



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y  
PROMOCION AGROPECUARIA



NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY

**CIPA XVI-ESTACION EXPERIMENTAL DE YURIMAGUAS**

**PROGRAMA DE SUELOS TROPICALES**

YURIMAGUAS, PERU

**SERIE DE SEPARATAS**

*Apoyado por el Proyecto Especial de Administración de Suelos Tropicales PL 480, el Proyecto IEE y el Soil Management Collaborative Research Support Program TROPSOILS de la Agencia para el Desarrollo Internacional.*

PN-AREA-483

1983

OPCIONES TECNOLOGICAS PARA EL  
MANEJO RACIONAL DE SUELOS EN LA  
SELVA PERUANA

Pedro A. Sánchez y José R. Benites  
1983

N° 6

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
Resumen .....	1
Introducción .....	3
La Selva Peruana .....	4
Clima .....	4
Suelos .....	5
Capacidad de uso de tierras .....	9
Fragilidad del ecosistema .....	10
Producción agropecuaria .....	10
Presión demográfica .....	11
Estrategia .....	12
Posiciones Topográficas y posibilidades tecnológicas .....	13
Bajiales .....	13
Barriales .....	14
Restingas .....	14
Terrazas altas .....	15
Colinas .....	15
Aguajales .....	16
Montañas y áreas escarpadas .....	16
Tecnologías Disponibles .....	18
Sistemas de desmonte .....	18
Arroz bajo riego en restingas .....	19
Rotación intensiva de cultivos .....	20
Cultivos con bajos insumos .....	23
Pasturas con leguminosas .....	26
Cultivos perennes y agroforestales .....	28
Bosques en mosaico con agricultura .....	29
Protección ecológica .....	30
Cultivos sin insumos .....	30
Cría de búfalos .....	30
Recuperación de laderas degradadas .....	31

	<u>Página</u>
Mitos de la Amazonía .....	32
El pulmón del mundo .....	32
Formación de lateritas .....	32
Imposibilidad de agricultura .....	33
Trasplante de tecnología de zonas templadas .....	34
Conclusión .....	35
Citaciones Bibliográficas .....	36
Cuadros .....	42
Figuras .....	62

OPCIONES TECNOLOGICAS PARA EL MANEJO RACIONAL DE SUELOS  
EN LA SELVA PERUANA 1/

P.A. Sánchez 2/ y J.R. Benites 3/

RESUMEN

Investigaciones sistemáticas por más de 12 años en la Selva Peruana indican buenas posibilidades tecnológicas para manejar sus diversos suelos en forma agrónomicamente correcta, económicamente estable y ecológicamente viable. El 50% de la Selva consiste de Ultisoles en pendientes suaves; el 31% de suelos sumamente escarpados no aptos para explotación agropecuaria, el 41% de suelos mal drenados y el 5% (4.1 millones de hectáreas) de suelos de moderada a alta fertilidad, bien drenados y ubicados en topografías suaves. Los factores limitantes son principalmente de orden químico, no físico. Después de clasificar los suelos de acuerdo con su fertilidad y efectuar sistemas de desmonte que no dañen al suelo los sistemas más promisorios son: 1) arroz bajo riego en suelos fértiles; 2) rotación de cultivos continuos con cal y fertilizantes en Ultisoles en áreas con buena infraestructura; 3) sistemas de cultivos con bajos insumos en zonas de difícil acceso; 4) pasturas mejoradas a base de leguminosas tolerantes a la acidez en Ultisoles de pendiente plana a moderada, 5) cultivos perennes y sistemas agroforestales en Ultisoles de pendiente plana a moderada, 8) cultivos sin insumos en barriales y 9) producción en búfalos en bajiales.

La Selva Peruana posee la mitad de los suelos del Perú aptos para cultivos en limpio y la vasta mayoría de suelos aptos para cultivos perennes y producción forestal. Aunque generalmente considerada como un ecosistema frágil, el índice de fragilidad de la Selva (25%) es muy inferior a los de la Costa (74%) y Sierra (64%). Las inundaciones en la Costa y sequía en la Sierra en este año confirman esta triste verdad. Investigaciones efectuadas en la Amazonía destruyeron varios mitos. La Amazonía no es el pulmón del mundo; los suelos no se convierten en laterita; los suelos no se degradan siempre y cuando se use buena tecnología.

Sin tecnología el desarrollo de Selva fracasará en términos agronómicos, económicos y ecológicos; sin embargo, con tecnología e infraestructura, el desarrollo agropecuario de la Selva es factible, puede contribuir significativamente al autoabastecimiento alimentario y al mantenimiento de la mayoría de la Selva en su estado natural, ya que por cada hectárea que se use eficientemente,

- 
- 1/ Contribución del Programa de Suelos Tropicales del Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIPA) y la Universidad Estatal de Carolina del Norte, apoyado por el Proyecto de Administración de Suelos Tropicales (PL480), Proyecto de Investigación, Extensión y Educación (IEE) y el Proyecto TROPSOILS, financiados por la Agencia Internacional para el Desarrollo.
  - 2/ Jefe Técnico Asociado del INIPA, Jefe de la Misión de la Universidad Estatal de Carolina del Norte en el Perú y Coordinador del Programa de Suelos Tropicales NCSU. Apartado 248, Lima 100, Perú.
  - 3/ Jefe del Programa de Suelos Tropicales INIPA-NCSU. Estación Experimental de Yurimaguas, Yurimaguas, Loreto - Perú.

habrá menos necesidad de talar más bosques para producir la cantidad necesaria de alimentos y productos forestales.

## INTRODUCCION

Investigaciones a largo plazo realizadas en la Selva Peruana por varias instituciones han llegado al punto de proporcionar una base científica sobre las características y limitaciones de la región así como desarrollar tecnologías promisorias de como manejar los suelos en forma agronómicamente viable, económicamente rentable y ecológicamente estable. Desde el punto de vista de investigación agroecológica no se puede considerar la Amazonía como una tierra incógnita ya que se ha avanzado bastante en los conocimientos sobre su ecología (Schubart y Salati, 1982), suelos (Cochrane y Sánchez, 1982), cultivos de ciclo corto (Valverde y Bandy, 1982), cultivos perennes (Alvim, 1982), pasturas y ganadería (Toledo y Serrao, 1982), producción forestal (Romero y Romero, 1983) y sistemas agroforestales (Peck, 1982; Hecht, 1982; Valencia, 1982; Bishop, 1982; Denevan et al, 1983).

Sin embargo, se observa que muchos de estos conceptos no han llegado al conocimiento del público en general, ya que la prensa continúa divulgando mitos tales como "la Selva es el pulmón del mundo", "los suelos se convierten en laterita al desmontar el bosque", "la producción agropecuaria es imposible en suelos tan frágiles de la Selva", etc. El propósito de este trabajo es resumir los conocimientos de la investigación en manejo de suelos en la Selva Peruana y ponerlos en perspectiva con las creencias antes mencionadas.

## LA SELVA PERUANA

De un total de 128 millones de hectáreas que comprende el Perú, el 11% del territorio nacional se clasifica como Costa, el 30% como Sierra y el 59% como Selva (Cuadro 1). La Selva se divide en dos grandes zonas ecológicas, con marcadas diferencias en fisiografía, clima, suelos y características de los ríos: Selva Alta y Selva Baja. La Figura 1 muestra la ubicación de ambas así como los puntos más importantes.

La Selva Alta, Ceja de Selva o Ceja de Montaña comprende los últimos valles interandinos con vegetación boscosa tropical, ubicadas entre 2,500 y 500 metros sobre el nivel del mar. La Selva Alta comprende varios valles hasta con cuatro niveles de terrazas, algunos anchos y otros sumamente angostos. La geología es compleja, causando gran variabilidad edáfica dentro de cortas distancias. El régimen de lluvias es también sumamente variable debido a las barreras físicas que la última cordillera oriental presenta al aire húmedo proveniente del Atlántico. La precipitación anual varía desde 600 mm en la zona de bosque espinoso tropical de Jaén-Bagua, hasta más de 8,000 mm en pequeñas áreas encajonadas o pongos. La extensión total de la Selva Alta es de aproximadamente 19 millones de hectáreas (Cuadro 1). Esta cifra representa el 15% de la extensión territorial del Perú, lo que es algo más que la extensión total de la Costa, 14 millones de hectáreas.

La Selva Baja o Llano Amazónico comienza al este de las últimas estribaciones andinas. La elevación es menor de 300 m y está en su mayoría cubierta por espesos bosques y grandes ríos con amplios meandros. Aunque aparentemente uniforme, la Selva Baja presenta importantes diferencias topográficas y edáficas, aunque en menor grado que la Selva Alta. Existen principalmente dos regímenes de lluvias (con o sin una estación seca bien marcada). La Selva Baja ocupa aproximadamente 56.2 millones de hectáreas, o sea el 44% del Perú (Cuadro 1).

### Clima

Algunas características de las localidades más importantes de la Selva peruana se describen en el Cuadro 2. Desde el punto de vista de ecosistemas amazónicos, la Selva Peruana posee tres importantes ecosistemas, cuya característica más importante es la distribución de las lluvias: el Bosque Pluvial,

el Bosque Estacional Semisiempreverde y el Bosque Espinoso (Cochrane y Sánchez, 1982). Su distribución aparece en el Cuadro 3 y los regímenes de humedad en la Figura 2.

El Bosque Pluvial se caracteriza por una estación seca de no más de 3 meses consecutivos. La vegetación natural es típico bosque húmedo tropical. Aproximadamente el 70% de la Selva posee este ecosistema, principalmente el Departamento de Loreto, el Alto Mayo, el Alto Huallaga, Pichis-Palcazu, Satipo-Chanchamayo y La Convención. Un buen indicador de este ecosistema es la producción errática de mangos, cultivo que requiere una estación seca bien definida.

El Bosque Estacional Semisiempreverde se caracteriza por una pronunciada época seca, pero no mayor de 4 meses consecutivos (Cochrane y Sánchez, 1982). Ocupa aproximadamente 22 millones de hectáreas o el 29% de la Selva, principalmente en los Departamentos de Ucayali y Madre de Dios en la Selva Baja, y el ámbito del Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo en el Departamento de San Martín en la Selva Alta. La vegetación natural es de bosque seco tropical en la Selva Alta, pero en la Selva Baja el bosque natural es parecido al bosque húmedo tropical excepto por el mayor tamaño de algunos árboles.

El Bosque Espinoso está limitado a la zona de Jaén y Bagua y pequeñas áreas en el Huallaga Central. Este es un ecosistema árido que solo se considera como "Selva" debido a su ubicación geográfica en el país. En otros países se consideraría como trópico semiarido y en el nordeste de Brasil se le denomina "catinga".

### Suelos

La Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) tiene la responsabilidad del levantamiento de suelos del país y ha dedicado gran parte de su actividad a la caracterización de suelos de la Selva. La Figura 3 indica la ubicación de reconocimientos de suelos en Selva los cuales ya abarcan alrededor de 20 millones de hectáreas, más de una cuarta parte de la Selva. Estudios de imágenes de satélites han permitido extrapolar la información al resto de la Selva, el cual ha sido recientemente publicado por la ONERN (1982). Al nivel sudamericano la información ha sido compilada por Cochrane et al (1981) en CIAT. La siguiente discusión se basa principalmente en estos dos

estudios más generalizados, compilados y modificados por los autores de este trabajo.

Clasificación. De los 10 órdenes de suelos, la Selva Peruana posee 7, cuya extensión se aprecia en el Cuadro 4.

Los Ultisoles, suelos rojos y amarillos de baja fertilidad natural, ocupan aproximadamente las dos terceras partes de la Selva. Estos suelos ocurren principalmente en los terrenos de altura de la Selva Baja, así como en terrazas antiguas y laderas en la Selva Alta. Estos suelos también se denominan como "Acrisoles" y "Podzólicos Rojo Amarillos" en otros sistemas de clasificación.

Le siguen en importancia los suelos jóvenes con muy poca diferenciación en el perfil, denominados Entisoles, los cuales ocupan el 17% de la región. Se incluyen en este grupo suelos aluviales mal drenados (Aquepts) principalmente en las orillas de los ríos; suelos aluviales no inundables (Fluvents), así también como suelos muy jóvenes y poco profundos ubicados en pendientes fuertes (Orthents).

Los Inceptisoles, suelos jóvenes que muestran una diferenciación de horizontes A, B y C, ocupan el 14% de la Selva. Gran parte están ubicadas en aguajales o zonas mal drenadas (Aquepts) y también en zonas escarpadas. Sin embargo, muchos Inceptisoles bien drenados fértiles y ubicados en topografías favorables (Eutropepts) tienen un gran potencial agrícola. Dichos suelos son comunes en los valles de la Selva Alta, especialmente en la Huallaga Central y el Alto Huallaga, los cuales representan un magnífico recurso edáfico. Inceptisoles ácidos bien drenados (Dystropepts) también son comunes en la Selva Alta y representan un gradiente intermedio de fertilidad entre los Eutropepts y los Ultisoles.

Los suelos Alfisolos se asemejan a los Ultisoles pero tienen un menor grado de acidez y son de fertilidad superior. La Selva Peruana posee alrededor de 2.3 millones de hectáreas de estos suelos, ocurren en mezclas con Ultisoles en la margen derecha del Río Ucayali desde Contamana (Ucayali) hasta Iberia en Madre de Dios. También ocurren en parte de la Selva Alta, tales como en Chanchamayo y Satipo. Algunos estudios sugieren que la proporción de Alfisolos es más grande en la Selva Peruana de lo que aquí se indica, pero los trabajos de la ONERN en los Departamentos de Ucayali y Madre de Dios (ONERN, 1972, 1977c, 1978,

1980) indican que dichos suelos no dominan el paisaje.

Los Vertisoles son suelos arcillosos pesados que se agrietan cuando se secan y se hinchan cuando se humedecen. Su fertilidad natural es mediana, pero superior a los Ultisoles. Las áreas más importantes de Vertisoles son las más secas de la Selva Alta: el Huallaga Central y Jaén-Bagua. El total de 400,000 hectáreas de Vertisoles en la Selva representa un recurso edáfico considerable.

Los Molisoles son suelos negros originarios de rocas calcáreas que ocurren en algunas zonas de Selva Alta. Son importantes en Jaén-Bagua y en laderas empinadas en el Alto Huallaga, pero su extensión total se limita a 100,000 has. en topografía plana.

Finalmente, los Espodosoles o Podzoles son suelos sumamente arenosos, ácidos y con tan baja fertilidad natural que no son capaces de soportar un bosque húmedo tropical. Se encuentran principalmente en pequeñas manchas en la Selva Baja, notablemente cerca de Iquitos. Su potencial productivo es sumamente bajo y no se recomienda su uso.

En relación a los tres órdenes restantes, existen en la Selva pequeñas áreas de Histosoles o suelos orgánicos. Hasta el momento no se han clasificado Oxisoles en la Selva Peruana tal vez debido a que carece de materiales originarios muy antiguos, tales como los del Escudo de Guayana y el Escudo Brasileiro más al este. Debido a condiciones climáticas, no se encuentran Aridisoles en la Selva peruana.

Limitaciones. La discusión anterior da someras indicaciones acerca del potencial agropecuario de los suelos de la Selva Peruana. Interpretando dicha información de acuerdo con el sistema de clasificar suelos según su fertilidad, (FCC), elaborado por Buol y colaboradores (Buol et al; 1975, Sánchez et al; 1982) las limitaciones edáficas pueden resumirse tal como lo indica el Cuadro 5.

Puede apreciarse que los factores edáficos más limitantes son de orden químico que físico, siendo los más abundantes la deficiencia de nitrógeno (94%), fósforo (66%), toxicidad de aluminio (65%) y bajas reservas de potasio, magnesio y otros nutrimentos (64%). A estos limitantes le sigue otros de orden físico: alta erodibilidad, debido principalmente a pendientes escarpadas (31%),

sequía por más de 3 meses consecutivos (27%), mal drenaje y peligro de inundación (13%), y poca profundidad hasta la roca madre (11%).

Dos importantes limitaciones químicas típicas de los trópicos se manifiestan en una proporción relativamente baja: solo el 30% del área sufre de una baja capacidad de intercambio cationico, lo cual favorece la lixiviación de los elementos; solo el 25% de la Selva peruana posee una capacidad relativamente alta de fijar fertilizantes fosfatados en forma poco disponible. De todas maneras ambas limitaciones ocurren en más de 20 millones de hectáreas en la Selva Peruana.

Las limitaciones indicadas en el Cuadro 5 son bastante groseras. Es importante delimitarlas en forma más precisa en zonas de alta prioridad que dispongan de levantamientos detallados de suelos.

El Cuadro 6 agrupa la información edáfica en términos interpretativos considerando suelos y topografía. La mitad de la Selva consiste de suelos ácidos, bien drenados, de baja fertilidad natural ubicados en topografías que varían de planas a onduladas. Los Ultisoles son los suelos predominantes. No se incluye en este grupo Ultisoles mal drenados o aquellos que ocurren en topografías escarpadas.

El segundo grupo de suelos consiste en aquellos ubicados en fuertes pendientes, las cuales limita el uso racional agropecuario. Este grupo ocupa el 31% de la Selva. Los suelos en si varían de baja a alta fertilidad natural (Entisoles, Inceptisoles, Ultisoles y Alfisoles), siendo la pendiente el factor más importante. La mayoría de estos suelos deben de permanecer en su estado natural.

El tercer grupo lo forman los suelos mal drenados, ubicados a lo largo de los ríos o en aguajales. Comprenden un total de 10 millones de hectáreas o el 14% de la Selva. Muchos de ellos se dedican a cultivos de barrial y otros tienen potencial para cultivo de arroz en pozas.

El cuarto grupo consiste en suelos bien drenados, en topografías planas a suavemente onduladas de mediana a alta fertilidad natural, clasificados como Alfisoles, Vertisoles y algunos Inceptisoles y Entisoles. Aunque solo ocupan

el 5% de la Selva, estas 4.1 millones de hectáreas que combinan buena fertilidad natural con buena topografía representa la primera prioridad en el desarrollo agropecuario. Dichos suelos se encuentran principalmente en la parte plana de algunos valles de la Selva Alta.

#### Capacidad de Uso de Tierras

La Selva constituye el reservorio más importante de la ampliación de la frontera agrícola del país. Según el sistema de "Capacidad de Uso Mayor de Tierras" de la ONERN (1982), la Selva posee 2.4 millones de hectáreas aptas para cultivos anuales en limpio, 2.2 millones de hectáreas aptas para cultivos perennes y 5.7 millones de hectáreas aptas para pastos (Cuadro 7). Estas cifras reflejan que la Selva posee el 49% del área para cultivos anuales del Perú, el 81% de los suelos aptos para cultivos perennes y el 32% del potencial de pastos del Perú. Según la ONERN, por lo tanto, existe un total de 10.3 millones de hectáreas de potencial agropecuario en la Selva, en un país que actualmente trabaja solo 2.5 millones de hectáreas en cultivos anuales y perennes y 17.1 millones de hectáreas en pastoreo. Además la Selva incluye el 95% de los bosques aptos para producción forestal en el Perú y solamente el 35% de las áreas de protección ecológica, las cuales no se consideran aptas para agricultura, ganadería o producción forestal.

El Cuadro 8 resume el hectareaje por capacidad de uso en las principales regiones de la Selva Alta y Baja. Existe algunas discrepancias entre los totales de este cuadro y el anterior debido al uso de diferentes fuentes de información. El Cuadro 8 indica los potenciales para cultivos en limpio (800,000 hectáreas en Selva Alta y 1,565,000 hectáreas en Selva Baja); cultivos perennes (466,000 has. en Selva Alta y 1,497,000 hectáreas en Selva Baja) y pasturas (1.7 millones de hectáreas en Selva Alta y 4.8 millones de hectáreas en Selva Baja). Aunque más del 90% de tierras aptas para bosques de producción está en la Selva Baja, es interesante notar que el área necesaria para protección ecológica es mayor en la Selva Alta (9.8 millones de hectáreas) que en la Selva Baja (6.5 millones de hectáreas).

El sistema de capacidad de uso de la ONERN se basa en varios conceptos claves: cultivos anuales involucran arado; el nivel de insumos se basa en técnicas

accesibles a los agricultores del lugar, los suelos ácidos no se consideran aptos para cultivos; los cultivos perennes exigen mejores suelos que los pastos, etc. Dichos conceptos podrían perfeccionarse en coordinación con nueva tecnología de manejo de suelos de Selva, tales como labranza mínima, uso de variedades tolerantes a la acidez de suelos, nuevas especies de pastos, asimismo con la mejor infraestructura y comercialización proveniente de Proyectos Especiales, los cuales facilitarán la accesibilidad de insumos y la salida de los productos. Sin embargo, la información indicada en los Cuadros 7 y 8 demuestran la existencia de grandes cantidades de tierras que pueden incrementar varias veces el área agrícola en el país.

#### Fragilidad del Ecosistema

El porcentaje del área clasificada por la ONERN como "área de protección" en una región dada, puede considerarse como un índice de su fragilidad. Los datos en Cuadro 9 proveen los siguientes índices de fragilidad: Costa, 74%; Sierra, 64%; y Selva, 25%. El porcentaje más alto de áreas de protección en la Costa y Sierra se debe a la ausencia de una cubierta vegetal capaz de proteger al suelo contra la erosividad de las lluvias, así como a la alta erodibilidad de sus suelos debido a la pendiente y la estructura débil del suelo. Los suelos áridos y semiáridos que predominan tanto en Costa como en Sierra, tienen generalmente baja estabilidad de sus agregados debido a un bajo contenido de materiales que cementan las partículas de arcilla tales como materia orgánica e hidróxidos de fierro y aluminio.

El índice de fragilidad así definido es más elevado en la Selva Alta (57%) que en la Selva Baja (12%) según los datos del Cuadro 8. Esto se debe principalmente a las pendientes más fuertes que ocurren en la Selva Alta.

#### Producción Agropecuaria

La producción agraria actual en la Selva es baja debido principalmente a la falta de infraestructura y a la falta de una tecnología adecuada. La mayoría del área se cultiva bajo el sistema de rozo-tumba-quema en la que el agricultor usa el terreno por 1 o 2 años y después lo convierte en purma (bosque secundario o barbecho) lo cual permite la recuperación del suelo y el control de malezas. Debido a los fuertes aumentos demográficos en las principales ciudades, existe

una presión por tierra en proporción inversa a distancia de dichas localidades, lo cual impide el descanso de purmas por un suficiente período (12-20 años), llevando a la degeneración del sistema de agricultura migratoria (Sánchez, 1976). Los principales cultivos producto de la agricultura migratoria son: arroz de secano, maíz, yuca, plátano y leguminosas de grano. Cultivos perennes se limitan principalmente a huertos familiares excepto plantaciones comerciales de palma africana en Tánanta y fincas cafetaleras, cítricas y de papayas en Chanchamayo. El hectareaje en pastos es relativamente bajo (300,000 has) y la gran mayoría consta de pastos degradados dominados por la asociación llamada "torourco" (Paspallum conjugatum y Axonopus compressus). El sistema de cultivos en barriales, (depósitos aluviales limosos producto de la bajada de los grandes ríos de la Selva Baja) continúa abasteciendo a ciudades como Iquitos y Pucallpa de considerables cantidades de arroz, maíz y frijoles. Este sistema es altamente riesgoso debido a que subidas rápidas de los ríos se lleva el barrial de la noche a la mañana.

#### Presión Demográfica

El desarrollo de la Carretera Marginal y el hambre por nuevas tierras ha resultado en una gran migración de colonos hacia la Selva. Dichas migraciones y el apoyo de Proyectos Especiales en áreas favorecidas han resultado en un aumento significativo de producción de alimentos con la introducción del cultivo de arroz bajo riego en la Selva Norte, aumento de áreas maiceras, y desarrollo de agroindustrias capaces de impulsar la producción de otros cultivos, tales como algodón y tabaco. La mayoría de los nuevos colonos tratan de extrapolar sus experiencias de Costa o Sierra al nuevo medio, a veces con resultados muy positivos, pero en muchos casos revirtiendo al sistema de agricultura migratoria.

El Cuadro 10 resume el uso de tierra en el Perú con los datos disponibles más recientes; es interesante compararlos con la capacidad de uso de la ONERN. Asumiendo que los totales no han variado significativamente, podemos observar comparando los Cuadros 7 y 10 que, de un área de 4.6 millones de hectáreas con capacidad para cultivos en limpio y perennes, en Selva solo se utilizan 0.5 millones de hectáreas. En pastos, solo están en producción 0.3 millones, o el 6%.

Finalmente, de 46.4 millones de hectáreas aptas para bosques en producción solo se utilizan 1.3 millones, o sea el 3% (Cuadro 11).

En comparación, la Sierra tiene una tasa de utilización de 108% en cultivos anuales y perennes, y 135% en pastos, lo cual indica la excesiva presión demográfica la cual ha causado que se exceda la capacidad del uso con un posible deterioro del ecosistema. En la Costa, el Cuadro 11 indica un porcentaje de capacidad de 39% para cultivos y 31% para pastos, debido a la necesidad de aumentar la cobertura de sistemas de riego a un alto costo. No queda duda, por lo tanto, acerca de la necesidad de utilizar la Selva para aumentar la producción agropecuaria y forestal del país.

#### ESTRATEGIA

Los factores limitantes para el desarrollo racional agrario de la Selva pueden resumirse en los siguientes puntos: 1) Insuficiente conocimiento de tecnologías de manejo de suelos y sistemas de producción para los diferentes ecosistemas selváticos. 2) Insuficiente transferencia de la tecnología ya disponible a los productores en forma masiva. 3) Limitada infraestructura vial, crediticia, de insumos y de comercialización y políticas que apoyen el desarrollo tecnológico y 4) Necesidad de estrechar la comunicación y la colaboración entre las entidades de investigación y promoción agraria tanto a nivel nacional como al nivel amazónico. Es importante recalcar la pobreza en que viven la mayoría de los agricultores en la Selva y los altos costos de transporte hacia los mercados urbanos.

El Gobierno Peruano esta invirtiendo recursos muy considerables (US\$500 millones en 5 años) en el desarrollo de zonas claves de la Selva mediante Proyectos Especiales de caracter integral los cuales incluyen infraestructura vial, créditos, desarrollo de mercados, agroindustria y otros servicios. Ejemplos de dichos proyectos han sido descritos por Del Aguila (1983) y Cornejo (1983). El Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agraria (INIPA), la entidad responsable de la investigación y extensión agropecuaria en el país, ejecuta el desarrollo y transferencia de tecnología en colaboración con los Proyectos Especiales y otras entidades.

## POSICIONES TOPOGRAFICAS Y OPCIONES TECNOLOGICAS

El INIPA en colaboración con la Universidad Estatal de Carolina del Norte lleva ejecutando un Proyecto de Suelos Tropicales con sede en Yurimaguas desde 1972. Los resultados de esta investigación, así como de una red de ensayos de validación de tecnología en otras localidades de la Selva Peruana, y en ecosistemas similares en otros países tales como Brasil e Indonesia han sido reportados periódicamente (Sánchez et al; 1974, Sánchez 1977; Sanchez et al; 1982, Valverde y Bandy 1982; Bandy y Sánchez 1982; Nicholaidis et al; 1983, Benites et al; 1983). Los trabajos indican que no existe una, sino varias alternativas promisorias de manejo de suelos a la actual práctica de agricultura migratoria en desequilibrio. El uso de cada opción depende del tipo de suelo, pendiente, infraestructura vial y crediticia.

La Figura 4 ilustra diez diferentes posibilidades tecnológicas y su ubicación dentro de un modelo generalizado de suelos y posiciones topográficas en la Selva. Aunque no todos los componentes que aparecen en este modelo existen en todos los paisajes de la Selva, este modelo incluye los paisajes más importantes. Un punto importante no indicado en el modelo es el nivel de infraestructura presente. Algunas posibilidades tecnológicas son solo factibles si se cuenta con vías de comunicación y sistema de mercadeo. A continuación se describen las posibilidades tecnológicas para cada combinación de suelo y posición topográfica, comenzando desde el río.

La Figura 4 incluye tres tipos de terrazas aluviales o planicies de inundación: bajiales, restingas y barriales. Estas unidades fisiográficas son muy importantes debido a que poseen suelos generalmente de alta fertilidad natural y muchos asentamientos rurales. El factor limitante más importante es el peligro de inundación debido a la crecida de los ríos, lo cual puede ocurrir sorpresivamente. En otros países se conoce a los bajiales como "várzeas bajas" o "vegas bajas" y a las restingas como "várzeas altas" o "vegas".

### Bajiales

En la orilla de erosión, la primera terraza se denomina "bajial" y consiste de un dique seguido de una hondonada. Los bajiales normalmente están inundados durante parte del año y son inmediatamente afectados por crecidas de los

ríos. Aunque los suelos son generalmente fértiles, no se presentan buenas posibilidades tecnológicas. Se recomienda su protección ecológica, con énfasis en la reforestación de los primeros 50 metros de la orilla o la protección de la vegetación arbórea actual para amortiguar la acción erosiva del río. Esta estrategia está siendo implementada con éxito en las márgenes del río Pichis por el Proyecto Especial Pichis-Palcazu (Del Aguila, 1983).

En bajiales donde las épocas de inundación son predecibles se pueden sembrar cultivos de ciclo corto sin uso de insumos, ya que no es conveniente hacer inversiones de capital en terrazas inundables. Otra opción es la crianza de búfalos en bajiales, sembrándolos de gramíneas tolerantes a la inundación como el gramalote o pasto pará (Brachiaria mutica) u otras especies. Es importante recalcar que los búfalos deben de ser trasladados a topografías más altas cuando los bajiales se inundan, ya sea a restingas o terrenos de altura en donde debe tenerse pasturas listas para su consumo.

#### Barriales

Los barriales son depósitos que aparecen en las playas de los grandes ríos de la Selva Baja (Amazonas, Bajo Ucayali, Bajo Marañón y Bajo Huallaga) durante la época de estiaje. Son los suelos más jóvenes del mundo, ya que se forman cada año. Su textura varía de arenosa a limosa, prefiriéndose las anteriores para cultivos como maní y las más pesadas para arroz de secano. Los barriales son suelos de alta fertilidad natural y carecen de semillas de malezas. El problema principal es el alto riesgo de perder las cosechas por una subida del río. Debido a que el sistema de barrial no ha sido estudiado sistemáticamente, se recomienda la continuación del sistema tradicional sin insumos monetarios, haciendo énfasis en variedades muy precoces para facilitar el escape a las inundaciones. Debido a que la mayoría de estos suelos presentan condiciones pantanosas, la ganadería no es factible.

#### Restingas

Esta posición topográfica comprende terrazas aluviales suficientemente altas para que no sean inundadas por lo menos 9 de cada 10 años. Las restingas generalmente son terrazas angostas, pero se presentan como terrazas aluviales anchas en valles de la Selva Alta como en el Sisa presentan el mayor número de posibilidades tecnológicas, tal como lo ilustra la Figura 3. La más

promisoria es el cultivo de arroz inundado en pozas con riego suplementario. También es factible la rotación de cultivos anuales con alta tecnología. En lugares con infraestructura deficiente se pueden practicar cultivos con bajos insumos ya que existen en esos casos grandes dificultades de mercadeo. Las restingas altas también son aptas para cultivos perennes y agroforestales, especialmente aquellos que son susceptibles a la acidéz del suelo, como el cacao. La producción forestal y las pasturas son factibles, pero las otras posibilidades tecnológicas tales como arroz bajo riego, rotación de cultivos intensivos y cultivos perennes tienen la ventaja comparativa. Debido a que estos son los mejores suelos, deben de ser explotados al máximo. Su hectareaje total es de 4.1 millones de hectáreas.

#### Terrazas Altas

Este término incluye el dominio de suelos ácidos, principalmente Ultisoles y Distropepts, ya sea en terrazas altas, con pendientes de plana hasta un 8% y colinas bajas con pendientes menores de un 30%. Los suelos ácidos con baja fertilidad natural, bien drenados y con pendientes de 0 - 8% ocupan 38 millones de hectareas (Cuadro 6). Las posibilidades tecnológicas incluyen la rotación de cultivos intensivos; cultivos con bajos insumos, pasturas con leguminosas, cultivos perennes, agroforestales, y bosques en mosaicos con agricultura. La opción de rotación de cultivos manejados intensamente con aplicaciones considerables de fertilizantes y cal se limita a aquellas zonas con buena infraestructura vial y accesibilidad a insumos y mercados para la compra de los productos. La opción de producción de cultivos con bajos insumos es para el caso opuesto: donde la infraestructura está limitada.

#### Colinas

Una alta proporción de la Selva Baja consiste en topografía de colinas. Gran parte de las áreas con pendientes menor de 8% ocurren dentro de este paisaje. Por lo tanto es necesario separar estas pendientes de las más fuertes. Para pendientes de 15 a 30% la opción de cultivos anuales no es recomendable a menos que se use una alta tecnología de conservación de suelos. Las mejores opciones son el uso forestal, las pasturas a base de leguminosas y cultivos perennes o agroforestales. Debido a que muchas de estas pendientes están actualmente trabajadas para cultivos anuales por agricultores migratorios, un trabajo adicional es la recuperación de laderas ya erosionadas, ya sea por agricultura migratoria en desequilibrio, por el sobrepastoreo o por el cultivo de la coca en el Alto Huallaga.

La Figura 4 indica la conveniencia de mantener bosques en forma de mosaicos o matriz dentro del cual se desmontan terrenos para agricultura o ganadería permanente. Este sistema de mosaico es preferible al desmonte total de grandes áreas lo cual puede llevar a cambios en la cantidad de vapor de agua en la atmósfera (Schubart y Salati, 1982). Además, la eliminación casi total de bosques en zonas selváticas de países vecinos resulta en problemas de mantenimiento de producción en escala muy grande. Para la Selva Peruana es más deseable utilizar el modelo del Sureste de los Estados Unidos en donde el 70% del área se mantiene en bosque (principalmente secundario) y dentro de lo cual agricultores y ganaderos cultivan terrenos individuales de un tamaño que varía de 5 a 100 hectáreas. El hecho que este sistema funciona bien en suelos Ultisoles en el Sureste norteamericano, sugiere una factibilidad similar en un ecosistema con suelos similares y vegetación boscosa natural, donde se practicó la agricultura migratoria hasta hace pocas décadas (Sánchez y Buol, 1975).

#### Aguajales

Los aguajales son pantanos naturales cubiertos principalmente de un tupido bosque de la palmera aguaje (Mauritia flexiosa). Aunque el potencial productivo de esta palma es promisorio (ONERN, 1977b), el desmonte de aguajales para agricultura no es recomendable ya que no se tiene suficiente conocimiento sobre su manejo. Además los aguajales son ricos depositarios de fauna amazónica, especialmente boas y peces. Por lo tanto la opción para este paisaje es su protección.

#### Montañas y Areas Escarpadas

En esta unidad se incluyen pendientes mayores de 30%, con una gama variable de suelos. Con excepción a cultivos perennes de café y cacao siempre protegidos por sombras de plátano o árboles leguminosos, no se recomienda otro uso. Sin embargo existe una actividad agrícola considerable en pendientes de este tipo, principalmente en los flancos occidentales de la Selva Alta. Esto se debe al ser estos puntos los primeros con quienes nuevos migrantes de la Sierra encuentran posibilidades de asentamiento, ya que las topografías mas planas normalmente estan ocupadas. Además la expansión del cultivo de la coca ocurre en estos suelos ya que aparentemente este cultivo prospera en climas frescos, con pendientes muy pronunciadas.

Cultivos en limpio en tales pendientes sin métodos de conservación de suelos, invariablemente resultan a la erosión de la capa arable. Las posibilidades tecnológicas se concentran en regenerar estas pendientes degradadas. Una opción es construir terrazas en curvas de nivel, tal como es común en ecosistemas similares en Asia. El Proyecto Especial Alto Huallaga, en colaboración con el INIPA, la Universidad Agraria de la Selva y el Proyecto de Suelos Tropicales está estudiando esta opción en un Ultisol de pendiente mayor de 100% el cual fue fuertemente degradado por el cultivo de coca y abandonado. Otra opción de menor costo es la regeneración del suelo sembrando leguminosas forrajeras, las cuales cubren el suelo rápidamente. Después de lograr cubrir el suelo con una capa vegetal protectora, se procede a sembrar árboles que producen con un alto valor unitario de su producto (Benites, 1983).

## TECNOLOGIAS DISPONIBLES

### Sistemas de Desmonte

El desmonte manual, (rozo, tumba, picacheo y quema) es superior al desmonte con bulldozer en Ultisoles debido a que 1) la quema proporciona una cantidad importante de nutrientes, 2) que el bulldozer equipado con lámina común compacta al suelo y al subsuelo y 3) que el bulldozer acarrea grandes cantidades de la capa arable y las deposita fuera del terreno (Seubert et al, 1977; Alegre et al, 1982). No solamente el desmonte con bulldozer común daña al suelo, sino también causa una merma de rendimientos considerables. En Yurimaguas, los rendimientos de arroz de secano, maíz, yuca y otros cultivos sufrieron una reducción promedio de 50% en relación a los obtenidos con el sistema tradicional de rozo, tumba y quema (Seubert et al, 1977). Además se ha comprobado que la compactación en el subsuelo causado por el bulldozer se mantiene por más de 7 años después del desmonte (Alegre et al, 1982).

La compactación causada por este tipo de desmonte mecanizado es sin embargo favorable para el cultivo de arroz bajo riego, ya que reducirá pérdidas de agua. Sin embargo, el posible acarreo de la capa arable puede bajar la productividad del suelo aún para arroz inundado.

En algunos casos el desmonte manual no es factible debido a la falta de mano de obra o a la urgencia del proyecto. En estos casos, estudios en Yurimaguas y en Africa demuestran que el uso de bulldozer con lámina flotante tipo "KG" minimiza la compactación y el acarreo de tierra ya que esta lámina corta los árboles a ras del suelo. La comparación de los diferentes sistemas de desmonte indica aún la superioridad del desmonte anual, pero se nota que el desmonte con lámina KG se aproxima a este cuando es seguido de quema y una pasada de arado de discos pesado (Cuadro 12). Existen también otros métodos de desmonte mecanizado (Toledo y Serrão 1982; Lal 1982) pero ninguno de ellos se acerca al desmonte manual o al mecanizado con la lámina KG. Otra opción descartada por la investigación es el desmonte parcial del bosque, manteniendo áreas de sombra intercaladas con área de sol. Estudios en Brasil demuestra que la inoperación de esta alternativa ya sea por cultivos, pasturas o plantaciones forestales.

Después de desmontar correctamente el terreno escogido, se pueden proceder a las diferentes opciones para la combinación correcta de suelo, posición

topográfica y desarrollo de infraestructura. A continuación se resumen las bases técnicas de las diferentes opciones.

### 1. Arroz bajo Riego en Restingas

La opción mas atractiva actual es el cultivo de arroz bajo riego en restingas u otras zonas con suelos de moderada a alta fertilidad pero no inundables. Existe alrededor de 13,000 has actualmente en el Alto Mayo, Huallaga Central, Tarma y el Alto Huallaga, con capacidad de producir dos cosechas al año con un promedio de 5 ton/ha cada una al nivel de agricultor. Aumentar el hectareaje de esta opción a 100,000 has en 5 años es la primera prioridad del Programa Nacional de Arroz del INIPA (INIPA 1983). Este aumento asegurará el autoabastecimiento estable de arroz en el Perú, y como se ha mencionado anteriormente, existen alrededor de 4 millones de hectareas de suelos fértiles y planos para la expansión del arroz bajo riego en Selva. Expansiones de áreas superiores a las 100,000 hectareas permitirán el traspaso gradual de la mayoría de la producción de arroz de la Costa a la Selva, y por lo tanto, permitir el uso de otros cultivos más eficientes en utilizar el factor limitante principal de la Costa: el agua de riego.

Existen importantes diferencias en el manejo de arroz bajo riego entre la Costa y la Selva. Las variedades son totalmente diferentes, aunque se mantiene el tipo de planta baja es necesario combinarlo con una tolerancia al quemado causando por Pyricularia oryzae. Dentro de miles de líneas probadas por el Programa Nacional de Arroz en el Alto Mayo, son muy pocas las que reúnen un buen tipo de planta, capacidad de alto rendimiento, calidad de grano con tolerancia al quemado. Las mejores en el momento son CICA-8 y PNA 221 (Huarangopampa).

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

El Cuadro 13 ilustra las alternativas de preparación de suelo y método de siembra en una restinga en Yurimaguas. Puede observarse 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 con menos problemas de nivelación. Aunque el trasplante sigue produciendo rendimientos superiores, la diferencia tal vez no se justifique económicamente debido al costo de mano de obra. Las labores de siembra hasta la cosecha en el sistema de trasplante incluyendo almacigos requiere un promedio de 30 jornales/ha., mientras que la siembra directa al voleo requiere 3 jornales/ha (Pulver 1983). La mecanización de la cosecha, trilla y transporte reduciría los jornales por hectárea de 20 a 2.

Es común pensar que las lluvias en la Selva pueden proporcionar todos los requerimientos de agua del cultivo de arroz en pozas. El Cuadro 14 indica que aún en una zona con 2100 mm de precipitación anual, el riego suplementario bombeado del río, aumentan los rendimientos en un promedio de 40% en Yurimaguas, y los mantiene mucho más estables. Estas diferencias pueden ser mayores en zonas menos lluviosas, especialmente durante la estación seca en el ecosistema de Bosque Estacionario Semisiempreverde (Figura 2) en donde se puede aprovechar la alta radiación solar durante la época seca.

Otra diferencia importante entre Costa y Selva es el menor requerimiento de nitrógeno en la Selva debido a que los suelos de restinga tienen mayor capacidad de suministrar nitrógeno que los suelos de la Costa. Además es perfectamente factible producir dos ó dos cosechas y media al año (5 cosechas en dos años) ya que no existen limitaciones de temperatura o agua. 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.

## 2. Rotación Intensiva de Cultivos

Esta opción se aplica para restingas 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; arroz-maíz-soya, o maíz intercalado con muchos otros cultivos. Las necesidades de abonamiento 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 un 6 - 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 seco-maíz-soya y arroz-maní-soya se llevan experimentando desde hace 10 años con alrededor de 30 cultivos consecutivos ya cosechados.

La Figura 5 muestra los promedios de rendimiento a largo término de 88 cosechas de estos 4 cultivos, con o sin adecuada fertilización durante los últimos ocho años. El arroz de seco y los cultivos de soya y maní son excelentes, pero la producción de maíz es moderada. La Figura 5 también indica una estabilidad en la producción en los cuatro cultivos.

Estos 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 4 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 cosechando cultivos anuales continuamente. La dinámica de los nutrientes fue seguida cuidadosamente durante 8 años (Villachica 1978, Sánchez *et al* 1983). Esto suministró 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 fue preciso por lo menos siete años para estimar los requerimientos de una producción estable.

Las necesidades de fertilizante 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, el esquema responsable para la producción de altos rendimientos se obtiene como muestra en el Cuadro 15. Como todas las buenas recomendaciones de fertilizantes, estas son específicas 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 14 desarrollado después de 8 años de cultivo, da indicación del nivel de insumos requeridos para una producción de cultivos continuos en los

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

Efectos en las propiedades del suelo. El peligro de la degradación del suelo bajo cultivo continuo en los trópicos húmedos es de común preocupación en la literatura. Nuestros resultados, sin embargo indican justamente lo contrario; las propiedades del suelo mejoran con el buen manejo. El Cuadro 16 muestra que después de 20 cultivos consecutivos, el pH de la capa superior del suelo aumenta desde muy ácido (4.0) antes del desmonte hasta un nivel favorable de 5.7. El contenido de materia orgánica decrece en un 27%; la mayor parte de esta disminución ocurre 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 fertilizantes potásico aplicado, lo que sugiere una rápida utilización por los cultivos y quizás pérdidas por lixiviación. 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 de un nivel crítico por debajo de 10 ppm hasta cifras sustancialmente superiores. La misma tendencia ocurrió con los micronutrientes zinc y cobre. Por lo tanto, estos cambios son indicativos de un mejoramiento en las propiedades químicas de la superficie del suelo.

Hasta ahora no se han detectado cambios desfavorables en las propiedades físicas de los suelos, debido al efecto protector contra el impacto de las lluvias de las 3 cosechas anuales bien fertilizadas. No obstante que los residuos de las cosechas se dejan en el campo hasta que las parcelas experimentales son nuevamente laboradas para prepararlas para las próximas siembras, el suelo se expone por un período superior a 20 días hasta cuando se establece la cobertura del cultivo. Se han observado pérdidas ocasionales por escorrentía pero no se consideran de magnitud suficiente para afectar las cosechas durante 8 años; 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 infértiles de los Oxisoles y Ultisoles, actúan frecuentemente como una barrera química para el desarrollo de las raíces. Las raíces de los cultivos son incapaces de penetrar al 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. Hemos observado que las propiedades químicas del subsuelo mejoran con el tiempo en el sistema de manejo intensivo. La Figura 6 muestra aumentos significativos en calcio, magnesio y en la capacidad de cambio en capas de 15 a 45 cm de profundidad, así como un decrecimiento en la saturación de aluminio. La utilización del esquema de fertilización y cal promovió el movimiento descendente de los cationes básicos, lo cual condujo 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.

Implicaciones Económicas. El análisis económico realizado con los resultados de las parcelas experimentales y con los ensayos en campos de agricultores, indica que el sistema de producción de tres cosechas por año es económicamente viable dentro de una amplia variación de precio de las cosechas y los fertilizantes, niveles de capital y composición de la fuerza laboral familiar. Cuando se asumió que solamente se utilizó en la chacra típica la mano de obra familiar, y que el agricultor prestó alrededor de US\$ 150 al Banco Agrario, y considerando los precios mundiales del mercado de fertilizantes más su transporte terrestre desde Lima, los ingresos familiares anuales aumentaron cuatro veces del actual promedio de US\$ 750 a alrededor de \$3,000 explotando 1.5 has bajo cultivos continuos. También se encontró muy favorecido el valor marginal del producto del capital; el precio del capital fue de 0.18 por dolar mientras los precios marginales variaron de \$1.29 a \$4.85 por dolar del capital prestado, el que se utilizó principalmente para comprar fertilizantes (Hernández y Coutu, 1981).

### 3. Cultivos con Bajos Insumos

La opción anterior pese a sus ventajas agronómicas y económicas, es solo factible en aquellas regiones de la Selva que posean suficiente infraestructura

vial, de mercado y de crédito para que agricultores puedan comprar fertilizantes y cal, así como poder vender el producto de tres cosechas anuales. En el Perú esta opción parece más aplicable a las zonas del Alto Huallaga, Huallaga Central y Alto Mayo donde dichas condiciones son más aparentes.

En áreas donde la infraestructura vial y crediticia no reúne estas condiciones, la tercera opción tecnológica consiste en cultivos de ciclo corto con bajos insumos. Según lo indica la Figura 4 esta opción es recomendable para suelos ácidos con pendientes menores de 8% así como para restingas con suelos más fértiles, aunque de preferencia este último componente del paisaje puede ser utilizado más intensivamente con el cultivo de arroz bajo riego.

El sistema de cultivos 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". Estudios en Yurimaguas demuestran que esta opción se basa en tres componentes claves: 1) seleccionar variedades tolerantes a la acidez del suelo, para eliminar la cal; 2) sistema de labranza que permita el retorno de los residuos de la cosecha para reciclar los nutrientes y 3) el uso de purmas o barbechos mejorados para acelerar la restauración del suelo en descanso. Este último factor refleja el hecho de que no aparenta ser 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 transicional entre la agricultura migratoria y agricultura permanente.

Se han estudiado un gran número de variedades de los 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 solo existen variedades de arroz y de caupí que son tolerantes a la acidez del suelo y que poseen otras características favorables tales como alto potencial de rendimiento, calidad de grano y tolerancia a enfermedades (Piha y Nicholaidis, 1981). La búsqueda de variedades tolerantes de maíz, soya, maní, camote y otras especies continúa sin resultados contundentes hasta la fecha.

Un sistema promisorio es el siguiente. El agricultor desmonta su chacra en forma tradicional, adicionando solamente la eliminación de troncos y ramas no quemadas, para la venta como leña o para hacer carbón. Los tocones quedan en el campo. Después de las primeras lluvias que ayudan a incorporar las

cerizas se siembra una variedad de arroz de estatura media y tolerante al aluminio como el "Africano Desconocido", a un distanciamiento controlado de 30 x 50 cm durante los meses de Setiembre a Octubre. No se aplica fertilizantes ya que las cenizas aumentan el nivel de fertilidad y solo 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 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 Vita -7, con tacarpo, a un distanciamiento de 30 x 50 cm. Dicho cultivo cubre el suelo durante los meses más secos (Julio - Agosto) y al cosechar las vainas se requiere la devolución del material verde al suelo. No se aplican fertilizantes al caupí. De esta manera se pueden cosechar hasta 3 cosechas al año en ecosistemas de bosque pluvial, o dos (arroz y caupí) en ecosistemas de bosque estacional.

Este sistema puede durar 1 ó 2 años según la fertilidad inicial del suelo y de la cantidad de ceniza producida durante la quema. Su uso durante un segundo año probablemente incluye aplicaciones de potasio, magnesio y fósforo. Los niveles de fertilización necesarias varían en diferentes suelos y cultivos.

El Cuadro 17 indica la productividad potencial de este sistema al nivel de experimento en Yurimaguas. En un año se cosecharon dos siembras de arroz y una de caupí, produciendo 6.5 ton/ha de arroz y 1.9 ton/ha de caupí en un suelo de pH 4.5, 1.95 meq Al/100g, y 53% de saturación de aluminio, medidos después de la quema (Gichuru y Sánchez, 1983).

Debido a la pérdida de fertilidad y al aumento de malezas con el tiempo, el cultivo continuo con bajos insumos solo se puede considerar como un esfuerzo pionero, utilizándose el suelo de forma casi tradicional mientras que los tocones se descomponen. Es necesario considerar las diferentes opciones para una agricultura permanente. La Figura 7 ilustra cuatro de ellas.

Una es establecer pasturas de gramíneas y leguminosas que también operan con bajos insumos. 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

pasturas dentro de este cultivo.

Otra opción es establecer un cultivo perenne tal como el pijuayo (Guilielma gasipaes), eventualmente con una cobertura de leguminosas forrajeras. Plantones de pijuayo pueden ser sembrados durante el segundo o tercer cultivo de ciclo corto a un distanciamiento de 2 x 3 m.

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 phaseoloides) 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). Sin embargo estos estudios no indican las razones por las cuales este mecanismo funciona ya que no se observó un reciclaje significativo de nutrientes. La purma de kudzu tiene además las ventajas de poder ser eliminada fácilmente por medio de la quema; además puede usarse como "banco de proteína" para ganado en rotación con otros potreros, como fuente de producción de semillas de kudzu y como fuente potencial de harina de hojas de kudzu como componente en alimentos balanceados para aves. Se están investigando actualmente otras leguminosas como "pumas mejoradas" incluyendo Desmodium ovalifolium, Centrosema híbrido, y Cajanus cajan.

#### 4. Pasturas 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, la gran mayoría consistiendo en pasturas degradadas dominada por un complejo de gramíneas llamada "torourco" (Paspallum conjugatum y Axonopus compressus). El establecimiento de pasturas se hace normalmente dentro del primer cultivo de arroz o maíz después de tumbar el bosque (Toledo y Morales, 1979). Tradicionalmente se han sembrado gramíneas pobremente adaptadas a suelos ácidos tales como el pasto jaragua (Hyparrhenia rufa) o el pasto castilla (Panicum maximum), sin leguminosas ni abonamiento. A medida que el efecto de las cenizas disminuye, las gramíneas comienzan a desaparecer, aumentando además la presión de pastoreo ya que la carga de animales por hectárea se mantiene relativamente constante. Dicha práctica resulta en la desaparición de la gramínea sembrada, y al enpurnamiento por árboles o a una pradera de torourco. Las praderas de torourco bien manejadas pueden producir un aumento de 100 kg/ha/año de

peso vivo con una carga entre 0.5 y 1.0 animales por hectárea. Cuando la presión de pastoreo excede los límites de la pastura degradada, aparecen áreas sin cubierta vegetal las cuales son compactadas por los animales y pueden convertirse en trillizos donde el agua escurre y eventualmente en grietas al iniciar un proceso de erosión acelerada.

La cuarta opción tecnológica ofrece una solución a este problema en suelos ácidos ya sean planos u ondulados (Figura 4). Se basa en la mezcla de ecotipos de gramíneas y leguminosas tolerantes a suelos ácidos, así como a las enfermedades y plagas más importantes. Estudios efectuados por el INIPA e IVITA en colaboración con el Programa de Pastos Tropicales del CIAT y entidades locales en Pucallpa, Tarapoto, Yurimaguas, Alto Mayo, Tingo María, La Morada, Pichis Palcazu y Puerto Maldonado demuestran la existencia de varias especies promisorias de gramíneas y leguminosas para la Selva Peruana que se describen en el Cuadro 18 (Ara et al 1981, Schaus et al 1983, López et al 1983).

El potencial productivo de dichos ecotipos puestos en mezclas se ilustra en el Cuadro 19 con datos de un experimento ubicado en un Ultisol de Yurimaguas sembrado primero de maíz y después dedicado a dichos pastos durante los últimos tres años. El suelo al iniciar el establecimiento tenía un pH de 4.1, y una saturación de Al de 61% y un nivel de P disponible muy bajo de 4 ppm. La fertilización inicial consistió de 100 kg/ha de cal, seguida de 50 kg  $P_2O_5$ /ha, 50 kg  $K_2O$ /ha y 10 kg  $MgO$ /ha una vez al año. Novillos de raza Nellore fueron utilizados, no recibiendo nutrición adicional salvo agua y sales mineralizadas. La producción animal durante de 3 años se ilustra en el Cuadro 19. Puede notarse que algunas mezclas alcanzan niveles de incremento animal de peso de 400-700 kg/ha/año, o sea de 4 a 7 veces más de lo obtenido con torourco bien manejado. La carga animal promedio también subió de 0.5 a 1 animal/hectárea con torourco a más de 4 animales/ha.

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 muy promisoriosa para las asociaciones Andropogon gayanus - Stylosanthes guianensis y Brachiaria decumbens - Desmodium ovalifolium.

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

##### 5. Cultivos Perennes y Agroforestales

Una gran opción para la Selva son los cultivos perennes, ya que además de imitar al bosque, tienen la característica de fijar el agricultor a su tierra debido al largo período de producción. La Figura 4 indica que esta opción es viable tanto para restingas altas, como para suelos ácidos de variable pendiente así como para ciertas zonas montañosas. Los cultivos perennes difieren en su tolerancia a suelos ácidos al igual que cultivos de ciclo corto o pasturas (Sánchez y Salinas, 1981). El cacao (Theobroma cacao) es susceptible a suelos ácidos y por lo tanto debe de sembrarse en restingas altas o bajo fertilización en suelos ácidos. Lo mismo ocurre con la papaya (Carica papaya), y la pimienta (Piper nigrum). El jebe o siringa (Hevea brasiliensis), la palma africana (Elaeis guineensis), el pijuayo (Guilielma gasipaes), guaraná (Paullinia cupana), achiote (Bixa orellana) aparentemente son tolerantes a suelos ácidos y por lo tanto adaptable a zonas con suelos Ultisoles. Los cultivos perennes en pendientes fuertes de la Selva Alta deben necesariamente estar protegidos por cultivos tales como plátano en su fase de establecimiento para no causar erosión del suelo. Además del cacao, la Selva Alta tiene un buen potencial de mejorar la productividad de café, cítricos y papaya mediante variedades con mayor tolerancia a plagas y enfermedades.

En la Selva Baja las opciones más promisorias consisten en intercalar cultivos perennes de alto valor unitario como el pijuayo con cultivos anuales y tal vez pasturas. En caso que se consideren cultivos perennes solos, el suelo debe estar protegido por alguna leguminosa rastretera. Observaciones en Yurimaguas indican que las leguminosas Centrosema híbrido, Desmodium ovalifolium y kudzu proveen buena cobertura para plantaciones de pijuayo.

Otras opciones agroforestales que deben de investigarse es el cultivo en callejones (alley cropping), para producir abono verde para cultivos anuales; cercos vivos, para bajar el alto costo de mantener cercos en potreros, leguminosas arbustivas para ramoneo en asociación con pasturas de gramíneas puras, franjas forestales al contorno entre franjas de pasturas. Estas posibilidades

deben de ser investigadas así como muchas combinaciones de árboles con cultivos que actualmente utilizan nativos y colonos en la Selva (Deneran et al 1983). Otras posibles opciones han sido descritas por Peck (1982), Hecht(1982) y Valencia (1982).

La promoción de agroindustria para transformar las cosechas en productos de alto valor unitario como jugos, conservas, concentrados proteínicos y vitamínicos es una importante consideración en el proceso de desarrollo. Sin una agroindustria dinámica la estabilidad de muchos cultivos perennes en la Selva no podrá ser lograda.

#### 6. Bosques en Mosaico con Agricultura

La producción forestal no ha sido investigada por el INIPA ya que es responsabilidad del Instituto Nacional de Forestal y Fauna (INFOR). El potencial forestal y las prioridades de investigación al nivel amazónico han sido recientemente descritos por Romero y Romero (1983). Sin embargo, hay un punto que merece ser resaltado en el manejo de suelos: la conveniencia de que la agricultura esté en forma de mosaico intercalada con bosques naturales. Este tipo de distribución especial se observa a través del sureste de los Estados Unidos, desde los Estados de Georgia hasta Virginia donde los suelos principales son Ultisoiles y donde la agricultura migratoria imperaba hasta hace un siglo. La gran mayoría del piedemonte y la planicie costera atlántica del sudeste de los Estados Unidos es un gran bosque, principalmente "purmas" dentro de las cuales se intercalan campos de 5 a 100 hectáreas con cultivos anuales, pasturas o plantaciones forestales.

La razón por la que se plantea esta propuesta es que ecólogos de Brasil (Schubert y Salati, 1982) han indicado que al talar enormes extensiones contiguas de Selva se puede producir un déficit de vapor de agua a la atmósfera debido al efecto de albedo que es producto de una superficie de color verde más claro que el verde oscuro del bosque natural. Al reflejar más luz un color más claro, la atmósfera tendrá menos vapor de agua, lo cual, puede causar consecuencias adversas a zonas colindantes de la Amazonía. Aunque esta teoría no está probada, parece conveniente evitar cualquier peligro de este tipo, simplemente intercalando áreas de producción agropecuaria dentro de una gran matriz de bosque.

### 7. Protección Ecológica

La Figura 4 indica varias posiciones topográficas que no deben de ser tocadas en el desarrollo agropecuario. Se incluye los diques naturales en las orillas de erosión de los ríos, los aguajales y las montañas o zonas escarpadas no aptas para la producción sostenida de cultivos perennes. Se mencionó anteriormente la acertada política del Proyecto Especial Pichis Palcazu de proteger los primeros 10 metros de las riberas, así como de la ausencia de una tecnología para el desarrollo de aguajales. Además de lo indicado en la Fig.4, existen extensiones de suelos Espodosoles o Podzoles Gigantes del Trópico (Zamora 1968), los cuales son de tal baja fertilidad natural que no permiten el desarrollo de un bosque pluvial normal. Aunque dichos suelos son muy productivos con un alto uso de insumos en el Estado de la Florida en Estados Unidos, su mejor opción para la Selva es no tocarlos, ya que otros son mejores.

### 8. Cultivos sin Insumos

La Figura 4 indica esta opción para el sistema de barrial, o playas dejadas por los grandes ríos durante la época de estiaje. Agricultores las utilizan para sembrar arroz, maní y caupí. Debido al alto riesgo de perder cosechas por inundación no se recomienda tecnología mejorada. Las investigaciones para obtener variedades más precoces y métodos de cosecha en agua deben de desarrollarse para mejorar la productividad de este sistema.

### 9. Cría de Búfalos

Una opción promisoría para los bajiales inundables es la cría de búfalos de agua (bubalinos). Los búfalos domesticados se han usado desde tiempo inmemorial en Asia para tracción animal en sistemas de arroz bajo riego. La necesidad de buena tracción animal en la Selva es grande. Aunque la experiencia en la Selva Amazónica se limita a rebaños en islas cerca de Iquitos, existen sistemas de producción de búfalos bien productivos en Brasil. Un requisito indispensable de estos animales es disponer de forraje durante todo el año. Por esta razón, se indicó en la Figura 4 la necesidad de utilizar las restingas altas o suelos ácidos de altura en la cría de búfalos durante el tiempo que los bajiales permanezcan inundados.

Además del potencial para tracción animal, los búfalos tienen la capacidad de digerir pasturas de calidad inferior a los vacunos, teniendo por lo tanto

ciertas ventajas comparativas para la producción de carne y leche. Estudios efectuados por EMBRAPA en Belén se resumen en el Cuadro 20. La cría de búfalos proporciona las siguientes ventajas: una opción promisorio para los bajiales, mayor peso al nacer, capacidad más alta de digerir fibra y forrajes secos, mayor aumento de peso individual, mayor peso al sacrificio y mayor productividad lechera. Las desventajas son una menor capacidad de carga por hectárea, falta de conocimientos sobre el manejo, y diferencias en el sabor de la leche al ser más alta en sólidos. Toledo y Serrao (1982) consideran que el búfalo es un animal llamado a cumplir un papel importante en la ganadería amazónica futura.

#### 10. Recuperación de Laderas Degradadas

Las laderas abandonadas del cultivo de la coca están generalmente erosionadas debido al orientar los surcos paralelos a la pendiente y no proteger al suelo. La décima opción ilustrada en la Figura 4 concentra en reclamar estas laderas tanto en zonas de colinas como en zonas con fuerte pendiente. Trabajos en colaboración con el Proyecto Especial Alto Huallaga en una pendiente superior a 100% en Tingo María indican que la siembra de las leguminosas Desmodium heterophyllum, Centrosema híbrido, Desmodium ovalifolium y kudzu cubren el suelo rápidamente. Entre ellas, la que mejor resultado ha dado es el Desmodium heterophyllum. Después de estabilizar el suelo que tienen un alto valor unitario de su producto como achiote (Bixa orellana) o especies forestales (Benites 1983).



## MITOS DE LA AMAZONIA

Existen actualmente varias creencias ampliamente difundidas en la prensa mundial sobre la Amazonía, entre ellas:

- . La Amazonía es el pulmón del mundo.
- . Al desmontar el bosque pluvial, el suelo se convierte en laterita.
- . La agricultura es imposible en la Amazonía.
- . Se está trasplantando ciegamente tecnologías de zonas templadas a la amazonía.

### El Pulmón del Mundo

La creencia que la Amazonía es la fuente de oxígeno mayor del mundo y por ende su desmonte causaría la asfixiación de todos los animales resultó de una mala interpretación de las declaraciones del limnólogo alemán Harald Sioli hace varias décadas (Sioli 1980). La flora amazónica es sin duda alguna un enorme productor de oxígeno por medio de la fotosíntesis. Todos los árboles, sin embargo, consumen de noche el oxígeno que producen de día debido a su respiración. Fisiólogos han demostrado que la producción de oxígeno está en equilibrio con su consumo por las mismas plantas. Por lo tanto, la contribución neta es poca. Es importante recalcar que el factor que determina la producción de fotosíntesis en el trópico húmedo es el índice de área foliar. Dicho índice es similar entre los árboles amazónicos y plantas tales como arroz, brachiaria o pijuayo. Debido a las condiciones altamente propicias de temperatura y precipitación, una cobertura vegetal reemplaza a una que se destruye. La nueva cobertura puede ser purma, pasto, cultivos o simplemente malezas, pero todas ellas fotosintetizan y respiran.

### Formación de Lateritas

Probablemente no existe un concepto más erróneo que la existencia de un proceso único de formación de los suelos tropicales que conduce a la formación de laterita. Cuando los edafólogos europeos y americanos viajaron al trópico durante el siglo XIX, se intriguaron por la presencia de la laterita. De regreso sus países, escribieron y comunicaron aspectos de este fenómeno. A su vez, ignoraron vastas regiones del trópico similares a los que se encuentran en las

regiones templadas. En consecuencia, surgió la idea de que los suelos tropicales tienen un alto contenido de sesquióxidos y que se endurecen irreversiblemente al quedar expuestos. Los Oxisoles y Ultisoles erróneamente se consideran suelos en el proceso de desarrollo hacia lateritas. Incluso en publicaciones relativamente recientes en revistas científicas muy conocidas, se concluye que cuando a la gran mayoría de los suelos tropicales se les despoja de la vegetación, se convierten en pocos años en pavimento de ladrillo inservible. Muchas de estas conclusiones erróneas se basan en el supuesto de que Buchanan (1807) adoptó el término laterita debido al color rojo del suelo, mientras que lo que realmente quiso indicar fue su uso como material de construcción.

En 1933, Hardy indicó que las lateritas tienen una extensión limitada en el trópico. Estimaciones colectadas por Sánchez y Buol (1975) proporcionan los siguientes estimativos de la ocurrencia de lateritas: 2 por ciento para América tropical, 5 por ciento para Brasil central, 11 por ciento del Africa tropical y 15 por ciento para el Africa Occidental al sur del Sahara. No se han detectado lateritas en la Selva Peruana hasta el momento. Con base en estos y otros estimativos, se calcula que el área total del trópico en el que se pueden encontrar lateritas en/o cerca de la superficie del suelo es del orden del 7 por ciento. Además, la laterita o plintita se presenta en posiciones predecibles en el paisaje, no solo en el trópico sino también en el sureste de los Estados Unidos. Es importante recordar que la laterita solo se forma en el subsuelo. Marbut (1930) indicó que "En ningún caso se encontró el horizonte de concentración de hierro en la superficie, donde la situación local no fue tal que indicara claramente que había sido expuesto por la erosión." En consecuencia, este problema no afecta a la gran mayoría de los suelos del trópico, e incluso no es problema a no ser que la erosión exponga la capa de plintita rica en hierro. En zonas donde ocurre laterita, esta se usa como un recurso natural para construcción de carreteras.

#### La Agricultura es Imposible en la Amazonía

Este argumento se basa en la baja fertilidad natural de los suelos dominantes y a la poca productividad de la agricultura sin tecnología. Cualquier persona que conozca otras zonas del mundo con suelos Ultisoles en donde la agricultura tecnificada es un éxito (Sureste de Estados Unidos, Sureste de China, Centro y Sur de Brasil, etc.) no acepta dicho argumento. Los datos presentados en

este trabajo lo demuestran ampliamente.

### Trasplante de Tecnologías de Zonas Templadas

Efectivamente los primeros intentos fueron así, principalmente con el jebe en Fordlandia, Brasil (Alvim 1982) y más recientemente con la tecnología de pasturas de Panicum maximum a gran escala proveniente del sur de Brasil a su Amazonía. Además de las deficiencias agronómicas, este tipo de trasplante posee gran falta de sensibilidad a los aspectos socioeconómicos.

Las tecnologías propuestas en este trabajo se basan en la aplicación de principios básicos de manejo de suelos a diferentes situaciones topográficas, edáficas y de infraestructura. No se pretende dar una solución al manejo de suelos en la Selva sino presentar una serie de opciones, las cuales aún no exploran la totalidad de posibilidades tecnológicas. Los principios básicos de suelos son universales. La química del fósforo en el suelo es la misma en la Amazonía que en Alaska. La aplicación de estos principios a un problema dado es lo nuevo de estos trabajos.

## CONCLUSION

Una implicación muy importante de estas tecnologías es el uso intensivo que se da a cada hectárea que se desmonte y el hecho que el agricultor se fija al suelo. Con una producción por hectárea alta y estable, habrá menos necesidad de tumbar más bosques para producir la misma cantidad de alimentos. Por lo tanto, una buena tecnología agraria puede resultar en una disminución de la tala indiscriminada del bosque tropical y por ende una mejor conservación de este magnífico patrimonio de la humanidad. Con tecnología por lo tanto se puede tener un uso racional del suelo en la Selva y llegar a una armonía entre la necesidad de producir más alimentos y la conveniencia de mantener la mayoría de la Selva en su estado natural. Sin tecnología, el desarrollo agropecuario resultará en grandes fracasos y daños al ecosistema.

CITACIONES BIBLIOGRAFICAS

- Alegre, J.C., D.K. Cassel, D.E. Bandy and P.A. Sanchez. 1982. Effect of land clearing on soil properties of an Ultisol and subsequent crop production in Yurimaguas, Peru. In: Land Clearing Symposium, IITA, Ibadan, Nigeria (in press).
- Alvim, P.T. 1980. Agricultural production potential of the Amazon region, pp 27-36. In F. Barbira: Land, People and Planning in Contemporary Amazonia. Cambridge University, England.
- Alvim, P.T. 1982. Una evaluación en perspectiva de los cultivos perennes en la cuenca amazónica, pp 325-344. En: S.B. Hecht (ed): Amazonía-Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras. CIAT, Cali, Colombia.
- Ara, M.A., P.A. Sanchez, D.E. Bandy and J.M. Toledo. 1981. Adaptability of grass-legume pastures in the Amazon of Peru. Agronomy Abstracts. 1981:82.
- Arévalo, L.A., J.R. Benites and D.E. Bandy. 1983. Paddy rice in the alluvial soils of the Peruvian Amazon Basin. INIPA, Yurimaguas, Peru. 25 pp.
- Bandy D.E. y P.A. Sanchez, 1982. Post-clearing soil management alternatives for sustained production in the Amazon. In: Land Clearing Symposium, IITA, Ibadan, Nigeria (in press).
- Bandy, D.E. and P. Sanchez. 1981. Managed kudzu fallow as an alternative to shifting cultivation in Yurimaguas, Peru. Agronomy Abstracts 1981: 40.
- Bandy, D. E., J. Benites and P.A. Sanchez. 1982. Irrigated rice potential of alluvial soils in the Amazon of Peru. Agronomy Abstracts 1982:
- Benites, J.R. 1983. Alternativas para terrenos abandonados de la coca en el Alto Huallaga, CIPA XVI-Estación Experimental de Yurimaguas, Serie de Separatas #4, Yurimaguas.
- Benites, J.R., 1983. Soils of the Peruvian Amazon: Their potential for use and development, pp 85-93. In: J.F. Wienk and H.A. de Wit (eds). Management of Low Fertility Acid Soils of the American Humid Tropics, IICA, San José, Costa Rica.
- Bishop, J.P. 1982. Sistemas agroforestales para el trópico húmedo al Este de los Andes, pp 423-437. En: S.B. Hecht (ed): Amazonía-Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras. CIAT, Cali, Colombia.
- Buchanan, F. 1807. A journey from Madras through the countries of Mysore, Camara, Malabar, etc (1800-1801). East India, Company, London.

- Buol, S.W., P.A. Sánchez, R.B. Cate, Jr. y M.A. Granger. 1975. El sistema de clasificar suelos de acuerdo con su fertilidad, pp 129-145. En: E. Bornemisza y A. Alvarado (eds): Manejo de Suelos en America Tropical. North Carolina State University, Raleigh, N.C., USA.
- Bruzzone, C., J. López y E. Pulver. 1983. Alto Mayo: Gran potencial arrocero. Lanzamiento de la variedad CICA-8. Programa Nacional de Arroz, CIPA X-Tarapoto. 9 pp.
- Calderón, C. 1982. Recursos naturales de la región amazónica. Corporación de Desarrollo de Loreto - CORDELOR, Iquitos.
- Cochrane, T.T. y P.A. Sánchez. 1982. Recursos de tierras, suelos y su manejo en la región amazónica: informe acerca del estado de conocimientos, pp. 143-218. En: S.B. Hecht (ed): Amazonía - Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras. CIAT, Cali, Colombia.
- Cochrane, T.T. J.A. Porras, L. de G. Azevedo, P.G. Jones and L.F. Sanchez. 1979. An explanatory manual for CIAT's computerized land resource study of tropical America. CIAT, Cali, Colombia.
- Cornejo, R. 1983. El Proyecto Especial Alto Huallaga. Presidencia del Consejo de Ministros, Lima, Perú.
- Del Aguila, E. 1983. Proyecto Especial Pichis Palcazu. Presidencia del Consejo de Ministros, Lima, Perú, 19 pp.
- Denevan, W. M., J.M. Treacy, J.B. Alcorn, C. Padoch, J. Denslow, S. Flores-Paitán. 1983. Indigenous agroforestry in the Peruvian Amazon: Bora Indian management of swidden fallows. In: J. Hemmings (ed): Change in the Amazon Basin. Man's impact on Forests and Rivers, Univ. of Manchester Press, Manchester, U.K.
- FAO. 1971. Soil Map of South America. FAO, Rome.
- Gazzo, J. 1982. Políticas y planes de desarrollo para la región amazónica del Perú. pp87-108. En: S.B. Hecht (ed): Amazonía-Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras, CIAT. Cali, Colombia.
- Gichuru, M.P. and P.A. Sanchez. 1983. Minimum tillage, phosphorus, sulfur, calcium, magnesium interactions in an Ultisol Draft report. INIPA, Yurimaguas.
- Hancock, J.K. R.W. Hill and G.H. Hargreaves. 1979. Potential evapotranspiration and precipitation deficits for Tropical America. CIAT, Cali, Colombia. 398 pp.
- Hardy, F. 1933. Cultivation properties of tropical red soils. Empire Journal of Experimental agriculture 1: 103-112.

- Hecht, S.B. 1982. Los sistemas agroforestales en la cuenca amazónica: práctica, teoría y límites de un uso promisorio de la tierra, pp 347-390. En: S.B. Hecht (ed): Amazonía-Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras. CIAT, Cali, Colombia.
- Hernández, D. and A.J. Coutu. 1981. Economic evaluation of slash and burn cultivation options in Yurimaguas, Peru. Agronomy Abstracts 1981: 42.
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria). 1979. Estudio de base del sistema de investigación, educación y extensión agrícola. Vol 3: 665-667. INIPA, Lima, Peru.
- INIPA. 1983. Programa Nacional de Arroz. Documento Base. INIPA, Lima, Peru.
- Lal, R. 1982. Deforestación and soil erosion. In: Land Clearing Symposium, IITA, Ibadan, Nigeria (in press).
- Lopez, W, et al 1983. *Andropogon gayanus* (Pasto San Martín) CIPA X, Tarapoto, Perú.
- Marbut, C.F. 1930. Laterites. Proceedings of the Second International Soil Science Congress (Leningrad) 5:72.
- Nascimento, C.N.B., L.O. Moura Carvalho e J.B. Lourenco. 1979. Importancia do búfalo para a pecuária brasileira. EMBRAPA-CPATU, Belem, Brasil, 31 pp.
- Nicholaidis, J.J., P.A. Sanchez, D.E. Bandy, J.H. Villachica, A.J. Coutu and C. Valverde. 1983. Crop production systems in the Amazon basin. pp 101-153. In: E.F. Morán (ed): The Dilemma of Amazonian Development. Westview Press, Boulder.
- ONERN. 1972. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de los ríos Inambari y Madre de Dios. ONERN, Lima, Peru.
- ONERN. 1977a. Estudio de suelos de la zona de Jaén-San Ignacio (Detallado). ONERN, Lima, Peru
- ONERN, 1977b. Uso de los problemas de percepción remota para la evaluación del potencial de la palmera aguaje en la Selva Peruana. ONERN, Lima, Perú.
- ONERN, 1977c. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona Iberia-Iñapari. ONERN, Lima, Perú.
- ONERN, 1978. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona Pucallpa-Abujao. ONERN, Lima, Perú.

- ONERN, 1980. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales en la zona de los ríos Alto Yurúa y Breu. ONERN, Lima, Perú.
- ONERN, 1981. Inventario y evaluación integral de los recursos naturales del valle del río Pichis. ONERN, Lima, Peru.
- ONERN 1982. Clasificación de las tierras del Peru. ONERN, Lima, Perú.
- Peck, R.B. 1982. Actividades de investigación en bosques, e importancia de los sistemas de multistratus en la cuenca amazónica, pp 391-406.  
En: S.B. Hecht (ed): Amazonía-Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras. CIAT. Cali, Colombia.
- Piha, M. and J.J. Nicholaides. 1981. Field evaluation of legume, sweet potato and rice varieties for tolerance to soil acidity. 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. Programa Nacional de Arroz-Selva, CIPA X, Tarapoto. 7pp.
- Romero, R. y M. Romero. 1983. Utilización y manejo forestal REDINAA, INIPA, Lima, Perú, 180 pp.
- Sánchez, P.A. 1969. Influencia de los factores climáticos al cultivo del arroz en el Perú. En: Sanchez, P.A., J. Hernández y R. Arrasco (eds): Curso de Capacitación sobre el Cultivo del Arroz. Capítulo 7, SIPA, Lambayeque, Peru.
- Sánchez, P.A., C.E. Seubert, E.J. Tyler, C. Valverde, C.E. López, M.A. Nureña y M.K. Wade 1974. Investigaciones en el manejo de suelos tropicales en Yurimaguas, Selva baja del Perú. En: IICA: Reunión Internacional sobre Sistemas de Producción para el Trópico Americano. Capítulo IIB. Informes Conferencias, Cursos y Reuniones No. 41. IICA. Zona Andina, Lima, Perú.
- Sánchez, P.A. and S.W. Buol 1975. Soils of the tropics and the world food crisis. Science 188: 598-603. (traducido al castellano CIPA XVI-Estación Experimental de Yurimaguas. Serie de aparatos #2).
- Sánchez, P.A. 1976. Suelos del Trópico - Características y Manejo. IICA San José, Costa Rica (Edición en Español publicada en 1981).
- Sánchez, P.A. 1977. Manejo de suelos tropicales en la Amazonía sudamericana. Suelos Ecuatoriales 8: 1-11.
- Sánchez, P.A. and J.G. Salinas. 1983. Suelos ácidos: estrategias para su manejo con bajos insumos en América Tropical. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Bogotá. 93 pp.

- Sánchez, P.A., D.E. Bandy, J. H. Villachica and J. J. Nicholaidis. 1982a, Amazon basin soils: management for continuous crop production. *Science* 210: 821-827. (Versión en castellano en CIPA XVI-Estación Experimental de Yurimaguas. Serie de Separatas No. 1).
- Sanchez, P.A., W. Couto y S.W. Buol. 1982b. El sistema de clasificar suelos de acuerdo con su fertilidad: interpretación, aplicaciones y modificaciones. CIPA XVI-Estación Experimental de Yurimaguas. Serie de Separatas No. 5 (Versión en Inglés: *Geoderma* 27:283-309).
- Sánchez, P.A. J.H. Villachica and D.E. Bandy, 1983. Soil fertility dynamics after clearing a tropical rainforest in Peru. *Soil Science Society of America Journal* vol. 47 (in press).
- Schaus, R. M.A. Ara and P.A. Sánchez. 1983. Legume-based pasture production systems. 1982 Annual Report. INIPA, Yurimaguas, Peru. 17 pp.
- Schubart, H.O.R. y E. Salati. 1982. Los usos de la tierra en la región amazónica: los sistemas naturales, pp 219-250, en S.B. Hecht (ed): *Amazonía-Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras*. CIAT, Cali, Colombia.
- Seubert, C., P.A. Sanchez and C. Valverde. 1977. Effect of land clearing methods on soil properties and crop performance in an Ultisol of the Amazon jungle of Peru. *Trop. Agric.* (Trinidad) 54: 307-321.
- Siofi, H. 1980. Foreseeable consequences of actual development schemes and alternative ideas, pp 257-268. In: F. Barbira (ed): *Land, People and Planning in Contemporary Amazonia*. University of Cambridge, U.K.
- Toledo, J.M. y V.A. Morales, 1979. Establecimiento y manejo de pasturas mejoradas en la Amazonía Peruana, pp191-210 En:L.E.Tergas y P.A.Sánchez (eds): *Producción de Pastos en Suelos Acidos del Trópico*. CIAT, Cali, Colombia.
- Toledo, J.M. y E.A.S. Serrão. 1982. Producción de pastos y ganado en la Amazonía, pp 295-324. En: S.B. Hecht (ed): *Amazonía-Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras*. CIAT, Cali, Colombia.
- Valencia, J.E. 1982. Investigaciones silviculturales y agroforestales adelantadas por CONIF, pp 407-402. En: S.B. Hecht (ed): *Amazonía-Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras*. CIAT, Cali, Colombia.
- Valverde, C. y D.E. Bandy 1982. Producción de cultivos alimenticios anuales en la Amazonía, pp 253-294. En S.B. Hecht (ed): *Amazonía-Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras*. CIAT, Cali, Colombia.

- Villachica, J.H. 1978. Maintenance of soil fertility under continuous cropping in an Ultisol of the Amazon Jungle of Peru. Ph.D. Thesis, North Carolina State Univ. Raleigh, N.C. USA. 269 pp.
- Zamora, C. 1972. Esquema de los podzoles de la región selvática del Perú. ONERN, Lima, Perú.
- Zamora, C. 1975. Suelos de las tierras bajas del Perú, pp 45-60. En: E. Bornemisza y A. Alvarado (eds): Manejo de Suelos en América Tropical. North Carolina State University, Raleigh.

Cuadro 1. Extensión de las grandes regiones del Perú

Región	Millones de hectáreas	%
Costa	13.7	11
Sierra	39.2	30
Selva Alta	19.4	15
Selva Baja	56.2	44
TOTAL	128.5	100

Calculado de : Zamora (1975), Gazzo (1980), Calderón (1982)

Cuadro 2. Características de algunas localidades importantes de la Selva Peruana

Localidad	Latitud (° S)	Altura (m)	Temperatura media anual (° C)	Precipitación		Régimen de humedad	Ecosistema*	Fisiografía principal	Suelos principales
				Anual (mm)	Meses con < 100 mm.				
<b>SELVA ALTA:</b>									
Bagua	5:40	602	27.2	602	12	Árido	BE	Terrazas	Ent./Vert.
Moyobamba	6:02	860	22.5	1601	3	Údico	BP	Valles	Incept./Ult.
Tarapoto	6:32	426	26.5	1158	7	Ústico	BES	Terrazas	Incept./Ult.
Juanjuí	7:13	350	26.5	1475	4	Ústico	BES	Terrazas	Inceptisoles
Tingo María	9:08	685	22.5	3411	0	Údico	BP	Valles	Incept./Ult.
Pto. Bermúdez	10:18	300	22.5	3312	0	Údico	BP	Terrazas	Ult./Incept.
San Ramón	11:06	800	22.5		2	Údico	BP	Colinas	Alf./Ult.
<b>SELVA BAJA:</b>									
Iquitos	3:45	117	26.0	2727	0	Údico	BP	Plana	Ult./Ent.
Yurimaguas	5:54	182	26.4	2135	3	Údico	BP	Ondulada	Ultisoles
Pucallpa	8:00	148	26.9	1708	3	Ústico	BES	Ondulada	Ultisoles
Pto. Maldonado	12:36	200	26.5	1925	4	Ústico	BES	Plana	Ultisoles

Fuentes: Hancock *et al* (1979), Sánchez (1969), ONERN (1977), ONERN (1981)

\* BE: Bosque Espinoso; BP: Bosque Pluvial; BES: Bosque Estacional Semisiempreverde.

Cuadro 3. Subregiones climáticas de la Selva Peruana (estimados preliminares).

Ecosistemas	Meses secos (< 100 mm) Consecutivos	Precipitación anual (mm)	Régimen de humedad principal	Millones de has.	% de Selva
Bosque Pluvial	0 - 3	2000 +	Udico	52.7	70
Bosque Estacio- nal Semisiempre verde	3 - 4	1000 - 1900	Ustico	21.7	29
Bosque Espinoso	9 - 12	600 - 800	Arídico	1.5	1

Calculado en base de datos en Cuadro 2, Gazzo (1982), Cochrane y Sánchez (1982).

Cuadro 4. Distribución preliminar de suelos en la Selva Peruana <sup>1/</sup>

Suelos dominantes	Posiciones topográficas			Total	
	Plano, mal drenado	Plano a ondulado <sup>2/</sup>	Lomoso a escarpado <sup>3/</sup>	Area	%
	Millones de hectáreas				
Ultisoles	3.8	38.0	7.4	49.2	65
Entisoles	3.3	1.5	8.0	12.8	17
Inceptisoles	2.9	0.8	6.8	10.5	14
Alfisoles	0.0	1.3	1.0	2.3	3
Vertisoles	0.0	0.4	0.0	0.4	1
Molisoles	0.0	0.1	0.2	0.3	-
Espodosoles	0.1	0.0	0.0	0.1	-
TOTAL	10.1	42.1	23.4	75.6	100
%	13	56	30	100	100

<sup>1/</sup> Fuentes: FAO (1971), Cochrane et al; (1981), ONERN (1982) y modificaciones de los autores.

<sup>2/</sup> Topografías bien drenadas, pendientes principales de 0 a 8%.

<sup>3/</sup> Topografías bien drenadas con pendientes generalmente mayores de 8%.

Cuadro 5. Factores limitantes de los suelos de la Selva Peruana bajo vegetación natural. Estimados preliminares basado en el cuadro anterior y el Sistema FCC (Buol *et al*; 1975; Sanchez *et al*; 1982 b)

Factor limitante*	Millones de hectáreas	% de la Selva
Deficiencia de nitrógeno	70.7	94
Deficiencia de fósforo	49.7	66
Toxicidad de aluminio	49.2	65
Bajas reservas de K, Mg y otros nutrientes	46.4	61
Alta erodibilidad	23.4	31
Baja capacidad de intercambio catiónico	23.0	30
Sequía por mas de 3 meses consecutivos	20.2	27
Fijación de fósforo	18.9	25
Mal drenaje y peligro de inundación	10.1	13
Poca profundidad (< 50 cm)	8.0	11
Agrietamiento	0.4	-

\* Además ocurren deficiencias de azufre y micronutrimientos las cuales son posibles de cuantificar.

Cuadro 6. Distribución general de suelos de la Selva Peruana (basado en el cuadro 4).

Agrupaciones de suelos	Millones de hectáreas	% de la Selva
Suelos ácidos de baja fertilidad natural, bien drenados, topografía plana a suavemente ondulada (Ultisoles, Distropepts):	38.0	50
Suelos en topografías escarpadas, fuertemente disectados (Entisoles, Inceptisoles, Ultisoles, Alfisoles):	23.4	31
Suelos mal drenados, aluviales, agua-jales (Aquepts, Aquents):	10.1	14
Suelos de moderada a alta fertilidad natural con topografía plana a levemente ondulada (Alfisoles, Vertisoles, Inceptisoles, Entisoles):	4.1	5
	75.6	100

Cuadro 7. Capacidad de uso de tierras en Perú, según ONERN (1982).

Capacidad de Uso	Costa	Sierra	Selva	Perú	% de Selva
	Millones de has.				
Cultivos en limpio	1.1	1.3	2.4	4.9	49
Cultivos perennes	0.5	-	2.2	2.7	81
Pastos	1.6	10.6	5.7	17.9	32
Bosques de producción	0.2	2.1	46.4	48.7	95
Áreas de protección	10.2	25.1	18.9	54.3	35
TOTAL	13.7	39.2	75.6	128.5	59

Cuadro 8. Capacidad de uso de uso de tierras en varias zonas de Selva según el sistema de ONERN (1982).

Departamento o región	Cultivos en limpio	Cultivos perennes	Pastos	Bosques de producción	Areas de protección	Total
SELVA ALTA:						
	miles de has.					
Jaén-Bagua*	194	33	434	1,302	2,537	4,500
San Martín	200	155	335	1,870	2,670	5,320
Alto Huallaga	194	59	418	737	1,966	3,374
Pichis-Palcazu**	126	78	149	59	231	643
Perené - Ene - Tambo	87	141	332	233	2,413	3,206
Sub-Total	801	466	1,668	4,201	9,817	17,043
%	5	3	10	25	57	100
SELVA BAJA:						
Loreto	540	607	2,229	27,615	3,465	34,456
Ucayali	600	450	1,390	8,957	1,905	13,302
Madre de Dios	425	440	1,140	4,690	1,145	7,840
Sub-Total	1,565	1,497	4,759	41,262	6,515	55,598
%	3	3	8	74	12	100
	2,366	1,963	6,447	45,463	16,332	72,641
%	3	3	9	63	22	100

Fuentes: ONERN (1982) y Del Aguila (1983) para Pichis-Palcazu-Pachitea.

\* Incluye cuencas de los ríos Santiago, Nieva, Cenepa, Imaza, Chinchipe, Utcubamba y Chamaya.

\*\* Incluye cuencas de ríos Pichis, Palcazu, Pachitea y el Bosque Von Humboldt.

Cuadro 9. Fragilidad de las grandes regiones del Perú \*

Región	Area de Protección	Area Total	% de Fragilidad
	Millones Has.		
Costa	10.2	13.7	74
Sierra	25.1	39.2	64
Selva	18.9	75.6	25

\* Basado en datos de ONERN (1982) y el Cuadro 7.

Cuadro 10. Uso actual de la tierra en el Perú (1972) según INIA (1979).

Uso mayor	Costa	Sierra	Selva	Total
	Millones de has.			
Cultivos anuales y perennes	0.6	1.4	0.5	2.5
Pastos	0.5	14.3	0.3	15.1
Forestales	0.4	1.4	1.3	3.1
TOTAL	1.5	17.1	2.1	20.7

Cuadro 11. Proporción de la tierra actualmente usada en el Perú en relación a la capacidad de uso de ONERN.

Uso	Costa	Sierra	Selva	Perú
	% de utilización			
Cultivos anuales y perennials	39	108	11	33
Pastos	31	135	6	85
Bosques en producción	183	67	3	6

Calculado de los Cuadros 7 y 10.

Cuadro 12. Efectos de métodos de desmontar una purma de 25 años y manejo posterior en los rendimientos de 5 cultivos alimenticios continuos en suelo Ultisol de Yurimaguas.

Método de desmonte*	Sin fertili- zación	Con fertiliza- ción
	—— % 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 ton/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).

Cuadro 13. Producción de arroz bajo riego en pozas en una restinga de Yuri-  
maguas (suelo Tropaquept arcilloso) durante los primeros dos años  
de uso. Variedad IR 4-2.

Método de preparación de tierra	Método de siembra	Cosechas					$\Sigma$	$\bar{x}$
		1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>		
		ton/ha						
Batido	Trasplante	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 publi-  
cados.

Cuadro 14. Respuesta a la irrigación cada dos semanas (por bombeo del río), los rendimientos de la variedad IR 4-2 en pozas en una restinga de Yurimaguas.

Manejo de agua	Cosechas			Promedio
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	
	ton/ha			
Solamente lluvia	4.1	5.1	4.0	4.4
Riego suplementario	5.8	6.7	6.0	6.2

Fuente: Arévalo et al, (1983).

Cuadro 15. Requerimientos de fertilizantes para cultivos continuos de 3 cultivos por año (arroz-maíz-soya o arroz-maní-soya) en un Ultisol ácido de Yurimaguas. Fuente: Sánchez et al (1982a).

Insumos	Dosis	Frecuencia de aplicación
Ca	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	100 kg K/ha	Cada cultivo, aplicaciones divididas
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	Mezclado 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.

Cuadro 16. Cambios en las propiedades del suelo (0-15cm) después de 7.3/4 años de cultivos continuos de 20 cosechas de maíz, arroz de secano y soya con fertilización completa en Yurimaguas, Perú. Fuente: Sánchez *et al*, (1982 a).

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

\* 30 meses después del desmonte.

Cuadro 17. 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 (ton/ha)	Fertilización (kg/ha)
1a. (Mayo '82)	Caupí	1.9	0
2a. (Set. '82)	Arroz	3.5	30 N
3a. (Feb. '83)	Arroz	3.0	50 N
4a. (Junio '83)	Caupí	1.5	0

Fuente (Gichuru y Sánchez, 1983).

Cuadro 18. Algunos especies promisoras de pasturas para suelos ácidos en la Selva Peruana.

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

Cuadro 19. Producción animal en pasturas mejoradas en suelos ácidos de Yurimaguas con insumos mínimos.  
Primer año: pastoreo continuo; segundo y tercer año: pastoreo alterno.

Pastura	Ganancias diarias			Ganancia por ha		
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 1	Año 2	Año 3
	--- g/año/día ---			--- kg/ha/año ----		
<u>A.gyanus</u> - <u>S. guianensis</u>	219	402	662	390	703	680
<u>B. decumbens</u> - <u>D.ovalifolium</u>	398	419	366	639	846	594
<u>P.maximum</u> - <u>P.phaseoloides</u> <sup>1/</sup>	406	205	208	724	304	253
<u>A.gyanus</u> - <u>Centrosema</u> híbrido <sup>1/</sup>	2/	435	564	-	884	457
<u>B.humidicola</u> - <u>D.ovalifolium</u>	-	2/	421	-	-	553

1/ La gramínea prácticamente desapareció de la mezcla

2/ Pastura no establecida hasta el siguiente año

Fuentes: Ara et al, (1981); Schaus et al, (1983).

Cuadro 20. Comparación entre la productividad de ganado vacuno cebú y búfalos en Belém, Brasil.

Parámetros	Búfalos	Cebú
Digestibilidad in vitro de fibras secas % <sup>1/</sup>	32	23
Digestibilidad in vitro de materia seca % <sup>1/</sup>	34	31
Peso al nacer (kg)	37	27
Peso a los 2 años (kg)	344	272
Ganancia de peso (g/an/día) <sup>2/</sup>	545	353
Capacidad de carga (an/ha/año) <sup>2/</sup>	1.9	3.4
Ganancia peso/ha (kg/ha/año) <sup>2/</sup>	382	404
Natalidad (%) <sup>3/</sup>	65	45
Edad de beneficio (años) <sup>3/</sup>	2.5	4.2
Peso al beneficio (kg) <sup>3/</sup>	350	325
Producción de leche (kg/lactancia) <sup>3/</sup>	1200	1000

<sup>1/</sup> Heno supermaduro de Melinis minutiflora

<sup>2/</sup> Pastoreo en rotación en Echinochloa pyramidalis

<sup>3/</sup> Datos generales

Fuente: Nascimento et al 1979

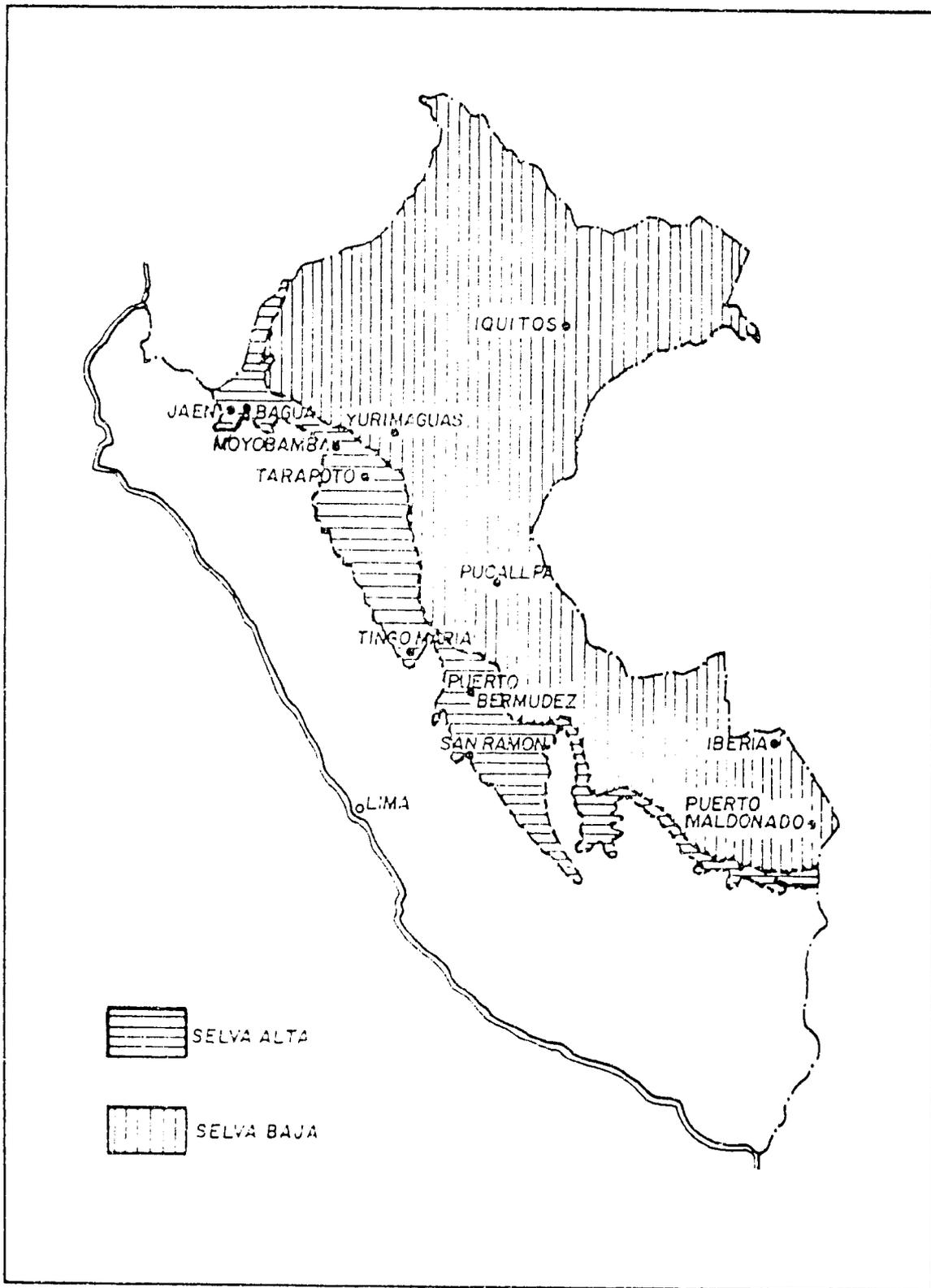


Figura 1. Ubicación de la Selva Alta y Selva Baja del Perú y sus localidades más importantes.

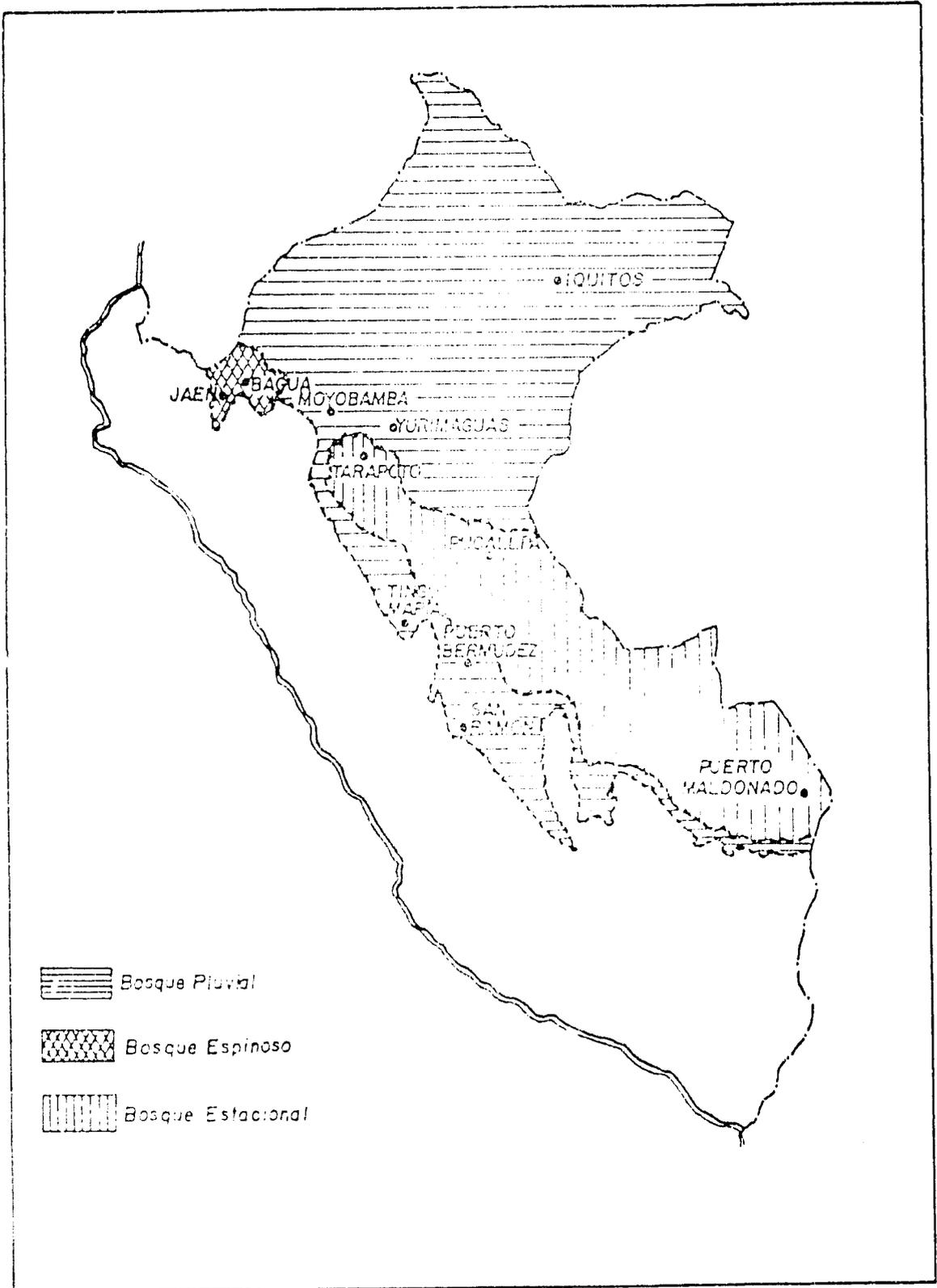


Figura 2. Ubicación de los tres principales ecosistemas amazónicos en el Perú.

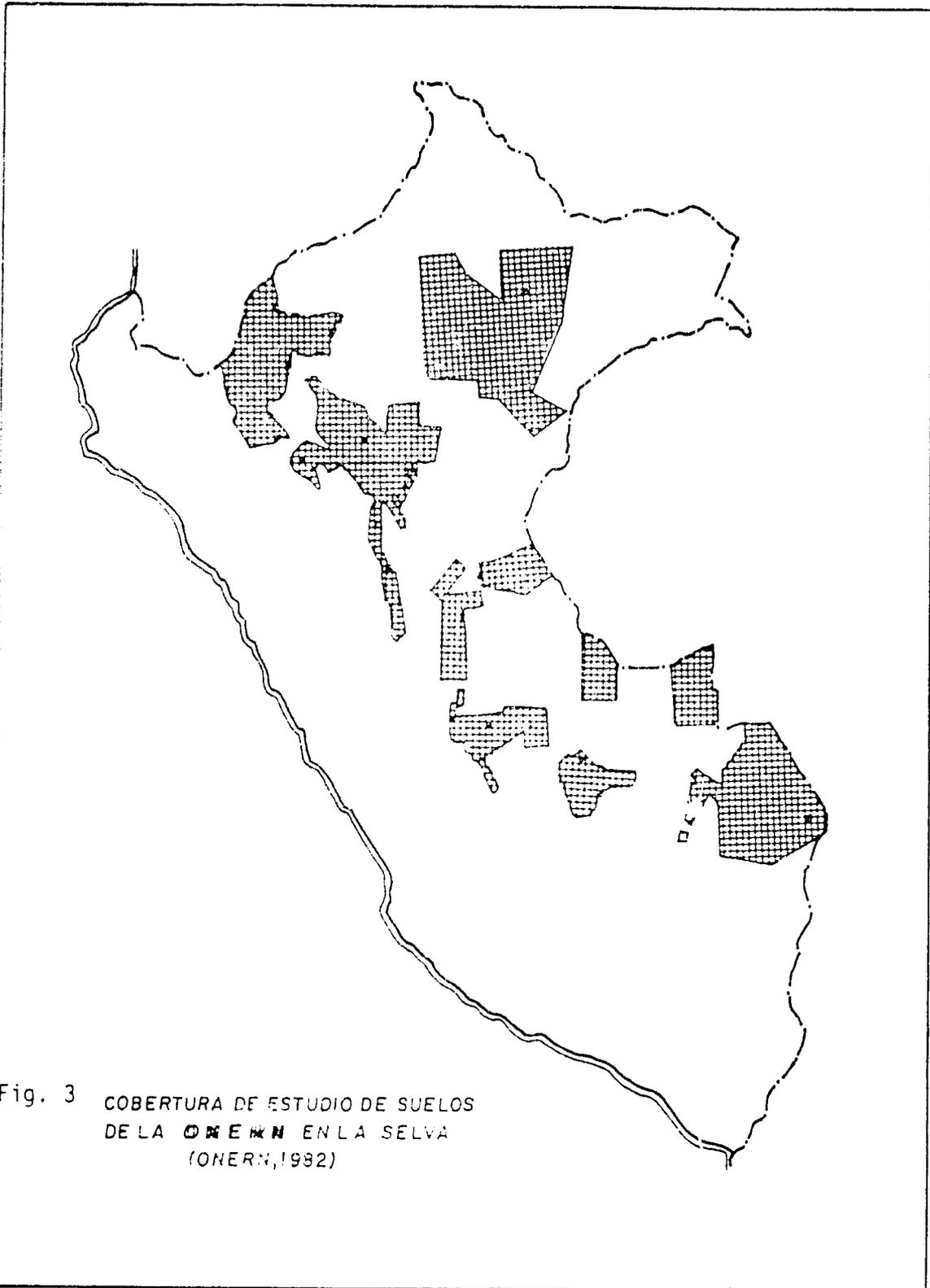


Fig. 3 COBERTURA DE ESTUDIO DE SUELOS  
DE LA ~~ONERN~~ EN LA SELVA  
(ONERN, 1982)

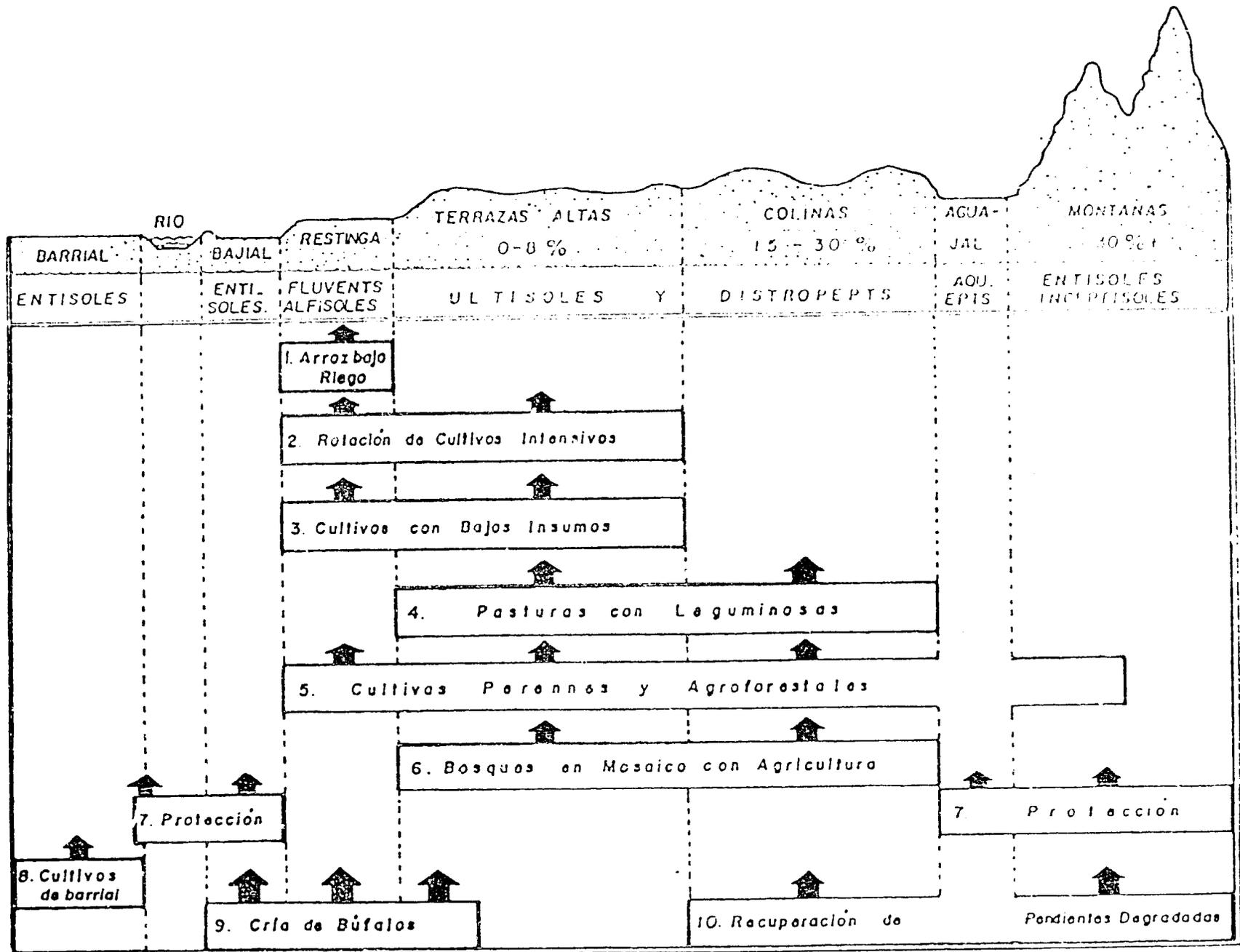


Figura 4. Posibilidades tecnológicas de manejo de suelos en la Selva del Perú según suelo y posición topográfica.

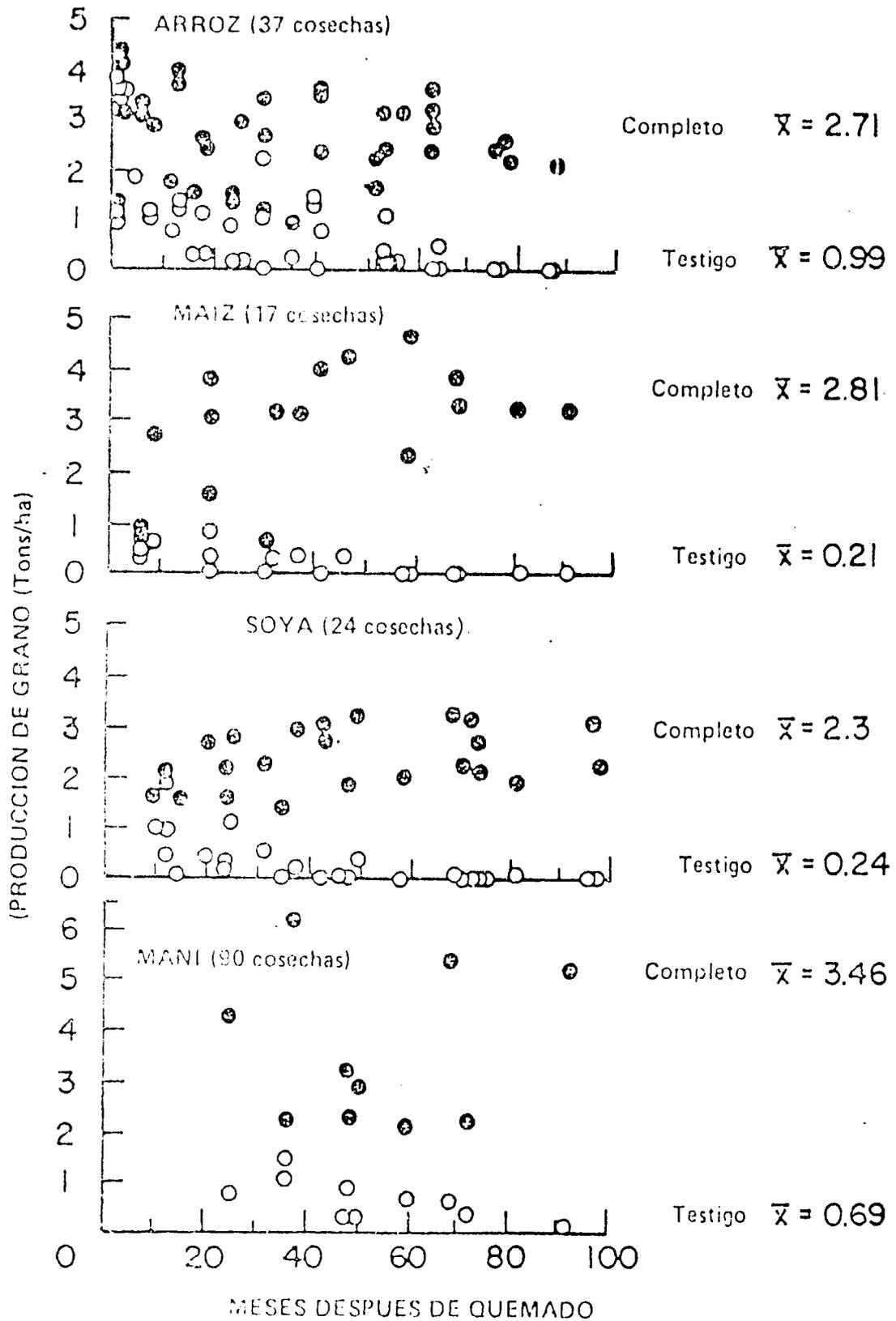


Figura 5 -- Producciones de los cultivos como una función del tiempo después del demsonte, con y sin fertilización completa. Yurimaguas (1972-1980). Fuente: Sánchez y Bandy (1982).

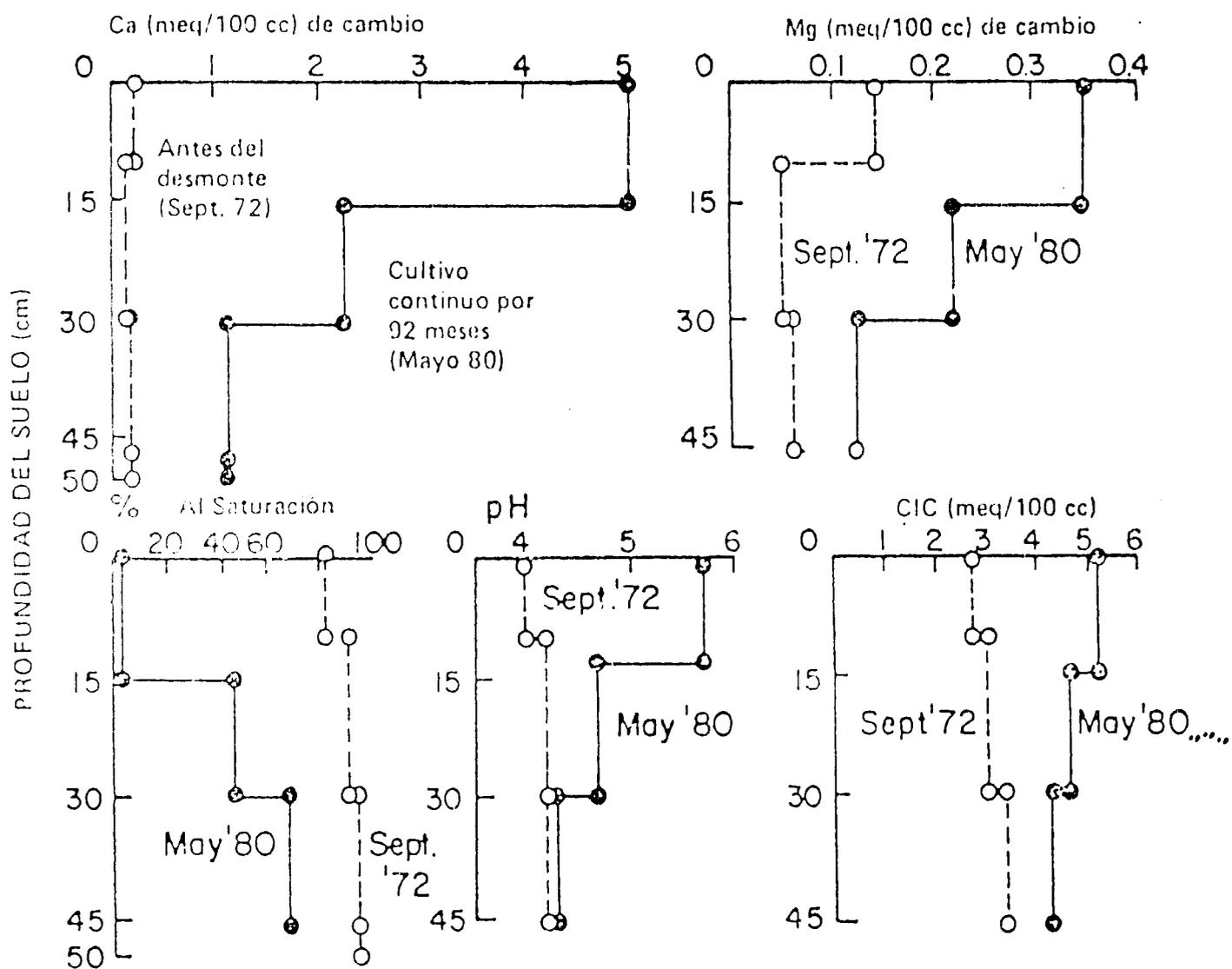


Figura 6. Mejoramiento de las propiedades químicas del subsuelo después de 7.1/2 años de cultivos continuos de arroz-maíz-soya en rotación en un Ultisol de Yurimaguas, Perú. Fuente: Sánchez et al 1982

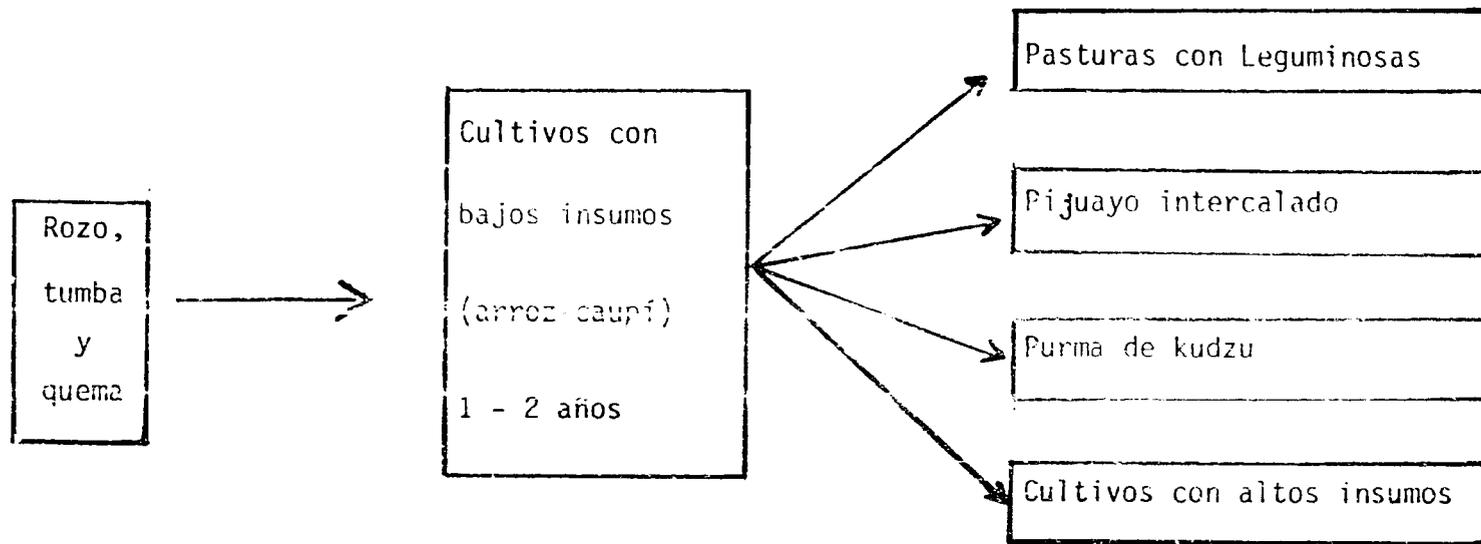


Figura 7. Opciones que pueden seguir al cultivo con bajos insumos después de 1 ó 2 años de producción.