campos de los agricultores para su comprobación, principalmente las referidas a los sistemas agroforestales y pasturas mejoradas.

Debe incentivarse la capacitación permanente a todo nivel (productores, estudiantes, profesionales, otros), con el potencial tecnológico logrado en los 25 años de existencia, través de días de campo, jornadas agronómicas, cursos cortos, entrenamientos en servicios para profesores del área rural, entre otros.

# PROPUESTA: ESTRATEGIAS A SEGUIR EN LOS PRÓXIMOS CINCO AÑOS PARA VALIDACIÓN TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA E INVESTIGACIÓN

Como resultado del análisis de toda la información disponible, así como de la encuesta realizada, se recomienda adoptar la estrategia que se propone a continuación para los componentes de validación, transferencia de tecnología e investigación.

## 1. VALIDACIÓN y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Se propone trabajar con 60 agricultores o con cuatro comunidades campesinas asentadas en cuatro zonas estratégicas que son:

1. Carretera Yurimaguas-Tarapoto.
2. Río Huallaga.
3. Carretera Yurimaguas-Munichis/río Parapapura.
4. Río Shanusi.

En cada una de las zonas se seleccionarán 15 agricultores o cuatro comunidades campesinas de preferencia. Se les ofrecerá un rango de componentes o tecnologías mejoradas que incluyan: frutales nativos como arazá, carambola y pijuayo para producción de frutos y palmito; pastos mejorados; coberturas de leguminosas; cercos vivos; cultivos anuales como arroz, maíz y caupí. Estos componentes se pueden aplicar solos o combinados en sistemas como los silvopastoriles, sistemas mixtos de producción, barbechos mejorados, cultivos en callejones en suelos aluviales y en pendientes.

El Centro proveerá el material (semillas, bolsas plásticas, etc.) y apoyo técnico a los agricultores; ellos se responsabilizarán por la mano de obra requerida para la ejecución de las labores.

Se propone atender cada sector con un técnico agropecuario. Los técnicos trabajarán bajo la supervisión de los ingenieros responsables para la validación e investigación al nivel de la finca. El técnico trabajará el 80 % de su tiempo con los agricultores, el 20% restante lo pasará en el Centro, capacitándose y retroalimentando a los investigadores para mejorar los trabajos y solucionar problemas que podrían presentarse dentro del establecimiento de los sistemas.

El proceso de selección de los agricultores o comunidades campesinas se debe iniciar cuando los recursos humanos' y económicos estén disponibles. La elección de los agricultores y/o comunidades campesinas; según sea el caso, deberá concluirse en un período máximo de tres meses a partir de la puesta en marcha de la propuesta, al término de la cual debe procederse a la recolección de semilla, instalación de los viveros volantes por: cada sector y/o comunidad campesina, según sea el caso, y producción de los plántones a ser utilizados en los diferentes trabajos. Por lo tanto, la instalación de las primeras parcelas tanto de Validación y/o transferencia de tecnología, así como de investigación se establecerán a finales del primer año e inicio del segundo después de la aprobación de la propuesta.

## Evaluación de logros

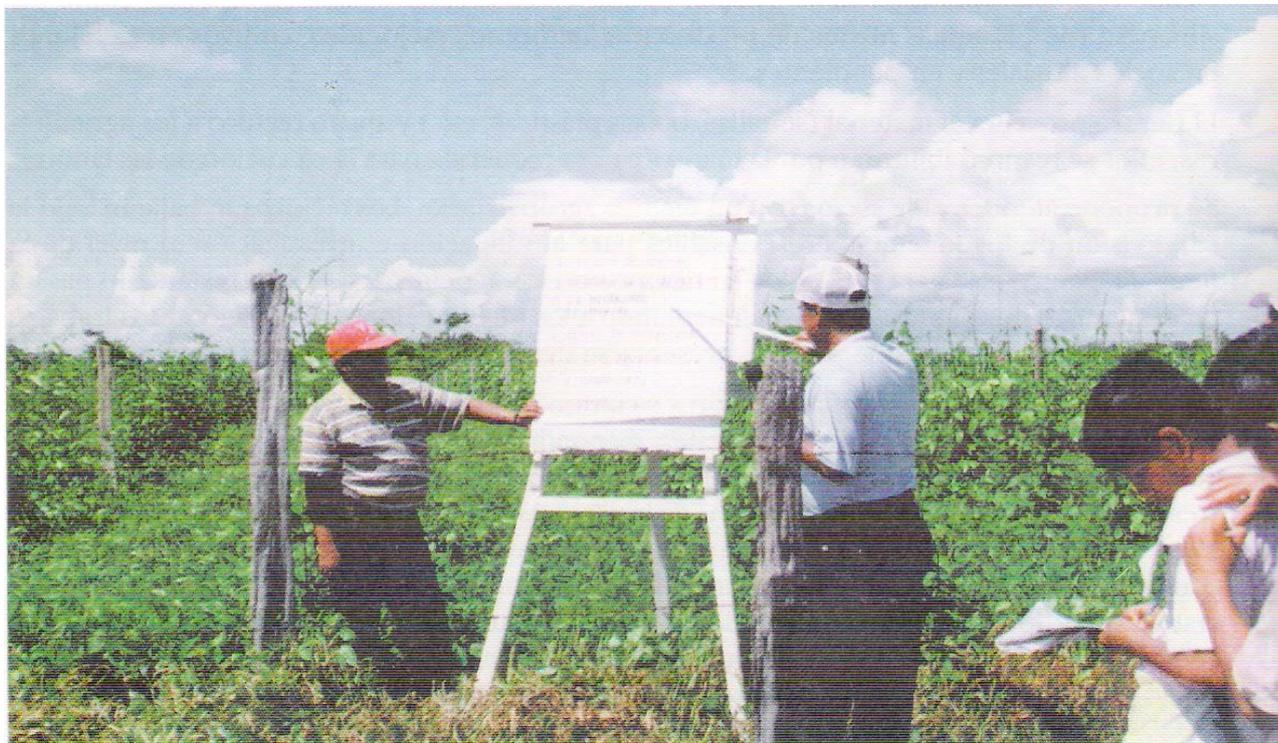
Los logros alcanzados en el desarrollo de este componente serán evaluados de diferentes maneras, siendo las más sencillas el cómputo del número de agricultores participantes, el número de participantes en los cursos, charlas, días de campo y el número de visitas a las chacras de los agricultores realizadas por los técnicos y profesionales.

Las evaluaciones más profundas serán analizadas comparando la economía doméstica de los agricultores participantes en el proyecto con los no participantes y la comparación del nivel de uso de las diferentes tecnologías después de un tiempo prudencial que consideramos puede ser de tres años.

## 2. INVESTIGACIÓN

Los trabajos de validación y transferencia de tecnología tienen que fundamentarse en investigaciones que, en su momento, puedan solucionar problemas que se presenten en las fincas de los agricultores y seguir mejorando las tecnologías transferidas. Por lo tanto, los trabajos de investigación permitirán mantener las acciones de validación, sin mucho riesgo para los agricultores.

Se propone que las actividades de investigación se realicen tanto en las fincas de los agricultores como en el Centro de Investigación. La investigación en finca se concentrará en las investigaciones que busquen adaptar tecnologías propicias para el agricultor y, simultáneamente, en la adopción de la tecnología por parte del agricultor y su posterior adaptación al medio. Usualmente, este tipo de investigación se limita a comparaciones simples entre dos o



- Capacitación. Foto: Antonio López.

tres tratamientos (el original y el nuevo) y a casos donde se espera una respuesta clara. Los datos de este tipo de ensayo serán tomados por los ingenieros responsables para validación; ellos representarán el mecanismo de retroalimentación que servirá para orientar continuamente la investigación en el Centro.

La investigación se orientará a la evaluación y selección de germoplasma, ensayos de larga duración o los factores bajo estudio que necesiten un mayor control. Un enfoque de este trabajo será la búsqueda de soluciones a problemas identificados en las fincas de los agricultores. La lista tentativa de temas se muestra a continuación.

**Maíz, soya) arroz y caupí:**

1. Selección de variedades tolerantes a la acidez del suelo.

**Pijuayo:**

1. Selección de coberturas para plantaciones de pijuayo para palmito.
2. Selección y multiplicación (inclusive propagación vegetativa) de los mejores árboles.
3. Distanciamiento y fertilización para palmito.
4. Fertilización química y orgánica para la producción de fruto.
5. Evaluación de los bancos de germoplasma.

**Cultivos en callejones:**

1. Producción a largo plazo en suelos ácidos y de baja fertilidad.
2. Efecto de la altura y frecuencia de podas sobre la competencia entre los árboles y los cultivos.
3. Dinámica del fósforo.
4. Manejo de los callejones como barbechos mejorados (*Alley fallows*).
5. Sincronización entre los requerimientos nutricionales de los cultivos de ciclo corto con la liberación de nutrientes de fuentes orgánicas.

**Barbechos mejorados:**

1. Combinación de barbechos para ayuda biológica y producción económica:
2. Selección de árboles para la producción de leña, materiales de construcción, barreras vivas y frutos.
3. *Alley fallows* (véase arriba N° 4).

**Sistemas de producción:**

1. Evaluar los sistemas silvopastoriles con animales mayores o menores y pastos mejorados.
2. Evaluar diferentes sistemas mixtos de producción perenne.
3. Uso de arboles para recuperar pasturas degradadas.
4. Análisis económico de los sistemas.

**Evaluación de logros**

Los logros del componente de investigación serán evaluados por el número de artículos publicados, tanto científicos como de consumo popular; por el número de presentaciones de los

resultados; el número de análisis biológico/económicos hechos y por el número de ensayos establecidos y en marcha a nivel de la finca del productor.

### 3. REQUERIMIENTO DE RECURSOS

#### 3.1. RECURSOS HUMANOS

Para el desarrollo de la propuesta, se requieren cinco profesionales más un coordinador general. Dos serán responsables de los trabajos de validación y/o transferencia de tecnología e investigación en finca; otros dos dedicarán el 80% de su tiempo a desarrollar los trabajos de investigación en el Centro y el 20% de su tiempo participarán en la planificación, diseño y ejecución de las labores en finca. El economista trabajará tanto en el Centro como en las fincas de los productores.

Por tanto, el perfil de los profesionales será como sigue:

- **Coordinador General o Asesor Técnico Principal**, cuya responsabilidad será la de supervisar tanto las acciones de validación, transferencia de tecnología e investigación, participando en el planeamiento, diseño y parcialmente de la ejecución del proyecto, así como la de administrar los fondos destinados al desarrollo de las acciones a través del tiempo.
- **Ing. Agrónomo**, especialista en validación y transferencia de tecnología, dedicado a tiempo completo.
- **Ing. Forestal**, especialista en especies arbóreas y frutales de interés económico para los agricultores de la región, dedicado a tiempo completo.
- **Ing. Agrónomo**, especialista en fertilidad de suelos y nutrición mineral de plantas, dedicado a tiempo completo.
- **Ing. Zootecnista**, especialista en manejo de ganado y de pastos, con conocimientos de sistemas agro-silvopastoriles.
- **Economista**, especialista en economía agrícola, dedicado a tiempo completo.

Las acciones de validación e investigación necesitan ser monitoreadas minuciosamente, para lo cual es necesario contar con técnicos agropecuarios y obreros, descritos a continuación:

- **Cuatro técnicos agropecuarios**, cada uno responsable de un sector, en los trabajos de validación y/o transferencia de tecnología. El 80% de su tiempo dedicado a esta labor, mientras que el 20% restante lo pasarán con los investigadores para retroalimentar el sistema y al mismo tiempo capacitarse.
- **Tres técnicos agropecuarios**, responsables de los trabajos de investigación en el Centro.
- **Diez obreros permanentes**, los cuales serán los responsables del mantenimiento de las labores de investigación que se desarrollen. Eventualmente, podrían apoyar las labores de validación.
- **Seis obreros eventuales**, a quienes se empleará cuando los requerimientos de mano de obra lo justifiquen, tanto para las labores de validación como para las acciones de investigación.

Tanto la administración como el análisis en los laboratorios y el procesamiento de datos requerirán una secretaria/ digitadora de datos, a tiempo completo, y una persona a un cuarto de tiempo, tanto en el laboratorio como en el centro de cómputo.

### 3.2. EQUIPAMIENTO

En este rubro se incluyen los siguientes ítems:

**Vehículos.** La compra de una camioneta de doble tracción, un bote deslizador equipado con motor fuera de borda y cuatro motocicletas. Estos vehículos servirán para realizar los trabajos de validación, tanto por carreteras como por río. También prestarán apoyo a los trabajos de investigación en el Centro de Investigación.

**Costos de operación y mantenimiento de los vehículos.** Comprende la compra de los combustibles, aceites, repuestos y mano de obra para el mantenimiento adecuado de los vehículos.

### 3.3 INVESTIGACIÓN

En este rubro están incluidas las siguientes compras:

**Material de campo.** Está incluida la compra de semillas, fertilizantes, insecticidas, funguicidas, herbicidas, mochilas, bolsas de papel, bolsas plásticas, machetes, palas, cavadores, cordeles, etc.

**Material de laboratorio.** Incluye la compra de reactivos para los diferentes análisis: suelos, tejidos microbiológicos, análisis especiales, otros.

**Material de cómputo.** Incluye la compra de *diskettes*, cinta impresora, papel de impresión, limpia cabezales, mantenimiento de la máquina, etc.

**Comunicación internacional.** Donde se incluye las suscripciones a revistas especializadas en el ramo y a relaciones con otros centros de trabajo similares.

### 3.4 CAPACITACIÓN

En este rubro están comprendidos los siguientes componentes:

**Seminarios.** Dentro de los seminarios están comprendidos los siguientes tipos: cursos-taller y días de campo. Se propone ofrecer tres cursos-taller y tres días de campo por año para los agricultores de la región. Los cursos-taller tendrán una capacidad de 30 agricultores cada uno; mientras que los días de campo tendrán una capacidad de 120 a 150 agricultores cada uno de ellos. Cada curso-taller tendrá una duración de tres días.

A través del tiempo de duración de esta propuesta, se plantea ofrecer nueve cursos-taller y nueve días de campo, con una participación de 1,500 a 2,000 agricultores beneficiados, al término de los cuales los agricultores estarán en capacidad de comprender el ecosistema que los rodea y la mejor manera de vivir en él; además de poder implantar **sistemas de producción ecológicamente estables y sostenidos y económicamente rentables.**

**Divulgaciones.** Incluye los costos de preparación de charlas radiales de media hora por semana, impresión de boletines, folletos, manuales, trípticos, etc.

**Viajes local.** Incluye los costos por pasajes, viáticos, fletes, tanto de los profesionales como de los técnicos, a la finca de los agricultores para realizar los trabajos de validación, pero al mismo tiempo comprende los viajes que se realicen fuera de la provincia.

**PRESUPUESTO ESTIMADO VALIDACIÓN, TRANSFERENCIA DE  
TECNOLOGÍA E INVESTIGACIÓN DEL –CI-IIAP YURIMAGUAS  
EN US\$.**

ITEMS	AÑOS					TOTAL
	1	2	3	4	5	
<b>1. REMUNERACIONES</b>	246.200	246.200	246.200	246.200	246.200	1,231.000
Coordinador General	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	180.000
Ingenieros (4)	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	450.000
Economista (1)	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	75.000
Técnicos Agrop. (7)	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	315.000
Obreros (10 x 100%)	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	150.000
Secretaria/ Digitadora	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	45.000
Labor. (1 x 30%)	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	16.000
<b>2. BIENES Y SERVICIOS</b>	139.400	89.000	100.000	106.200	119.000	553.600
<b>2.1 VEHICULOS</b>	67.400	15.000	20.000	22.200	20.000	144.600
Camioneta (1, 4 x 4)	30.000					30.000
Motocicletas (4)	14.400			7.200		21.600
Bote/Deslizador (1)	8.000					8.000
Mantenimiento vehículos	15.000	15.000	20.000	15.000	20.000	85.000
<b>2.2 VIAJES</b>	25.000	21.000	25.000	25.000	25.000	121.000
Locales	20.000	15.000	15.000	15.000	15.000	80.000
Internacionales	5.000	6.000	10.000	10.000	10.000	41.000
<b>2.3 CAPACITACIÓN</b>	8.000	14.000	16.000	20.000	35.000	93.000
Seminarios	5.000	8.000	10.000	10.000	25.000	58.000
Divulgaciones	3.000	6.000	6.000	10.000	10.000	35.000
<b>2.4 GASTOS DE</b>						
<b>INVESTIGACIÓN</b>	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	195.000
Materiales de Laboratorio	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	80.000
Materiales de Campo	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	75.000
Materiales de Cómput. /Mant.	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	25.000
Comunicación Local/Intern.	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	15.000
<b>SUBTOTAL</b>	385.600	335.200	346.200	352.400	365.200	1,784.600
<b>GASTOS</b>						
<b>ADMINISTRATIVOS</b>	38.560	33.520	34.620	35.240	36.520	178.460
<b>TOTAL</b>	424.160	368.720	380.820	387.640	401.720	1,963.060

## BIBLIOGRAFÍA

### Cap. 1, parte 1 y 2

ALEGRE, J. C.; CASSEL, D. K.; BANDY D. E.; SANCHEZ, P. A.

1982: Effect of land clearing on soil properties of an Últisol and subsequent crop production in Yurimaguas, Perú. En: *Land Clearing Symposium*. Ibadan (Nigeria): IITA.

ALEGRE, J. C.

1991: *Opciones Tecnológicas para el Manejo Racional de los suelos de la Amazonía Peruana*. Lima (Perú): INIA. Suelos Amazónicos SA-01. Proyecto Suelos Tropicales.

ARA, M. A.; SANCHEZ, P. A.; BANDY, D. E.; TOLEDO, J. M.

1981: Adaptability of grass-legume pastures in the Amazon of Perú. En: *Agronomy Abstracts*. 1981: 82

AREVALO, L. A.

1991: *Respuesta del arroz a la fertilización bajo condiciones de un suelo tropical inundado*. Lima (Perú): INIAA. Suelos Amazónicos # SA-02. Proyecto Suelos Tropicales. 34pp.

AREVALO, L. A.; BENITES, J. R.; BANDY, D. E.

1983: *Paddy rice in the alluvial soil of the Peruvian Amazon Basin*. Yurimaguas (Perú): INIPA. 25 pp.

AREVALO, L. A.; PEREZ, J. M.; SZOTT, L. T.

1993: El pijuayo como componente de un sistema agroforestal. Presentado en el N Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo. Iquitos, Noviembre 1991. En: Szott, L T.; Murillo, M.; Patiño, V. M. editores.

BANDY, D. E.; BENITES, J. R.; SANCHEZ, P. A.

1982: Irrigated rice potential of alluvial soils in the Amazon of Perú. En: *Agronomy Abstracts*. BANDY, D. E.; SANCHEZ, P.A.

1981: Managed Kudzu fallow an alternative to shifting cultivation in Yurimaguas, Perú. En: *Agronomy Abstracts*. 1981: 40.

1982: Post-clearing soil management alternatives for sustained production in the Amazon. En: *Land Clearing Symposium*. Ibadan (Nigeria): IITA.

BRUZZONE, C.; LOPEZ, J.; PULVER, E.

1983: Alto Mayo: Gran potencial arrocero. Lanzamiento de la variedad CICA-8. En: CIPA X. Programa Nacional de Arroz. Tarapoto (Perú): 9 pp. GALVEZ, M. A.

1994: Memoria Anual de la Estación Experimental San Ramón. Yurimaguas: INIA.

GICHURU, M. P.; SANCHEZ, P. A.

1983: *Minimum tillage, phosphorus, sulfur, calcium, magnesium interactions in an Ultisol*. Draft reporto Yurimaguas (Perú): INIPA.

GUILLEN, W:

1989: *Memoria Anual de la Estación Experimental San Ramón*. Yurimaguas: INIA. HECHT, S. B.

1982: Los sistemas agroforestales en la cuenca amazónica: práctica, teoría y límites de un uso promisorio de la tierra. En: Hechtt, S.B. editor. *Amazonía investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras*. Cali (Colombia): CIAT. pp 347-390.

LAL, R.

1982: Deforestation and soil erosion. En: *Land Clearing Symposium*. Ibadan (Nigeria): TITA

LOPEZ, A.

1996: *Producción de Semilla de Arroz*. Yurimaguas: CI.-IIAP.

LOPEZ, W

1983: *Andropogon gayanus (pasto San Martín)*. En: *CIPA X*. Tarapoto.

NICHOLAIDES, J. J.; SANCHEZ, P. A; BANDY, D. E.; VILLACHICA, J. H; COUTU, A J.; VALVERDE, C.

1983: Crop production systems in the Amazon basin. En: Morán, E.E editor. *The Dilemma of Amazonian Development*. Westview Press, Boulder. pp 101-153.

PEREZ, J. M.; AREVALO, L. A; SZOTT, L. T.

1991: *Cobertura de leguminosas en plantaciones de pijuayo (Bactris gasipaes, HBK) para la producción de frutos en Yurimaguas. Presentado en la TI Reunión Internacional de Pijuayo*. Iquitos, Noviembre 1991.

PIHA, M.; NICHOLAIDES, J. J.

1981: Field evaluation of legume, sweet potato and rice varieties for tolerance to soil acidity. En: *Agronomy Abstracts*. 1981:45.

PULVER, E. R.

1983: Plan para la implementación de prácticas agronómicas mejoradas para la producción de arroz en la zona del Huallaga Central, Perú. En: *CIPA X Programa Nacional de Arroz Selva*. Tarapoto. 7 pp.

RACCHUMI, A

1992: *Evaluación y Selección de Germoplasma de arroz para suelos ácidos*. Lima: INIA. Suelos Amazónicos # SA 05. Proyecto Suelos Tropicales.

RACCHUMI, A.; LOPEZ, A

1995: Producción de Semillas de Arroz. En: *Memoria Anual 1995*. Yurimaguas: CII-IIAP. SANCHEZ, P. A; BANDY, D. E.; VILLACHICA, J. H.; NICHOLAIDES, J. J.

1982: Amazon basin soils: management for continuous crop production. En: *Science* 210:821-827. (Versión en castellano en *CIPA XVI-Estación Experimental de Yurimaguas. Series de Separatas* # 1).

SANCHEZ, P. A; VILLACHICA, J. H.; BANDY, D. E.

1983: Soil fertility dynamics after clearing a tropical rainforest in Perú. En: *Soil Science Society of America journal*. Vol. 47.

SCHAUS, R.; ARA, M. A.; SANCHEZ, P. A.

1983: *Legume-based pasture production systems. 1982 Annual Report.* Yurimaguas (Perú): INIPA. 17 pp.

SEUBERT, C.; SANCHEZ, P. A.; VALVERDE, e.

1977: Effect of land clearing methods on soil properties and crop performance in an Ultisol of the Amazon jungle of Perú. En: *Trop. Agríc.* (Trinidad) 54: 307.321.

TOLEDO, J. M.; MORALES, V. A.

1979: Establecimiento y manejo de pasturas mejoradas en la Amazonía Peruana. En: Tergas, L.E.; Sánchez, P.A. editores. *Producción de Pastos en Suelos Acidos del Trópico.* Cali (Colombia): CIAT. Pp 191-210.

URIBE, E.

1989: Potassium dynamics and management in a Humid Tropical Ultisol under low and high input cropping system. Ph. D. Thesis, North Carolina State Univ. Raleigh, N.C. USA. 95 pp.

VILLACHICA, J. H.

1978: Maintenance of soil fertility under continuous cropping in an Ultisol of the Amazon Jungle of Perú. Ph. D. Thesis, North Carolina State Univ. Raleigh, N.C. USA. 269 pp.

### Cap. 1, parte 3

ALEGRE, J. C.

1993: *Medida de la Erosión y Escorrentía bajo un Sistema Agroforestal y de Cultivos en Zonas de Pendientes de la Amazonía.* Informe Final al RINAP de enero a diciembre de 1992. Yurimaguas.

ALEGRE, J. e.; SANCHEZ, P. A.; PALM, C. A.; PEREZ, J. M.

1989: Comparative Soil Dynamics Under Different Management Options. Trop Soils Technical Report, 1986-1987. North Carolina State Univ. Raleigh, N. e. USA. Pp. 102-108.

ANDERSON, J. M.; PROCTOR, J.; VALLACK, H. W

1983: Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Guming Mulu National Park, Sarawak. III. Decomposition processes and nutrient losses from leaf litter. En: *Journal Ecology* 71:503-527.

ANDERSON, J. M.; SWIFT, M.J.

1983: Decomposition in tropical forest. En: Sutton, S.L.; Whitmore, T.C.; Chadwick A.C. editores. Tropical rain forest. *Ecology and management. Blackwell Scientific Publication.* Pp. 287-309.

AREVALO, L. A.; PEREZ, J. M.; SZOTT, L. T.

1990: Cobertura de Leguminosas en plantaciones de pijuayo para la producción de frutos. TropSoils Technical Report, 1988-1989. North Carolina State Univ. Raleigh, N. e. USA.

1991: *El pijuayo como componente de un sistema agroforestal.* Presentado en la II Reunión Internacional de Pijuayo. Iquitos, Noviembre 1991.

BUSTAMANTE, w:

1993: Parcelas de comprobación para la producción de arroz. Programa de Investigación en Arroz de secano. Memoria Anual 1992. Yurimaguas (Perú): Estación Experimental San Ramón.

CAMACHO, V. E.

1972: El Pejibaye (*Guilielma gasipaes* H.B.K.). Turrialba (Costa Rica): Instituto Interamericano para la Cooperación Agrícola.

CELESTINO, A. E

1985: Farming systems approach to soil erosion control and management. En: Craswell, E.T.; Remuyi, J.V.; Nallana, L.G. editores. *Soil erosion management*. ACIAR Proceedings Series 6. Canberra: ACIAR, 64-70.

DAVELOUIS, J. R.

1990: *Green manure applications to minimize aluminum toxicity in the Peruvian Amazon*. Ph. D. Dissertation. North Carolina State University, NC. USA.

DUDAL, R.

1980: Soil-related constraints to agricultural development in the tropics. En: Soil related constraints to agricultural development in the tropics. Los Baños (philippines): IRRI. pp. 23-38.

FAO

1984: Changes in Shifting Cultivation in Africa. En: FAO Forestry Paper # 50. Rome. 185 pp. FERNANDEZ, E. C. M.

1990: Alley Cropping on Acid Soils. Ph. D. Thesis. North Carolina State University, Raleigh, N.C. USA.

GUILLEN, W:

1993: *Parcela de observación de variedades de caupí en campo de agricultores*. Memoria Anual 1992 del Programa de Investigación en Leguminosas de Grano. Yurimaguas (Perú): Estación Experimental San Ramón.

KANG, B. T.; WILSON., G. E; LAWSON, T. L.

1981: *Alley cropping of maize (*Zea mays* L.) and Leucaena (*Leucaena leucocephala* Lan) in southern Nigeria*. En: *Pl. Soil* 63:165-179.

1984: *Alley cropping: a stable alternative to shifting cultivation*. Ibadan (Nigeria): IITA.

LANLY, J. P.

1982: Tropical forest resources. Rome: FAO. 106 pp.

LUNDGREN, B. O.; RAIN TREE, J. B.

1983: *Sustained agroforestry*. En: Nestel, B. editores. *Agricultural Research for development potentials and challenges in Asia*. The Hague (Netherlands): ISNAR. pp 37-49.

METZNER, J. A.

1981: Innovations in agriculture incorporating traditional production methods: the case of Amarasi (Timor). En: *Appl. Geog. Develop.* 17:91-107.

NAIR, P. K. R

1982: Agroforestry a sustainable land-use systems for the fragile ecosystems in the Tropics Malayan. En: *Natural journal* 35:109-123.

NAIR, P. K. R.

1984: Soil productivity aspects of agroforestry. ICRAF. Science and Practice of Agroforestry J. Intl. Council for Res. in Agroforestry. Nairobi (Kenya).

1988: *Mulch quality and nitrogen dynamics in an alley cropping system in the Peruvian Amazon*. Ph. D. Thesis. North Carolina State Univ. Raleigh, N. C. USA. 112 pp.

PALM, C. A.; SZOTT, I. T.

1989: Improved fallows. TropSoils Technical Report 1986-1987, p. 70. North Carolina State University, Raleigh. N.C. USA.

PASHANASI, B.

1993: Evaluación de los Bancos de Germoplasma de Pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K) en Yurimaguas, Perú. En: Mora, J.; Szott, L.T.; Murillo, M.; Patiño, V.M. editores. IV Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo. Iquitos, 18-22 de noviembre de 1991.

PEREZ, J. M.

1984 Determinación de genotipos de pijuayo (*Bactris gasipaes*) en la zona de Yurimaguas, Tesis Ing. Forestal. Iquitos (Perú): Universidad Nacional de la Amazonía Peruana

1993 *Efecto de las coberturas de leguminosas sobre el crecimiento y producción del Bactris gasipaes K (Pijuayo) en un Ultisol de Yurimaguas*. Tesis Ms. Sc. Lima (Perú): Universidad Nacional Agraria La Molina. 58 pp.

PEREZ, J. M.; DAVEY, C. B.; McCOLLUM, R. E.; PASHANASI, B.; BENITES, J. R.

1987 Peach palm as a soil management options on an Ultisols. TropSoils Technical Report 1985-1986. North Carolina State University, Raleigh. pp. 26-27

PEREZ, J. M.; AREVALO, I. A.; SZOTT, I. T.

1993 Pijuayo con cobertura de Leguminosas. En: Mora, J.; Szott, L.T.; Murillo, M.; Patiño, V.M. editores. N Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo. Iquitos, 18-22 de November de 1991.

POULSEN, G.

1984: Make the bills of Pbung Chau green and productive in collaboration with the local people. Bai Bang, Hanoi, Vietnam; Consultant's Report to Scanmanagemt, 22 pp.

RACCHUMI, A

1992: Evaluación y Selección de Germoplasma de arroz para suelos ácidos. Lima (Perú): Suelos Amazónicos # SA 05. PST.

SALAZAR, A. A.

1990: Cultivos en callejones. Algunos resultados de investigación en Yurimaguas- Cuenca Amazónica del Perú. Presentado en el II Taller Latinoamericano de Manejo de Suelos. Universidad Central de Costa Rica, julio, 1990. San José (Costa Rica).

1991: Phosphorus fertilization in an Alley cropping system in upland soils of the Peruvian Amazon Basin. Thesis Ms. Sc. North Carolina State University, Raleigh, N.C. USA.

SANCHEZ, P. A.

1989: Soils. En: Leith, H.; Werger, M. J. A. editores. *Tropical Rainforest Ecosystems Biogeographical and Ecological Studies*.

SANCHEZ, P. A.; BENITES, J. R.

- 1987: Low-input cropping for acid soils of the humid tropics. En: Science 238:1521-1527.
- SANCHEZ, P. A.; COCHRANE, T. T.
- 1980: Soil constraints in relation to major farming-systems of tropical America. pp. 107-139. En: *Soil-Related Constraints to Food Production in the tropics*. Los Baños (Philippines): IRRI.
- SIDERIUS, W,
- 1986: Land evaluation for land use planning and conservation in Sloping areas. I LRI Publication 40. Wageningen, Netherlands: LRI, 331 pp.
- SZOTT, L. T.
- 1987: *Improving the productivity of shifting cultivation in the Amazon basin of Perú through the use of leguminous vegetation*. Ph. D. Dissertation. North Carolina State University, Raleigh, N.C. USA.
- SZOTT, L. T.; DAVEY C. B.; PALM, C. A.; SANCHEZ, P. A.
- 1987: Improved fallows. TropSoils Technical Report 1985-1986, pp. 31-35. North Carolina State University, Raleigh. N.C. USA.
- SZOTT, L. T.; AREVALO, L. A.; PEREZ, J. M.J McCOLLUM, R. E.
- 1989: *The response of pijuayo (Bactris gasipaes HBK) to fertilizations of an Ultisol in the Amazon basin*. Poster presentado a la ASA. Las Vegas (USA).
- SZOTT, L. T.; FERNANDES, E. C. M.; SANCHEZ, P.A.
- 1990: Soil-plant interactions in agroforestry systems. En: *Proceedings of the World Conference on Agro-Forestry held at the University of Edinburgh, 25-29 July, 1989*. Department of Forestry and Natural Resources, University of Edinburgh, Scotland.
- VALVERDE, e.; BANDY, D. E.
- 1982: Production of annual food crops in the Amazon, pp. 243-280. En: Hecht, S. P. editores. Amazonia: agriculture and land use research. Cali (Colombia): CIAT.
- YOUNG, A.
- 1986: The potential of agroforestry for soil conservation. Part I: erosion control ICRAF Working Paper 42. Nairobi: ICRAF, 69 pp.
- 1989: Agroforestry for soil conservation. Science and practice of agroforestry # 4. Nairobi: ICRAF, 276 pp.