

0254

AMAZONIA

Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras



Memorias de la Conferencia Internacional patrocinada por:

La Fundación Rockefeller

La Agencia Alemana para Cooperación Técnica, GTZ

El Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT

La Universidad Estatal de Carolina del Norte, NCSU

El Centro Internacional para Investigación en Agrosilvicultura, ICRAF



Serie CIAT 03S-4(82)
ISBN 84-89206-15-5

COLECCION HISTORICA

AMAZONIA

Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras

CIAT
BIBLIOTECA
CONDICIONES - CANJE

3 SET 1982
53937

Editora: Susanna B. Hecht
Comité editorial: Gustavo A. Nores, Presidente
Susanna B. Hecht
Pedro A. Sánchez
James M. Spain
Gary Toenniessen

Memorias de la Conferencia Internacional patrocinada por:
La Fundación Rockefeller
La Agencia Alemana para Cooperación Técnica, Ltd., GTZ
El Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT
La Universidad Estatal de Carolina del Norte, NCSU
El Centro Internacional de Investigación en Agrosilvicultura, ICRAF

La Conferencia y la publicación de las Memorias recibieron apoyo financiero de la Fundación Rockefeller y de la Agencia Alemana para Cooperación Técnica, Ltd., GTZ.

Centro Internacional de Agricultura Tropical
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

ISBN 84-89206-15-5
Serie CIAT 03S-4(82)
Agosto, 1982

Centro Internacional de Agricultura Tropical
agricultura y uso de tierras. Susanna B. Hecht
Tropical, Cali, Colombia. 448 p.

1. Recursos naturales — Amazonia
Agricultura — Investigaciones — Amazonia
Tierra — Usos — Amazonas (Cuenca)
(Cuenca). I. Hecht, Susanna B. (Serie, 1982)

Tiraje: 2000 ejemplares.

Contenido

	Página
Prefacio	7
Palabras de Bienvenida	9
Palabras de Apertura	11
Informes de Países	15
Evaluación General del Potencial Agropecuario de la Amazonía Boliviana, <i>Francisco Pereira, José G. Salinas</i>	17 ✓ 097
Evaluación General de las Políticas de Desarrollo e Investigación en la Amazonía Brasileña, <i>Herminio Maia Rocha</i>	33
Algunas Consideraciones sobre la Amazonía Colombiana, <i>Jaime Navas Alvarado</i>	41
Políticas y Planes de Desarrollo para la Región Amazónica Ecuatoriana, <i>Raúl de la Torre F.</i>	61
Políticas y Planes de Desarrollo para la Región Amazónica del Perú, <i>Javier Gazzo</i>	87
Una Experiencia Peruana para el Desarrollo de su Amazonía: el Organismo Regional de Desarrollo de Loreto y el Proyecto Jenaro Herrera, <i>José López Parodi</i>	109
El Desarrollo Agrícola de la Región Amazónica Venezolana, <i>Sergio Benacchio.</i>	117

Informes Técnicos

Investigación de Ecosistemas

Recursos de Tierras, Suelos y su
Informe acerca del Estado d
Cochrane, Pedro A. Sánchez

Los Usos de la Tierra en la R
Naturales, *Herbert O. R. Schub*

Investigación Agrícola

Producción de Cultivos Alimen
Carlos Valverde S., Dale E. Bar

Producción de Pastos y Ganado
Emanuel Adilson Sousa Serrão

Una Evaluación en Perspectiva
Cuenca Amazónica, *Paulo de T*

Silvicultura y Agrosilvicultura

Los Sistemas Agroforestales en
Teoría y Límites de un Uso Pro
Hecht

Actividades de Investigación e
Sistemas de Multiestratos en la
Húmedos), *Robert B. Peck*

Investigaciones Silviculturales y
Conif, *Juan E. Valencia*

Sistemas Agroforestales para el
Andes, *John P. Bishop*

Conclusiones y Recomendaciones

Siglas

Los participantes en esta conferencia recomendaron la creación de un mecanismo para fortalecer la investigación agrícola y ecológica en la región amazónica. Un pequeño comité fue nombrado para cumplir tal recomendación, lo cual condujo al establecimiento de una red informal de cooperación en investigación que se denominó Red de Investigación Agraria para la Amazonía (REDINAA). Los científicos asociados a REDINAA están en la actualidad preparando propuestas cooperativas de investigación que serán presentadas a las entidades nacionales e internacionales apropiadas.

Los patrocinadores de la conferencia están muy complacidos con estos adelantos y estimulan a quienes estén interesados en contribuir al fortalecimiento de la investigación agrícola y ecológica en la región amazónica a participar en los programas de REDINAA.

Prefacio

El Desarrollo agrícola y forestal de la cuenca del Amazonas puede contribuir significativamente al desarrollo económico y al mayor bienestar humano en esta vasta región de Sur América. Aunque las políticas nacionales relativas a la colonización y a la apertura de nuevas tierras para la producción varían considerablemente, la tendencia predominante en la cuenca es hacer un desarrollo acelerado de los territorios de frontera. La realización del potencial amazónico para la agricultura no será una tarea fácil, sin embargo, ya que la experiencia ha demostrado la existencia de numerosas limitaciones de carácter técnico, social y económico. En la actualidad se reconoce ampliamente que hay urgente necesidad de ampliar y fortalecer los programas de investigación que han de generar un mayor acopio de conocimientos necesarios para garantizar que el desarrollo agrícola en la Amazonía sea sustentable tanto técnica como económicamente.

En respuesta a esta necesidad, los gobiernos nacionales esperan establecer nuevas estaciones de investigación así como fortalecer las existentes en la Amazonía. Numerosas agencias internacionales de asistencia técnica y financiación han demostrado también un creciente interés en colaborar con los programas de investigación en la región. El último grupo incluye las cinco agencias que patrocinaron la Conferencia sobre Investigación Agrícola y Uso de la Tierra en la Amazonía que fue celebrada en el CIAT, Cali, Colombia, en abril 16 a 18 de 1980. Esta conferencia reunió cerca de 20 distinguidos científicos y funcionarios gubernamentales de los seis países amazónicos mayores y un número parecido de representantes de agencias internacionales. El objetivo fue identificar y promover las oportunidades de investigación más

promisorias que condujeran agrícolas apropiadas para las únicas de la Amazonía.

Las presentaciones y discusiones dieron un panorama de las políticas nacionales en la Amazonía así como un conocimiento sobre opciones de uso de la tierra, identificaron además las necesidades y sugirieron una estrategia para la formación de las agencias interesadas, y condujeron a un directivo encargado de la formación y realización de tal estrategia. La reunión directiva celebrada en Manaus definió los pasos a seguir en la formación de las agencias para la Amazonía.

En esta publicación se pone a disposición de todos los interesados en la región amazónica así como en los trópicos húmedos en general. Este documento útil sobre el estado actual de la investigación facilite la investigación futura.

Queremos agradecer al CIAT por su participación en la conferencia y a la Fundación para la Cooperación Técnica por su contribución de cada autor. También a la colaboración de Susanna Hecox por su labor de editora de esta publicación.

El

Palabras de Bienvenida

John L. Nickel*

“En nombre del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), del Consejo Internacional de Investigación en Agro-silvicultura (ICRAF), de la Agencia Alemana para la Cooperación Técnica (GTZ), de la Universidad Estatal de Carolina del Norte (NCSU) y de la Fundación Rockefeller, tengo el honor de darles la bienvenida a este Centro y a esta Conferencia Internacional sobre Investigación Agrícola y Usos de la Tierra en la Amazonia. Nos complace el que hayan aceptado esta invitación, dejando de lado sus otras importantes actividades diarias a fin de asistir a esta Conferencia. El CIAT se siente honrado de servir de anfitrión a tan distinguidos visitantes. Su participación garantiza, sin lugar a dudas, el éxito de la Conferencia.

“El CIAT es una institución internacional sin ánimo de lucro dedicada al mejoramiento del bienestar humano mediante el aumento de la producción de alimentos. Nuestro objetivo es contribuir a solucionar, en colaboración con instituciones locales, los graves problemas de pobreza y hambre, por medio del desarrollo y la transferencia de tecnología mejorada de producción. Aun cuando nuestras actividades no se llevan a cabo directamente en la cuenca amazónica, si estamos sumamente interesados en cualquier tipo de desarrollo que tenga lugar en dicha región. Nuestro interés es por demás manifiesto toda vez que tres de los cuatro productos principales en los que trabaja el CIAT (es decir, pastos tropicales, yuca y arroz) son componentes importantes de los sistemas agrícolas que se utilizan en esa región. En segundo lugar, como institución dedicada a incrementar tanto la productividad como la producción de alimentos, no podemos ignorar el valioso aporte que esta región puede hacer a la producción de alimentos en este continente. Reconocemos que la utilización de un recurso tan valioso como es la tierra debe hacerse teniendo en cuenta todos los factores tecnológicos y socioeconómicos que puedan garantizar la productividad de estos recursos para las generaciones futuras. Por tratarse de un asunto tan controvertido, el CIAT constituye, en

* Director General del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia.

nuestro concepto, como institutos, es, un terreno razonablemente de esta naturaleza. A esta Conferencia y hemos invitado a individuos confiando en que en esta forma más libre y franca, sin que ello que, por el contrario, arroje

“Además de servir de sede esperamos poder sacar gran provecho de las discusiones que tendrán lugar. El estado de conocimientos sobre los resultados obtenidos por las investigaciones en la Amazonia, las políticas, programas y proyectos de poder planificar los nuevos trabajos específicos.

“El trabajo que se ha de hacer es de gran complejidad. Abarca numerosos aspectos de la silvicultura, desde la edafología hasta la fisiología, la agronomía, la nutrición animal y la zootecnia, los aspectos ecológicos además de graves obstáculos, probablemente las dificultades para obtenerse por medio de un conjunto de disciplinas.

“Es para mí muy satisfactorio ver como numeroso de representantes de la investigación de la región de las universidades donantes interesadas han asistido a esta Conferencia. En nombre de muchas de las patrocinadoras, les deseo toda suerte de éxito y una estada placentera en Colombia.

“Espero que durante su permanencia tengan un rato libre para conocer más de cerca el Centro.

“Muchas gracias.”

Palabras de Apertura

John A. Pino*

“En nombre de las agencias patrocinadoras de esta Conferencia y como representante de la Fundación Rockefeller, deseo expresar nuestra satisfacción por la gran acogida a nuestra invitación por parte de tan distinguidos participantes. El gran interés de las agencias nacionales e internacionales refleja, en mi opinión, la oportunidad con que se decidió llevar a cabo esta Conferencia y la importancia de los aspectos a los que nos referimos, es decir, la expansión y el fortalecimiento de la investigación agrícola y sobre usos de la tierra en los trópicos húmedos del mundo.

“Mas de la mitad de las tierras bajas húmedas tropicales del mundo se encuentran en América del Sur, y una mayoría abrumadora (más de 600 millones de hectáreas contiguas) está localizada en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco. Esta vasta región, la cual incluye más de la mitad de la superficie de algunos de los países representados en esta Conferencia, aún está poco desarrollada o totalmente virgen. Por otra parte, el número de habitantes en la región amazónica está aumentando rápidamente. Casi todos los gobiernos nacionales están incrementando los esfuerzos para responder a las necesidades de esta región y de su gente. Los recursos naturales están siendo evaluados y se están creando incentivos para el desarrollo agrícola e industrial. En general, se están fomentando los asentamientos en la región tanto por medio de la migración planificada como espontánea. Muchos comparten la opinión de que el desarrollo agrícola en la Amazonía puede hacer una contribución sustancial a la producción nacional y mundial de alimentos y que éste sería el medio más eficaz de lograr mayor prosperidad económica en la región. La experiencia ha demostrado hasta el momento, sin embargo, que se requiere investigación adicional y nuevas técnicas agrícolas diseñadas específicamente para los trópicos húmedos a fin de que se pueda sostener la producción a niveles económicos, sin perturbar el equilibrio de los sistemas naturales ecológicamente frágiles de la región.

* Vicepresidente de la Junta Directiva del CIAT y Director, Ciencias Agrícolas, Fundación Rockefeller.

"Todos los aquí presentes históricas de crecimiento de resultantes que han sido imp poder satisfacer las demandas nuestra ignorar las implicaciones testigos de la destrucción de recuperación para fines produ Estados Unidos, la pérdida a más de un millón de acres consecuencias de la deforestación

"Todo esto lo sabemos!

"No obstante, a pesar de impotentes ante estas fuerzas cuentan con un enfoque amplio sus recursos naturales, incluyendo fauna. Por otra parte, tampoco políticas básicas que gobiern dificultad es el conflicto entre utilizar su tierra como guste, nacional. Reconocemos que e poderosas y que comprenden conocimiento científico y te decisiones adecuadas. La ciencia un determinado punto con la de poder diseñar y aplicar p tierra.

"Sin embargo, el objetivo acelerar el desarrollo y di agrícolas y de uso de la tierra húmedos de América del Sur conocimiento actual sobre l producción agrícola en la cuer tecnologías necesarias; revisar cabo actualmente sobre d necesidades futuras de invest expansión y el fortalecimiento apropiados y discutir las opciones varias entidades puede ser de de dichas estrategias.

“Obviamente cualquier programa de investigación agrícola futura debe diseñarse dentro del contexto de los programas nacionales establecidos y ser consistente con los objetivos y las políticas de desarrollo nacional. Además, el conocimiento adquirido por estos mismos programas nacionales ya permite determinar cuáles son las tecnologías agrícolas apropiadas para la Amazonía, en qué circunstancias y por qué. Las nuevas tecnologías agrícolas seguramente deberán adaptarse a cada localidad y situación específicas. Proponemos, por consiguiente, que comencemos la Conferencia con las presentaciones y discusiones sobre los programas y las políticas de los distintos países amazónicos concernientes al desarrollo en las tierras bajas de los trópicos húmedos, incluyendo las lecciones aprendidas por la simple experiencia, con lo cual las discusiones y recomendaciones subsiguientes tendrán un adecuado marco de referencia.

“La segunda sesión de la Conferencia consistirá en una revisión del estado de conocimientos sobre los recursos agrícolas en la región amazónica y las diferentes opciones de desarrollo agrícola y de uso de la tierra.

“La investigación científica y la cartografía sistemática de los recursos agrícolas de la Amazonía son relativamente recientes; por consiguiente, también deberíamos discutir los importantes recursos naturales sobre los que se requiere mayor información.

“Para facilitar la preparación de los informes y las discusiones, las alternativas agrícolas y los usos de la tierra se han clasificado en las siguientes categorías: bosques, cultivos perennes, pastos y ganadería, y cultivos anuales. La investigación sobre estas alternativas y otros sistemas agrícolas apenas se está iniciando en la región amazónica. De hecho, algunos de los cultivos agrícolas más apropiados probablemente son desconocidos o se tiene un conocimiento muy vago de sus características básicas y de su potencial de producción y mercadeo. Uno de los principales problemas que deben afrontar los investigadores agrícolas en la Amazonía es la necesidad de seleccionar entre numerosos cultivos potenciales nuevos, unos cuantos que justifiquen un esfuerzo de la investigación conjunto y a largo plazo. En una región difícil como la Amazonía, también es necesario evaluar las ventajas comparativas entre el alto potencial de producción de los monocultivos y una mayor estabilidad del rendimiento de las asociaciones heterogéneas. Como es probable que los sistemas de uso de la tierra que aunán

varias opciones sean los más adecuados para versar sobre los sistemas agrícolas.

“La última sesión tratará de formular una estrategia para identificar oportunidades de colaboración con las entidades interesadas. Esta sesión será una discusión así que les sugerimos que estén preparados para ser interrogantes al igual que en las sesiones anteriores. Los temas a ser discutidos durante los próximos días serán la definición de una estrategia de colaboración y de nuevo en dicha sesión. Las recomendaciones deberá estar listas para el día antes del viernes. Deben mantenerse al día desde el comienzo y que espere a las recomendaciones más exactas.”

“Si partimos del principio de que los sistemas agrícolas son complejos y los sistemas agrícolas son realmente los más apropiados para la Amazonía, el sistema de investigación y evaluación también será necesario. En este lugar a dudas equipos interesados en las instituciones, lo que acentúa la necesidad de investigación claramente definida. Necesitamos una estrategia que nos ayude a trabajar con el personal y los requerimientos técnicos y financieros, así como el desarrollo de los específicos de investigación.”

Informes de Países

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY
BIBLIOTECA
UNIVERSITARIA
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
MEXICO

Evaluación General del Potencial Agropecuario de la Amazonia Boliviana

Francisco Pereira*

José G. Salinas**

Introducción

El propósito de este trabajo es presentar información general sobre el potencial agropecuario de la Amazonia boliviana. Es menester resaltar que el conocimiento de los ecosistemas amazónicos de Bolivia y las alternativas de producción forestal, agrícola y pecuaria son superficiales. El desarrollo agrícola-ganadero de la región tropical boliviana está pasando por una serie de dificultades que son el reflejo de la falta de investigación y planificación detalladas. Aunque existen algunos estudios agronómicos, la mayoría no tiene objetivos claramente definidos y su aplicación está limitada por dificultades técnicas y/o económicas.

Teniendo en cuenta que el potencial de un ecosistema dado está determinado por la caracterización de sus recursos de clima, vegetación y suelo, este trabajo pretende dar una información general sobre estos factores con base en las principales regiones climáticas, identificadas por su evapotranspiración potencial total durante la época lluviosa, la vegetación dominante dentro de cada ecosistema y la distribución de los principales suelos a nivel de orden, suborden y gran grupo, incluyendo además ciertas propiedades edáficas. Las características generales de la Amazonia se describen ampliamente en los trabajos de Cochrane y Sánchez y de Schubart y Salati en este mismo libro. El conjunto de estos factores naturales indica, en líneas generales, el potencial agropecuario de la Amazonia boliviana. Por último se intenta evaluar el potencial de los pastizales nativos, parte de los cuales se hallan utilizados actualmente, a fin de dar una visión de la explotación ganadera en esta región nororiental de Bolivia.

* Director del Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, IBTA - MACA, La Paz, Bolivia.

** Fdofólogo. PhD Programa de Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Apartado 6713 Cali Colombia.

Características Generales

Localización y área. Ecológicamente se divide en dos zonas: a) el Altiplano*, b) los valles tropicales. Cada una de estas zonas tiene una gran variedad de recursos naturales, de manera que los recursos naturales son abundantes en todas las formas de vida referente a especies, su cantidad y variedad.

De las dos terceras partes del territorio boliviano abarcan el área definida como la zona intermedia, es decir, aproximadamente una tercera parte (33%) del territorio boliviano (Weil *et al.*, 1974). Específicamente la región nororiental del país, en la zona hidrográfica amazónica (Fig. 1). La gran cantidad de afluentes del Amazonas, en la zona hidrográficas principales (Madrugada y Beni). (Itenez).



Figura 1. Sistemas hidrográficos.

Fuente: Weil, T. E. *et al.*, 1974

- * El Altiplano boliviano es un área de 800 km² delimitada por las cordilleras Occidental y Oriental hasta la frontera con Argentina. (Nota del autor).
- ** Zona intermedia entre el Altiplano y los llanos (2600 - 3000 msnm) los valles centrales (2000 - 2600 msnm) los valles semitropicales (1000 - 2000 msnm), etc.

Como la cuenca del Amazonas cubre las áreas de Sur América, desde aproximadamente los 5° de latitud norte hasta 17° de latitud sur, con el punto más occidental en el meridiano 78°0 y el más oriental en el meridiano 46°0, la región amazónica de Bolivia estaría constituida por todo el departamento de Pando, parte del norte del departamento de La Paz y una gran mayoría del departamento del Beni, con lenguas de prolongación hacia las regiones del Chapare (Cochabamba) y Yapacaní (Santa Cruz).

Esta vasta región del territorio boliviano presenta diferentes condiciones fisiográficas, y puede subdividirse en tres unidades geográficas principales: a) Planicies terciarias de Pando, b) Planicies de Guayaramerín, y c) Planicies del Beni. La Figura 2 muestra las principales unidades fisiográficas de Bolivia nororiental incluyendo las tres unidades que corresponderían a la Amazonia boliviana. Este mapa fue elaborado con base en un mapa más detallado de "Sistemas de Tierras" delineados sobre imágenes de satélite LANDSAT a una escala de 1:1'000.000 (CIAT, 1979-80).

Según Cochrane (1973), las llanuras de Pando localizadas en el extremo norte y oeste del país se caracterizan por presentar una superficie plana ligeramente elevada, disecada o cortada por la erosión, y forman una serie de colinas pequeñas generalmente de cimas planas. Geológicamente, el material parental de los suelos proviene de un depósito sedimentario constituido por areniscas blandas y ferruginosas cuyo origen se remonta a la era terciaria.

Las Planicies de Guayamerín son un área extensa que ocupa gran parte del norte del Departamento del Beni y una porción considerable del Departamento de Pando. Se caracteriza por una planicie casi plana, extensa y baja (200-230 msnm). En general, el material parental es un aluvión viejo cuaternario. Sin embargo, en la región de Guarayos, localizada al norte y este del país y al sur del río Itenez, se observa el escudo brasileño como afloraciones rocosas ocasionales. La mayor parte del área está cubierta por aluvión derivado de las rocas del escudo. En el extremo nordeste de Bolivia se observa también una fisiografía similar pero intercalada con áreas muy bajas, generalmente pantanosas (Cochrane, 1973).

Debido a las condiciones adversas de drenaje, las inundaciones anuales son características de esta región, donde las partes bajas se mantienen saturadas aproximadamente seis meses. Por otra parte, las áreas altas, conocidas como "islas", tienen generalmente un mejor drenaje. Otra característica interesante de estas llanuras es la presencia de los llamados "lagos cuadrados" cuyo origen aún continúa en debate entre los geólogos, pero que en la práctica proporcionan valiosos aguaderos para los animales.

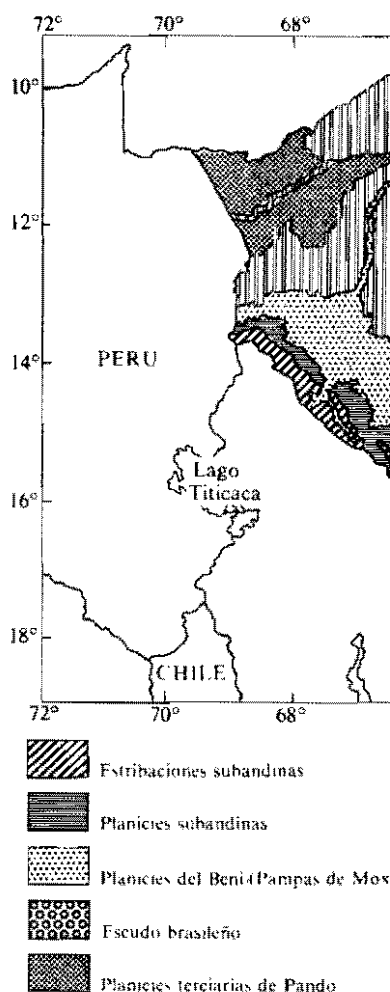


Figura 2. Principales unidades fisiográficas.
Fuente: CIAT. Evaluación del Recurso Hídrico.

La tercera unidad fisiográfica (Planicies del Beni o Pampas de Moxos), un área también extendida al norte, cubre la zona central del Departamento del Beni y se extiende hacia las regiones del Chapare (Cochabamba).

El material o roca parental del aluvión viejo cuaternario, probablemente es de tipo arenoso. La superficie de esta planicie es relativamente plana y se caracteriza por tener una gran

ligeramente ondulada. Las partes altas están cubiertas por bosques en contraste con los pastizales nativos que son comunes en esta región. Al igual que en las planicies de Guayaramerín, las inundaciones son anuales como resultado del drenaje deficiente del suelo, especialmente en las tierras bajas (Cochrane, 1973).

A lo largo de los ríos que forman la cuenca amazónica boliviana, se observan franjas de tierra cuyo material geológico proviene, en gran parte, de depósitos aluviales. Las características edáficas de los suelos de estas franjas dependen de la edad y procedencia de los sedimentos, las que están a su vez en relación directa con el origen y recorrido de los ríos.

Clima y vegetación. La región nororiental de Bolivia se caracteriza por presentar condiciones ambientales variables pero típicas del clima tropical. La temperatura media anual es aproximadamente 26°C sin cambios estacionales apreciables. La precipitación anual fluctúa entre los 1300 y 1800 mm, concentrándose (85% del total) entre los meses de septiembre a abril y el 15 por ciento restante entre mayo y agosto. Cochrane y colaboradores (1979) determinaron que las variaciones en la evapotranspiración potencial total durante la época lluviosa permitían clasificar la cobertura vegetal existente en los trópicos con base en la energía disponible para el desarrollo vegetal durante la época de crecimiento. Por otra parte, la temperatura media durante la estación lluviosa, definida como la época del año en que el índice de humedad disponible es superior a 0,33, es un parámetro satisfactorio para identificar tipos de vegetación o ecosistemas. De esta manera, se identificaron cinco ecosistemas principales en el trópico suramericano (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ecosistemas principales identificados en el trópico suramericano.

Características de clima*		Nombre del ecosistema principal
EPTLL >	1300 mm	Bosque tropical lluvioso
ELL >	9 meses	
TMELL >	23.5°C	
EPTLL	1060-1300 mm	Bosque estacional semi-siempreverde
ELL	8-9 meses	
TMELL >	23.5°C	
EPTLL	910-1060 mm	Sabanas tropicales bien drenadas e hipertérmicas
ELL	6-8 meses	
TMELL >	23.5°C	
EPTLL	910-1060 mm	Sabanas tropicales bien drenadas y térmicas
ELL	6-8 meses	
TMELL <	23.5°C	
EPTLL	variable	Sabana tropical mal drenada

*EPTLL = Evapotranspiración potencial total durante la estación lluviosa.

ELL = Estación lluviosa determinada con base en el índice de humedad disponible (IHD).

TMELL = Temperatura media durante la estación lluviosa.

Fuente: CIAT, 1980

El Cuadro 2 muestra los pr
región amazónica boliviana, en r
consideradas como representati
ecosistemas principales caracte
estacionales semi-siempreverdes

Aproximadamente 75 por cien
está dentro del ecosistema de bo
por ciento restante está constitui
Por otra parte, las condiciones a
menos el 44 por ciento (16 millon
Cincuenta y siete por ciento de la
ha) están cubiertas por sabanas
millones ha) por bosques estac
boliviana (36,4 millones ha),
corresponde a tierras bien dre
estacional; no se han detectado

Suelos. La distribución de l
amazónica de Bolivia se obser
considerados en la taxonomía d
encuentran en esta región (C
localización en función del ecosi
Bajo condiciones de bosque esta
predominantes (67%) seguidos p
ultisoles (3,5%). Esta informac
mayoría de los bosques estaciona
de baja fertilidad. Inversamen
pobrememente drenados se caracte
Estos tres ordenes constituyen
drenados con vegetación de bo
(42%) seguidos por los alfisoles

En relación con las sabanas ex
la información disponible indi
drenaje del suelo muy deficiente.
(68%) y ultisoles (32%).

Una distribución más detallada
Cuadro 4. La mayoría están cla
juntos llegan a constituir el 57
elevado es indicativo de la baja f
cubierto por alfisoles (26%) y e
aluvial y localizados en las franj

Cuadro 2. Localización geográfica, parámetros climáticos y ecosistemas principales de algunas estaciones meteorológicas representativas de la región nororiental de Bolivia.

Estación meteorológica	Latitud sur	Longitud oeste	Altitud (m)	ETEL* (mm)	TMEL** (°C)	Estación*** lluviosa (meses)	Ecosistema principal
Cobija	11°01'	66°44'	280	1022	25.3	9	Bosque estacional semi-siempreverde
Guayaramerín	10°48'	65°22'	172	772	26.7	7	Sabanas hipertérmicas
Riberalta	11°00'	66°05'	172	902	26.9	8	Sabanas hipertérmicas
San Joaquín	13°04'	64°48'	202	995	27.0	8	Sabanas hipertérmicas
Magdalena	13°21'	64°08'	235	865	27.2	7	Sabanas hipertérmicas
San Ignacio de Moxos	14°53'	65°36'	220	791	25.1	9	Sabanas hipertérmicas
Santa Ana	13°45'	65°35'	220	1109	27.0	9	Bosque estacional semi-siempreverde
San Borja	14°49'	66°35'	226	1155	25.4	9	Bosque estacional semi-siempreverde

*ETEL = evapotranspiración potencial total durante la estación lluviosa

**TMEL = temperatura media durante la estación lluviosa

***Estación lluviosa = IHD > 0.33. IHD = Índice de humedad disponible.

Fuente: Hancock y Hargreaves, 1979; Cochrane *et al.*, 1979; Cochrane, 1973.

Cuadro 4. Distribución de suelos de la región nororiental de Bolivia a nivel de gran grupo. Clasificación tentativa.

Orden	Suborden	Gran Grupo	Area (millones ha)	Proporción (%)
Oxisol	Orthox	Haplorthox	7.68	26.9
		Acrorthox	3.50	12.3
Total Oxisoles			11.18	39.2
Ultisol	Aquults	Tropaquults	3.59	12.6
	Ustults	Tropustults	0.20	0.7
	Uduults	Tropudults	1.32	4.6
Total Ultisoles			5.11	17.9
Alfisol	Aqualfs	Tropaqualfs	7.14	25.0
	Ustalfs	Rhodustalfs	0.23	0.8
	Udalfs	Tropudalfs	0.17	0.6
Total Alfisoles			7.54	26.4
Entisol	Aquents	Tropaquents	1.10	3.9
		Psammaquents	0.16	0.6
	Fluvents	Tropofluvents	3.13	11.0
	Orthents	Troporthents	0.22	0.8
	Psamments	Tropopsamments	0.08	0.3
Total Entisoles			4.69	16.5
Gran Total			28.52	100.0

Fuente: CIAT. Evaluación del Recurso Tierra, 1979-80.

A nivel de Gran Grupo, se distinguen tres de importancia entre los oxisoles y ultisoles: Haplorthox (27%), Acrorthox (12%) y Tropaquults (13%). Los dos primeros tienen buen drenaje y un perfil uniforme en las capas profundas y son de baja fertilidad natural; se encuentran localizados primordialmente en los bosques estacionales como se indicó en el Cuadro 3. En cuanto a los tropaquults, éstos suelos están localizados tanto en los bosques estacionales como en las sabanas mal drenadas, las cuales permanecen inundadas durante la estación lluviosa por un período relativamente largo. Otro grupo de suelos de importancia pero dentro de los alfisoles son los tropaqualfs que abarcan un 25 por ciento de las sabanas mal drenadas.

El Cuadro 5 resume algunas características de la región nororiental de Bolivia. Se caracteriza por tener valores de pH que indican acidez sugiere la presencia de aluminio (Al) madamente el 29 por ciento de los suelos son de Al alta (40-70%) y muy alta (70-100%). Es importante observar que la mayoría de los suelos (5,3-6,5) tanto en la capa arable como en la subsuperficial, consecuencia, la saturación de Al es alta (40-70% de sat. de Al) en un 42 por ciento de los suelos, la disponibilidad de fósforo es media en los suelos, y en un 27 por ciento es baja disponibilidad del elemento.

Cuadro 5. Resumen de algunos parámetros de suelos de la región nororiental de Bolivia.

Parámetro y rango
pH:
Muy ácido (<5,3)
Acido a neutro (5,3-7,3)
Alcalino y/o salino (>7,3)
% Saturación Al:
Muy alto (>70)
alto (40-70)
medio (10-40)
bajo (<10)
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)
Baja (<4)
Media (4-8)
Alta (>8)
Fósforo disponible (ppm-Bray II)
Bajo (<3)
Medio (3-7)
alto (>7)

Fuente: CIAT, Evaluación del Recurso Tierra.

De esta información general se puede inferir que los suelos de esta región, la mayoría de los cuales están clasificados como oxisoles y ultisoles, tienen un nivel de fertilidad medio a bajo. A pesar de que casi todos ellos están cubiertos por bosque estacional (o sea que tienen un tipo de vegetación que mantiene ese nivel de fertilidad como resultado del reciclamiento de nutrimentos), el área es altamente susceptible a una degradación rápida de la fertilidad del suelo debido a la fragilidad del ecosistema.

Potencial Agrícola y Forestal

Los recursos forestales más importantes se encuentran en el ecosistema de bosque estacional, principalmente en el departamento de Pando, norte del Beni y norte de La Paz. Es en esta inmensa región donde se producen maderas para todo uso, productos silvestres como el cacao, goma, resinas, castañas, almendras de cusi y otros, además de todo tipo de fauna silvestre representativa del Amazonas. Según Cochrane (1973), esta región boscosa es una de las pocas maravillas del mundo que aún quedan. La tala selectiva de los árboles forestales no productivos y su reemplazo con especies modernas útiles, determinaría un aumento en el potencial forestal de esta región. Sin embargo, los programas de colonización espontánea y asentamientos humanos dirigidos, si bien están solucionando los problemas sociales y económicos de áreas deprimidas del Altiplano y valles, están introduciendo sistemas de parcelación excesiva o minifundios, que se traducen en una destrucción de los recursos naturales de la región amazónica.

El trópico boliviano ha pasado a ser prioritario dentro del actual modelo de desarrollo agrícola (investigación y extensión) en Bolivia, lo que explica que las estaciones experimentales tropicales como Riberalta, Maral, Perotó, San Carlitos, Chipiriri, La Jota, Saavedra y Sapecho, constituyen el 70 por ciento de los centros experimentales agrícolas del país. En proporción similar, se tiende a establecer unidades de extensión agrícola para ofrecer una asistencia técnica con base en los resultados de una investigación práctica y efectiva. Actualmente se está tratando de consolidar una infraestructura de comunicaciones hacia la Amazonía. La construcción de las carreteras La Paz-Beni-Pando, Santa Cruz-Beni y Cochabamba-Beni, así como la conclusión de la ferrovía Yacuiba-Santa Cruz-Mamoré, permitirán incorporar, geográfica y económicamente, la Amazonía boliviana al resto del país. Paralelamente a esta transformación mediante vías de comunicación terrestre y trasplante de poblaciones, es necesaria la implantación de una tecnología apropiada para la explotación forestal, agrícola y ganadera.

Las Pampas de Moxos abarca integralmente situada en el Departamento de Moxos, la vegetación típica de sabana consta de la región que son interrumpidos por las islas. De aquí que estas praderas se encuentran bajo.

En general, estas gramíneas nat. de bajo valor nutritivo y escasa cuanto a calidad nutritiva y cantidad menor precipitación (mayo, junio, consiguiente, un período deficitario común de la quema de los pastizales a largo plazo.

Por otra parte, la escasez de l también se deba a la quema anu considerablemente la persistencia difundidas pertenecen a los géne *Desmodium*, *Centrosema* y *Gal* tales como *Crotalaria* y *Aeschyn*

Riera *et. al* (1978) indican que el pasto de gamba (*Paspalum polycratum*) y grama negra (*Paspalum paspalodes*) tienen buena palatabilidad, se encuentran en el campo de altura.

Los bajos o zonas temporalmente inundadas de herbácea de mayor calidad forrajera.

Algunas de estas especies tienen buen valor nutritivo, son muy apetecibles y son aprovechables en períodos secos. Entre ellas se destacan el arrochillo bajo (*Leersia hexandra* y *Leersia* sp), la cañuela blanca (*Paspalum hydrophyllum* y *Panicum repens*), el pelillo (*Cyperus* sp.) y el gramalote (*Paspalum plicatulum*).

Otras especies forrajeras de los bajos, consumidas también por el ganado, son el jacinto de agua (*Eichornia* sp.) y el leche leche (*Poinsettia hectorphylla*) (Riera et al, 1978).

La formación Guaraya es también una sabana pero donde la vegetación boscosa no forma islas sino que se encuentra dispersa en la sabana. Según Arce (1976), otra diferencia con las Pampas de Moxos es que los suelos de la formación Guaraya son arenosos o franco arenosos. La asociación vegetal abarca varios géneros de gramíneas tales como *Andropogon*, *Thrasya*, *Paspalum*, *Sporobolus*, *Setaria*, *Aristida*, *Elynuros* y otros. Entre las especies arbóreas, se encuentran los generos *Tecoma*, *Bombax*, *Copaifera*, *Dalbergia*, *Curatella*, *Machaerium*, y entre las palmeras los géneros *Acronomia*, *Sheelea*, *Mauritia*, *Astrocarium* y *Copernicia* (Lara, 1979).

Es en esta zona donde se concentra la mayor actividad ganadera del país. A pesar de la importancia de los recursos forrajeros nativos de la Amazonía boliviana, se puede afirmar que su manejo es deficiente, por cuanto la explotación ganadera en esta zona acusa una baja densidad de población en muchas situaciones y una sobrecarga en otras.

Las evaluaciones del potencial forrajero de los pastizales nativos en la Amazonía boliviana son escasas, y no se cuenta actualmente con una investigación básica que pueda respaldar eficientemente la delineación de normas para el manejo de estos pastizales. San Ramón (1979) afirma que la capacidad de los campos naturales de pastoreo del Beni puede incrementarse ocupando toda el área de pastizales que no está siendo utilizada sin aumentar su receptividad actual estimada en 1 animal/5 ha.

Este incremento podría ser mayor si se introducen mejoras en el sistema de explotación (potreros, abrevaderos, sistema de pastoreo, etc.), lo que permitiría reducir el número de hectáreas por animal a tres, o sea que los campos naturales de pastoreo del Beni podrían sostener alrededor de 5.000.000 de cabezas (Cuadro 6). Una situación similar podría darse para la formación Guaraya.

Cuadro 6. Estimación de la receptividad

Superficie total aprovechable
Existencia actual de ganado
Receptividad actual
Area efectiva utilizada actualmente
Capacidad potencial del área total sin aumento de receptividad
Capacidad potencial del área total con mejoras (aumento de receptividad)
Receptividad futura (con mejoras)

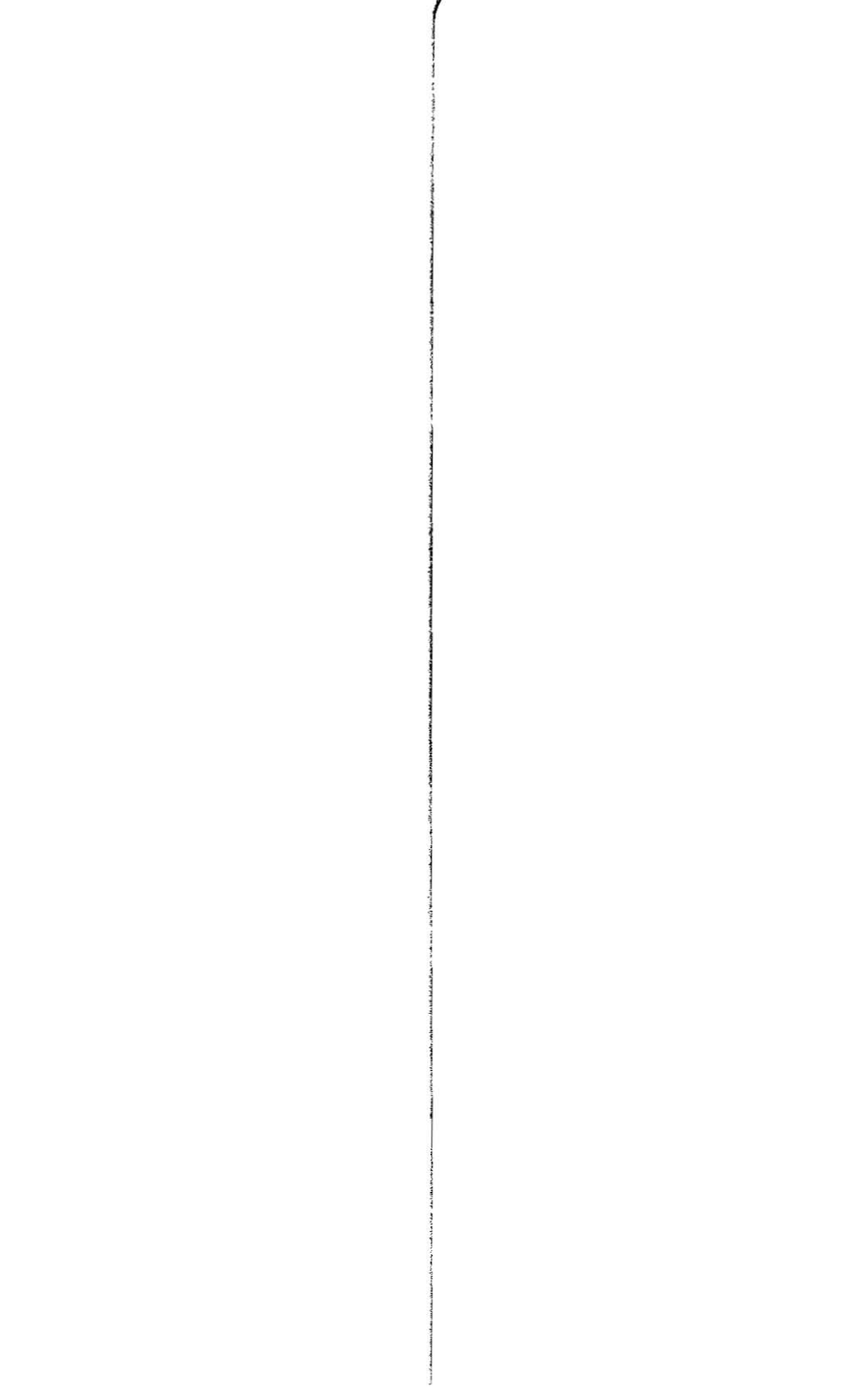
Fuente: San Román 1979.

Conclusión

Sin una utilización racional, los recursos pueden ser destruidos irremediablemente por la falta de penetración o de acceso sin un adecuado manejo y una eficiente conservación, con el consecuente aislamiento de las poblaciones, perdiendo así cualquier valor que tendrían en términos ambientales y de infraestructura. Es necesario asegurar su continuidad de uso para los asentamientos y el desarrollo de nuevas actividades. El pasado indican que en la penetración de las zonas se tomaron todas las precauciones necesarias y que los resultados fueron fundamentados.

Bibliografía

- Arce, L. 1967. **Formaciones fitogeográficas de Bolivia.** In Segundas Jornadas Agronómicas. Sociedad de Ingenieros Agrónomos de Bolivia. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. La Paz, Bolivia. pp. 11-31.
- Braum, O. 1963. **Pastos del trópico de Bolivia - Cultivo de pasto en el Alto Beni.** 10 p. (Mimeografiado).
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1979-80. **Evaluación del recurso tierra.** Servicio Computarizado de Datos sobre América Tropical. CIAT, Cali, Colombia. (Inédito)
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1980. **Informe Anual 1979.** Cali, Colombia. pp. 69-72
- Cochrane, T.T. 1973. **El potencial agrícola del uso de la tierra en Bolivia.** Un mapa de sistemas de tierras. Ministerio de Agricultura, La Paz, Bolivia, 826 p.
- Cochrane, T.; Porras, J.A.; de Azevedo, L.G.; Jones, P.G.; Sánchez, L.F. 1979. **An explanatory manual for CIAT's computerized land resource study of tropical America.** CIAT, Cali, Colombia. 49p.
- Hancock, J.K.; Hill, R.W.; Hargreaves, G.H. 1979. **Potential evapotranspiration and precipitation deficit for tropical America.** CIAT, Cali, Colombia. 398p.
- Lara, R. 1979. **Descripción de vegetación y pastura de la región amazónica.** Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, La Paz, Bolivia. 3p. (Mimeografiado).
- Riera, S.; Manzano, A.; Boscopé, F.; Villegas, G.; Borja, G. 1974. **Recursos naturales y la actividad agropecuaria del trópico de Bolivia.** In Reunión Internacional sobre Sistemas de Producción para el Trópico Americano. IICA Trópicos, Lima, Perú. 72p.
- San Román, J. 1979. **Alcances y perspectivas de la explotación bovina en el Beni.** 11p. (Mimeografiado).
- Weil, T.E., Black, J.K.; Blustein, H.T.; Hoyer, H.J.; Johnson, K.T.; McMorris, D.S. 1974. **Area handbook for Bolivia.** U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 417 p.



Evaluación General de las Políticas de Desarrollo e Investigación en la Amazonía Brasileña

Herminio Maia Rocha*

Introducción

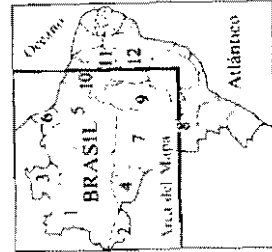
Es indudable que en la Amazonía brasileña existe un enorme potencial para la producción de alimentos y otros productos agrícolas tanto para el consumo interno como para la exportación. Se estima que en las tierras altas de la "Amazonia Legal" hay aproximadamente 28 millones de hectáreas de suelos de fertilidad media a alta. Estos suelos se encuentran localizados principalmente en el sur de Pará, en las regiones de São Felix do Zingu y Altamira, en el territorio Federal de Rondônia y en el estado de Acre. Las várzeas (llanuras de la selva lluviosa estacionalmente inundadas), las cuales se encuentran distribuidas a lo largo de la región amazónica, contienen 20 millones de hectáreas de suelos fértiles aprovechables para la producción de alimentos.

El clima varía de un lugar a otro en la región, y aunque no se sabe a ciencia cierta cómo ocurre, en asocio con ciertos tipos de suelos favorece en ciertas zonas la producción de cultivos de muy buen precio en el mercado tales como las palmas oleaginosas, el cacao, el caucho, la pimienta negra y otros.

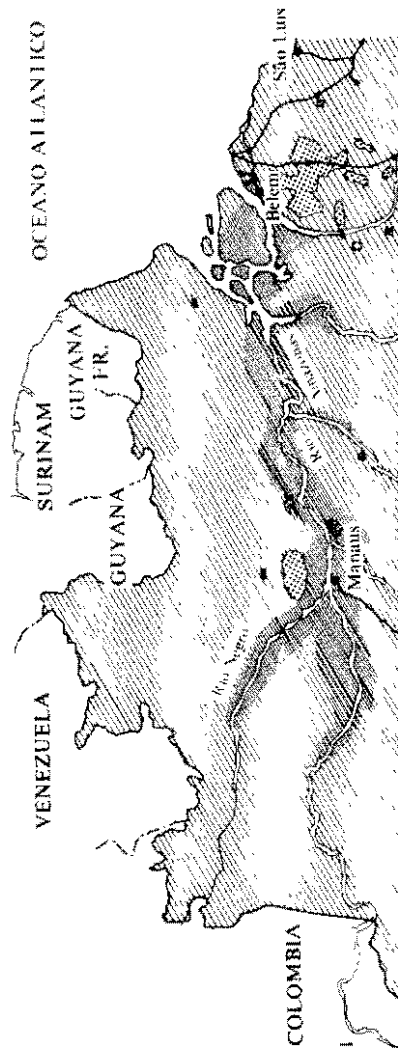
La vegetación natural, conocida por su gran heterogeneidad, incluye no sólo formaciones forestales (como la selva lluviosa tropical densa) y los bosques de las vegas ribereñas y pantanos, sino otras formaciones boscosas como las de cerrado**, las praderas de la tierras altas y las praderas inundables. La Figura 1 muestra la región amazónica brasileña en detalle. La flora amazónica es muy rica y contiene especies de gran potencial económico.

* Jefe Departamento Técnico y Científico, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Edifício Super-Center, Venâncio 2 000, 7 andar, Brasília, Brasil.

** Praderas abiertas con grupos aislados de árboles que se presentan principalmente en el Altiplano Central Brasileño, en la Amazonia y en algunas regiones nororientales del país (Nota del editor.)



1. Amazonas
2. Acre
3. Roraima
4. Pará
5. Maranhão
6. Piauí
7. Mato Grosso
8. Mato Grosso do sul
9. Goiás
10. Minas Gerais
11. São Paulo
12. Rio de Janeiro



Planeación General y Políticas de Desarrollo en Brasil

La planeación por parte del gobierno en relación con la región amazónica se remonta a los comienzos de este siglo (Plano de Defesa da Borracha en 1912), pero fue durante el período de la posguerra cuando tuvo lugar la creación activa de programas y entidades para esta región del país. La Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazonia (SPVEA) fue constituida en 1946 y trabajó hasta 1964. Esta agencia fue la responsable del desarrollo de la infraestructura inicial que permitió vincular a la Amazonia al resto del país (la autopista Belém-Brasilia) y fue decisiva para lograr la expansión de la "Amazonia Clásica" a la "Amazonia Legal" con la incorporación de partes de los estados de Goiás y Mato Grosso. Al aumentar el área bajo su jurisdicción en más de un 30 por ciento, la SPVEA pasó a ser la entidad de planificación para el 60 por ciento del territorio nacional brasileño. Los programas de la SPVEA de integración de la Amazonia abarcaron, además de la expansión de la infraestructura, los campos de la salud, educación, investigación agrícola y científica y créditos agropecuarios.

La "Operación Amazonia" comenzó después de la revolución de 1964 y se concentró en aumentar la migración a la región, abriendo una nueva frontera agrícola y creando incentivos fiscales para el capital privado, promoviendo la infraestructura y la investigación sobre utilización de la tierra. Sus programas se orientaron al desarrollo de polos para integrar los múltiples objetivos de colonización, desarrollo de infraestructura y expansión agrícola. Se crearon bancos de desarrollo y fondos crediticios, y se promulgaron legislaciones tendientes a promover el desarrollo de la región que posteriormente quedarían bajo la jurisdicción y coordinación de la Superintendência de Desenvolvimento da Amazonia (SUDAM).

Los objetivos de SUDAM estaban enunciados en el Primer Plan Quinquenal (Primeiro Plano Quinquenal) y en el Primer Plan Directriz (Primeiro Plano Diretor). Estos planes fijaron objetivos y estrategias para el desarrollo amazónico, lo mismo que mecanismos de financiación y orientación. A comienzos de la década del setenta, la participación del gobierno en la Amazonia había aumentado considerablemente y el énfasis se estaba haciendo en la ocupación de la tierra y los asentamientos rurales. El Programa de Integração Nacional (PIN) estaba orientado a desarrollar la infraestructura (Fig. 1) (autopistas transamazónica Cuiaba-Santrem y Perimetral Norte) necesaria para promover los asentamientos agrícolas en la región. Este programa se llevó a cabo en unión del Programa de Redistribuição da Terra (PROTERRA), el cual suministraba crédito rural,

financiaba la agroindustria, subestimulaba las exportaciones de titulación y uso de la tierra.

El Primer Programa Nacional de Desarrollo para la Amazonia de integración física, cultural y económica (en especial la región centro-sur y de colonización, crédito rural e asentamientos y la expansión de industrias de procesamiento de alimentos). Además, se promovió la investigación de la región amazónica.

El Segundo Programa Nacional explicitamente la importancia (Programa de Pólos Agropecuario) creó 15 centros de desarrollo de infraestructura, la minería y el turismo, y a su vez modificó PROTERRA.

Política de utilización de la tierra

Este tema ha sido ampliamente discutido por la sociedad brasileña y las opiniones divergen, quienes no aceptan que se apropiación de la tierra (posición que usualmente toman los ambientalistas) la ocupación del área a cualquier costo, sin planes de conservación y sin protección de la región. Afortunadamente, existe una tendencia a defender la ocupación y la producción basadas en los conocimientos tradicionales.

Es indudable que el conocimiento es insuficiente, pero la escasa información sobre la explotación en ciertas áreas dentro de la Amazonia.

Actividades en Investigación

La investigación en la Amazonia debe ser definida. En primer lugar, se debe aumentar el conocimiento científico y estudiar detalladamente la flora,

explotación, enfermedades, reciclamiento del agua, etc. El segundo paso debe ser estimular la investigación aplicada dirigida a respaldar las actividades agrícolas y, por ende, al productor.

La investigación agrícola en la Amazonía debe complementar otras actividades gubernamentales, a fin de crear una agricultura económicamente viable. Las diferentes entidades a cargo de la investigación deberían integrar sus esfuerzos para poder determinar las prioridades científicas, tecnológicas, ecológicas, económicas y sociales.

Entre las numerosas entidades nacionales y estatales comprometidas en la investigación y en el desarrollo de la Amazonia se encuentran la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), CPATU (Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido) y las UEPAES (Unidades de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual). Estas entidades extienden su radio de acción a toda la Amazonía por medio de programas específicos de investigación como el de PROPASTO. EMBRAPA trabaja activamente en la investigación para el productor con énfasis en tres aspectos básicos: el ecológico, el económico y el social. Los resultados de estos programas se presentan más adelante en este trabajo y en mayor detalle en los trabajos de Toledo y Serrão, y Valverde y Bandy en este mismo libro.

Otras instituciones de investigación se dedican a aumentar el conocimiento sobre los recursos naturales y su potencial. Por su parte, las Empresas Estaduais de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) son el órgano de extensión encargado de transferir la información de las estaciones de investigación a los agricultores de la región. El Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) y el Programa de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (PRODEPEF) llevan a cabo la investigación forestal en colaboración con EMBRAPA, INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) y SUDAM. El IBDF también tiene a su cargo la evaluación de los recursos naturales. La Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), en unión de EMBRAPA, CPATU y SUDAM, está expandiendo el cultivo del cacao en la Amazonía. El Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira (CNPSe) también trabaja con EMBRAPA y algunas entidades estatales. El Instituto Agrícola de Tomé-Açu (INATA) trabaja en varios cultivos comerciales en un área colonizada principalmente por japoneses. El Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agraria (INCRA) es el responsable del estudio de terrenos, la colonización y la titulación de las tierras en la Amazonía. Esta no es en modo alguno una lista completa, pero da una idea del empeño del gobierno brasileño en desarrollar sus estados y territorios amazónicos.

Experimentos

El desarrollo agrícola de la región requiere un gran esfuerzo y teniendo en cuenta la falta de infraestructura, las deficiencias nutricionales, la alta precipitación pluvial y el sin

El gran desafío para los científicos es diseñar sistemas agrícolas alternos apropiados para la zona, además de ser económicamente a

Algunos experimentos que están en marcha han despertado gran interés. Se están diseñando sistemas agrícolas adecuados para las condiciones de los experimentos, considerados como de altas probabilidades de éxito, buscan evaluar qué se puede producir con los diferentes sistemas. Se han establecido parcelas experimentales de 10 hectáreas, se han sembrado con cultivos perennes o anuales como el café, la caña de azúcar del Brasil, guaraná, pimienta, etc. También se han sembrado pastos, maíz, arroz, frijol y yuca.

En cada parcela se estudian los efectos de los sistemas sometidos a diferentes sistemas de manejo. Se estudian los físicos, químicos y biológicos que afectan el crecimiento secundario como por ejemplo la erosión, estudiando la utilización del bosque. Se están diseñando sistemas agrícolas sometidos a diferentes sistemas de manejo que se están estudiando los efectos de la erosión o lixiviación ya que se basa en la pérdida de la recirculación de nutrientes. A través de la producción, permiten mantener la actividad económica ocupada en la región.

En las várzeas, se están llevando a cabo cultivos alimenticios como arroz, etc. En estas áreas está siendo estudiado el uso del suelo como la alimentación, mejoramiento

La investigación forestal busca evaluar qué se puede permitir aprovechar los bosques y los recursos naturales por medio de la reforestación y la resiembra de áreas degradadas.

Algunos resultados de la investigación

Algunos de los resultados de la investigación obtenidos en los últimos años son de gran importancia para el desarrollo agrícola de la región. La recuperación de las praderas degradadas (más o menos 500,000 hectáreas del total de praderas artificiales de la Amazonia) depende básicamente del suplemento fosfórico del suelo. La tecnología consiste en limpiar el área y luego aplicar 22 kg/ha de P, la mitad como Hiperfosfato* y la otra mitad como superfosfato triple. La aplicación de fertilizantes permite que el pasto, que estaba sofocado por las malezas, se desarrolle rápidamente y cubra el área. El aumento de materia verde, tres meses después de la aplicación del fósforo, se estima en 300 por ciento.

Los experimentos sobre sistemas de producción de arroz con riego natural en las várzeas del río Caeté (Pará) demostraron que el cultivar IR-841 (cultivado tradicionalmente y sembrado a una distancia de 20 x 20 cm) produjo 8.9 ton/ha/cosecha, lo que significa un incremento del 200 por ciento en relación con el sistema tradicionalmente utilizado por los agricultores locales. En las várzeas del estado Amazonas se obtuvieron producciones promedio de 1500, 4500 y 5000 kg/ha en frijol, maíz y arroz, respectivamente, sin aplicación de fertilizantes.

En el Territorio Federal de Rondônia, los ensayos con café demostraron que era factible producir este cultivo obteniendo altos niveles de productividad. El control de la roya del café junto con otras prácticas culturales permitieron aumentos de la producción entre 98 y 200 sacos por cada 1000 plantas.

En cuanto al añublo de la hoja del caucho (*Microcyclus ulei*), principal factor limitante de este cultivo en toda América Latina, los estudios en zonas ecológicas han demostrado que la enfermedad se puede controlar por medio de diversas prácticas culturales. Mediante la investigación se están tratando de seleccionar áreas con una estación seca pronunciada que coincida con el periodo en que los árboles de caucho renuevan su follaje. Los estudios también incluyen la selección de los clones mejor adaptados a estas condiciones. Este enfoque constituye una solución genética y ecológica.

Se ha demostrado que es posible conseguir poblaciones homogéneas de especies maderables importantes en la región principalmente para la recuperación de áreas degradadas.

* Nombre comercial de la roca fosfórica de Gafsa. (Nota del editor.)

Los experimentos con búfalos animales para producir hasta 450 kg de leche por año. Su índice. Además, el búfalo puede utilizar implementos agrícolas en los campos, transportar madera, e inclusive c

Recientemente se desarrolló "instantáneo", lo que le abre nuevo consumo como refresco en Brasil.

Muchos otros resultados obtenidos se están difundiendo para que puedan ser

Algunas Consideraciones sobre la Amazonía Colombiana

Jaime Navas Alvarado*

Introducción

La Amazonia colombiana es una de las siete regiones naturales del país de gran importancia para su desarrollo económico y social, no sólo por su gran extensión, sino por su riqueza en bosques, flora y fauna, y por el potencial para la producción de alimentos por medio de sistemas pecuarios y agrícolas técnica y razonablemente ejecutados.

El objetivo de este trabajo es presentar un resumen de las características principales de la Amazonía, así como algunas consideraciones sobre su manejo con base en sus características y las investigaciones realizadas, y finalmente dar algunos criterios tendientes a definir políticas de desarrollo de la región.

Características Generales

Localización y extensión. La Amazonia es una región típicamente tropical localizada en la parte sur-oriental del país entre la cordillera Oriental y los límites con las repúblicas de Perú y Brasil y la Orinoquia colombiana (desde 4° de lat. N hasta 4° de lat. S). Sus 405,685 km² de extensión representan un 35 por ciento de la extensión total de Colombia, y abarcan las intendencias del Caquetá, Putumayo y las comisarias de Amazonas, Guaviare, Vaupés y Guainía.

Gran parte de la información que se presenta a continuación fue tomada de Guerrero (1974, 1977), Cortés *et al* (1972, 1974), Benavides (1973), Castellanos (1970), y Alarcón *et al* (1980).

Población. El área es extremadamente despoblada, con algunas tribus en proceso de extinción. La población se dedica primordialmente a

* Ingeniero Agrónomo PhD. Sub-gerente Investigación, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) Apartado Aéreo 151123 "El Dorado", Bogotá, Colombia

actividades de caza, pesca y agricultura son los numerosos ríos de la región.

Clima. El clima de la Amazonía colombiana es tropical húmedo, con una humedad que aumenta de norte a sur, pasando de una zona ecológica de bosque tropical húmedo a una zona ecológica de bosque pluvial. La precipitación anual es abundante durante todo el año, con una precipitación media anual en la cuenca amazónica de 2300 mm/año para San José del Guaviare, 3000 mm/año para San José del Guaviare, 3800 mm/año en Mitú, 3800 mm/año en Mitú, 4500 mm/año en Florencia y 4500 mm/año en Florencia y Puyo.

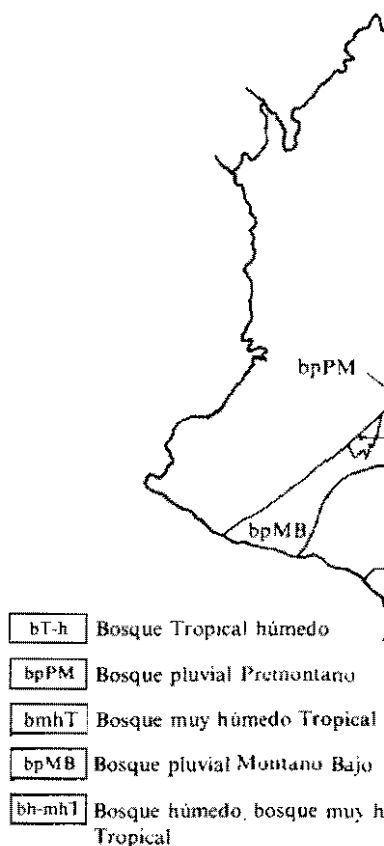


Figura 1. Mapa ecológico de la Amazonía colombiana.

La temperatura media anual oscila entre 25°C en Florencia y 27°C en Leticia, pero los promedios mensuales no varían en más de 5°C. En la parte occidental se presentan periodos secos entre los meses de diciembre y febrero y en la oriental de junio a octubre.

La Figura 2 muestra la distribución de la lluvia y las temperaturas durante el año en la localidad de Puerto Asís. La humedad relativa es alta, estimándose en un 82 por ciento anual como promedio (Alarcón *et al* 1980).

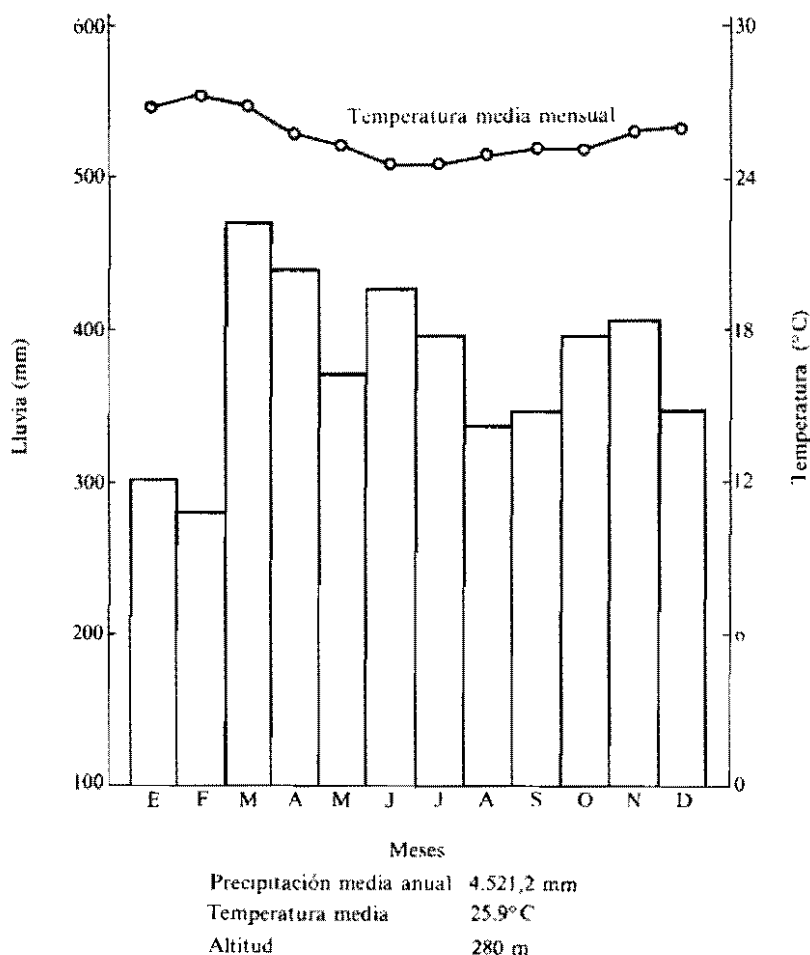


Figura 2. Distribución anual de la precipitación y la temperatura en Puerto Asís, Putumayo. (Fuente: Alarcón *et al*, 1980.)

Topografía. El relieve de las pendientes fuertes cerca del pi (zona de Florencia), deja terrazas ríos, y se vuelve menos ondulado cordillera. Las ondulaciones promedio entre la cima de las c sitios se denominan "chuquios" agua.

A los lados de los ríos se encuentran predominantemente plana o de nivel del mar es de menos de 200 a 400 m para Vaupés, Caquetá

Geología. Geológicamente los depósitos de sedimentos del terciario de años y agrupados en capas del perfil, con capas subsecuentes cascajo, con una última capa superior constituyen el material parental. En términos generales, la Amazonia

Suelos. Algunos suelos amazónicos (1973) fueron clasificados como Typic Haplortox y Typic Giber. clasificó la mayoría como Dystro-

Cuadro 1. Clasificación de suelos reportados

Relieve	Fuente
Terrazas	Cortés (1973)
Colinas	
Terrazas	
Ondulaciones	
Ondulaciones	Benavides (1974)

* La nomenclatura fue tomada de Soil Taxonomy. Los números en paréntesis representan el año.
Fuente: Guerrero 1974

Los suelos de la Amazonia tienen un grado de acidez, muy baja saturación de magnesio y potasio intercambiable y altos contenidos de niveles tóxicos para muchos cultivos.

Cuadro 2. Características químicas y texturales de suelos de mesón y vega del Caquetá*.

Característica	Vega	Mesón
pH	5.20	4.00
Materia orgánica (%)	2.10	3.60
P (Bray II. ppm)	5.00	3.00
Al (meq 100 g)	1.80 (38%) **	5.30 (82%)
Ca (meq 100 g)	2.00	0.60
Mg (meq 100 g)	0.40	0.13
K (meq 100 g)	0.10	0.12
Na (meq 100 g)	0.47	0.30
CIC (meq 100 g)	4.80	6.45
Textura	Franco arenoso	Franco arcilloso

* Fisiográficamente se distinguen dos zonas, mesones, en los cuales la topografía se caracteriza por lomeríos de pendientes variables y suelos de baja fertilidad; vegas, cuya topografía es plana, con fertilidad media y en ciertos casos con problemas de inundaciones.

** El número en paréntesis indica el porcentaje de saturación de aluminio.

Igualmente, los suelos son pobres en materia orgánica que se restringe a una capa superficial de aproximadamente 10 cm de espesor. Las condiciones climáticas reinantes, la alta temperatura y humedad, someten a la materia orgánica a un proceso acelerado de mineralización. El reciclamiento activo de la materia orgánica entre el suelo y la biomasa propicia el tipo exuberante de vegetación existente. Sin embargo, al talar el bosque, los nutrimentos de la fase orgánica se pueden perder rápidamente por erosión química y física.

De acuerdo con estudios realizados por Benavides (1973), el mineral predominante en la fracción arcilla de varios perfiles estudiados es la caolinita (40%). En todos los suelos se encontró mica en cantidades que varían entre 8 y 45 por ciento. Igualmente se encontraron vermiculita y cantidades menores de arcilla tipo 2:1-2:2. En general, el cuarzo resultó ser el mineral predominante tanto en las partículas de arena fina (105-250 micras), como en la arena muy fina (50-105 micras) (Cuadro 3). El predominio del cuarzo en la fracción arena (95%) y de la caolinita en la fracción arcilla (40%) hacen que la capacidad de estos suelos para suplir nutrimentos a los cultivos sea muy baja.

En resumen, la información disponible indica que se trata de suelos desarrollados sobre materiales pobres en nutrimentos -que limitan, por consiguiente, el desarrollo de los cultivos- y que debido a procesos pedogénicos de las regiones tropicales, han alcanzado grados avanzados de interperización.

Cuadro 3. Mineralogía de la arcilla colombiana.

Horizonte	Profundidad
Perfil 5, Tacana - Udoxic Dystro	
A1	0 - 10
B21	30 - 50
B21	70 - 83
Perfil 6, Leguizamo - Typic Dystro	
A1	0 - 20
B21	20 - 80
B22	80 - 133
11C2	215 - 243
Perfil 8, Florencia - Udoxic Dystro	
A1	0 - 16
B21	16 - 85
B22	85 - 173

* K = caolinita; M = mica; V = vermiculita; C = cuarzo; G = gibsitita; P = pirofilita

** Los números del 1 al 4 indican abundancia
Fuente: Adaptado de Benavides 1973

Vegetación. La vegetación en el 90 por ciento del área está cultado y dedicado a cultivos de su y, en menor grado, a cultivos co. Las tierras altas se caracterizan por y bajo número de palmas, mientras palmas aumenta y las otras espe

En el Cuadro 4 se presentan indicándose su localización, lími

Usos Actuales de la Tierra

Agricultura. Esta se ha desa acceso como en el área de piede posible la colonización espon. Generalmente, se trata de culti cultivos industriales cuyos produ país (Neiva, Cali y Bogotá). Entr de azúcar, el plátano, la yuca, caucho.

Cuadro 4. Formaciones vegetales, localización, límites climáticos y características principales de la Amazonía en 1979.

Formación vegetal	Localización	Límites climáticos promedio		Observaciones
		Temperatura (°C)	Precipitación (mm/año)	
Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T)	Piedemonte de la vertiente oriental de la cordillera Oriental y parte de la llanura contigua	24 o más	4000-8000	Corresponde al piedemonte amazónico. La elevada precipitación se debe a efectos orográficos.
Bosque húmedo Tropical (bh-T)	Hoyas de los ríos Caquetá, Putumayo y Amazonas	24 o más	2000-4000	Provincia de humedad, húmedo.
Bosque húmedo en transición a bosque muy húmedo Tropical (bh/bmh-T)	Entre la intendencia del Amazonas y los Llanos Orientales desde el piedemonte hasta el límite con Brasil			Ocupa una gran extensión. Características intermedias entre las formaciones bmh-T y bh-T.
Bosque pluvial Pre-montano (bp-PM)	Parte del frío pie montano en la vertiente oriental de la cordillera Oriental	18 - 24	4000 o más	Provincia de humedad, super-húmedo.
Bosque pluvial Montano Bajo (bp-MB)	Vertiente oriental de la cordillera Oriental hacia los Llanos Orientales y aun la Amazonía	12 - 18	4000 o más	Provincia de humedad, super-húmedo.

Fuente: Alarcón *et al.*, 1980

En el Cuadro 5 se presentan, a producción agrícola correspondiente, tienen buenas experiencias con las y cacao, cultivos que, además de una buena alternativa conservacionista ya que permiten remplazar el bosque económico sin causar mayores di-

Cuadro 5. **Producción agrícola anual**

Producto
Arroz paddy
Arroz trillado
Maíz
Plátano
Yuca
Café
Almídon de yuca
Chontaduro
Cacao
Harina de arroz
Salvado
Madera en bruto
Madera aserrada
Aceite de palma

Fuente: Boletín Anual 1979. Cámara de Comercio.

Aspectos forestales. Muchos indígenas tienen vocación forestal, especialmente en las zonas de clima húmedo y climáticas de la región. La riqueza forestal de la zona es enorme a pesar de que debido al mal manejo irracionalmente sin planes de reforestación amazónica, no obstante su gran potencial presentar una baja población de árboles obtenidos sobre el Caquetá indicados en maderas duras y un 75 por ciento de maderas duras, unas 600 especies son de uso en construcción. Existe también en la zona de palmas y bejucos que producen productos de gran aplicación industrial.

Ganadería. La Amazonía está caracterizada por la actividad ganadera bovina se localiza en Putumayo principalmente. En el

la región amazónica, destacándose la zona del Caquetá como la más importante desde el punto de vista de pastos y ganadería. Tan solo un 8 por ciento de la Amazonía está cubierta por pastos de los cuales únicamente un 37 por ciento se aprovecha para la producción de carne y leche. El área dedicada a la producción de ganado de carne es superior a la dedicada a la producción lechera en una relación de 47:1 (Alarcón *et al*, 1980).

Cuadro 6. Área total en pastos, extensión aprovechada y áreas dedicadas a producción de ganado de carne y leche.

Intendencias y comisarias	Área en pastos (ha)	Área actual- mente apro- vechada (%)	Área en ganado de carne (ha)	Área en ganado de leche (ha)
Caquetá	1.123.418	40	430.000	18.500
Amazonas, Putumayo, Guainía	2.064.952	35	718.370	6.163
Total	3.188.370	37	1.148.370	24.663

Fuente: Alarcón *et al*, 1980

El Cuadro 7, que incluye las gramíneas más importantes de la zona, muestra el predominio de los pastos introducidos mediante las colonizaciones. Entre las especies nativas predominan la paja amarga (*Homolepsis aturensis*), paja brava (*Paspalum paniculatum*), maciega (*Paspalum virgatum*) y liendre puerco (*Echinochloa crusgalli*), con un valor forrajero bajo (Alarcón *et al*, 1980). En la zona de Leticia se observan con frecuencia las especies *Paspalum conjugatum* y *Axonopus compressus*. Como leguminosas nativas importantes se encuentra la pega pega (*Desmodium tortuosum*), frijolillo, y especies del género *Stylosanthes*. Las introducidas de buen valor forrajero son kudzú (*Pueraria phaseoloides*), calopo (*Calopogonium mucunoides*) y *Centrosema* spp. El kudzú es la leguminosa más promisorio hasta el momento (Alarcón *et al*, 1980).

Para el establecimiento de pastos en bosque virgen, en general se observa el siguiente procedimiento: a) extracción de maderas de alto valor; b) soca y tumba del bosque; c) quema; d) cultivos de maíz, arroz, yuca por dos a tres años y siembra de pastos (micay, braquiaria, puntero, imperial, guinea, gramalote, kudzú); e) potreros de cría o ceba por cuatro años más o menos; y f) potreros de cría y levante. En algunos casos y de acuerdo al manejo, los pastos introducidos son invadidos por las gramíneas naturales y

pueden ser abandonados para de
o 10 años y luego cortarlo y
explotación.

Cuadro 7. Principales gramíneas forra
Amazonía.

Nombre científico

Axonopus micay
Axonopus scoparius
Brachiaria decumbens
Brachiaria munca
Digitaria decumbens
Echinochloa polistachya
Erynochloa polistachya
Hyparrhenia rufa
Melinis minutiflora
Panicum maximum
Paspalum conjugatum
Paspalum notatum
Paspalum plicatulum
Pennisetum purpureum

Fuente: Alarcón *et al* 1980

Las razas predominantes de ga
amazónico son las siguientes: ceb
suizo y romosinuano. El índice
ciento, considerado como bastan
alta; se conocen valores del 6 por
producción de carne en la Amazo
total de 35 ton de carne al año c
trapezio amazónico. La produc
kg/día, lo cual equivale a un 0
(Alarcón *et al*, 1980).

El Desarrollo de la Amazonía

En el Cuadro 8 se presentan
llevan a cabo actividades tendien
Amazonía colombiana, indicán
continuación se resumen las
vestigación, producción y desa
Agropecuaria (ICA) en el Caqu

Cuadro 8. Algunas entidades vinculadas al desarrollo amazónico.

Sigla	Nombre de la institución	Principales líneas de acción
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario	Investigación, transferencia de tecnología
INCORA	Instituto Colombiano de la Reforma Agraria	Colonización crédito
INDERENA	Instituto de-Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables	Conservación de recursos naturales
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Reconocimiento y clasificación de suelos
CICOLAC	Compañía Colombiana de Alimentos Lácteos S.A.	Fomento de la ganadería para carne y leche
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje	Capacitación de colonos e indígenas
C.U.S.	Comando Unificado del Sur	Colonización, fomento agropecuario

Investigación agrícola

Plátano y banano

Colección de plátano y banano. El objetivo fundamental es observar el comportamiento de las distintas variedades de plátano y banano traídas de otras zonas del país, para luego promover el cultivo de las que demuestren mejores condiciones de adaptación al medio.

Estudios sobre la enfermedad denominada "moko" del plátano. El "moko" del plátano, causado por la bacteria *Pseudomonas solanacearum*, es una enfermedad limitante de la producción de este cultivo en la zona. La alta precipitación anual y las crecientes de los ríos y quebradas hacen que la bacteria se disemine rápidamente, puesto que la mayor parte del plátano se cultiva en las vegas de los ríos. El objetivo de este estudio es determinar algunos aspectos de la etiología de la enfermedad así como su control.

Control químico de nematodos en el trópico húmedo colombiano. Los nematodos son un factor de gran importancia en la producción de plátano y banano. En los suelos del Caquetá se han detectado poblaciones altas en el suelo y en las raíces de las plantas. El proyecto tiene como finalidad estudiar los nematicidas más eficaces que reduzcan las poblaciones de nematodos hasta niveles no limitantes de la producción.

Tuberosas

Prueba de adaptación de yuca mejorados de yuca, con el fin de mejorar a las condiciones de la región H 18, ICA H 108, ICA H 61 y la variedad entre 13.5 y 20.3 ton/ha. La variedad resistencia al ataque de la mosca produjo 59 ton/ha.

Caña panelera

Adaptación de variedades de caña objetivo evaluar técnicamente el cultivo más promisorias, ya que este cultivo zona.

Maíz y sorgo

Adaptación de maíces mejorados variedades regionales han sido la búsqueda las variedades e híbridos más con miras a aumentar la producción.

Cacao

Comportamiento de seis híbridos siembra. El cacao es un cultivo de la Amazonia colombiana, especialmente económicos. características genéticas representa el cacao para remplazar de este proyecto es determinar la producción el cultivo, así como también observar más promisorios para estas condiciones.

Potencial agrícola de los suelos

Con el objeto de evaluar el potencial llevado a cabo una serie de pruebas de fertilización, entre las cuales se p

Respuesta del maíz a N P K y calcio y vega. En el mesón, el maíz respo

de P y dio alguna respuesta a aplicaciones de 33.2-66.4 kg/ha de K. En los suelos de vega, los mejores rendimientos se obtuvieron con 50-66 kg/ha de P y 33.2-66.4 kg/ha de K. Igualmente se encontró disminución gradual de los rendimientos a lo largo de varias cosechas, y efecto definido de semestre, siendo mejor el primer semestre del año calendario. El maíz podría ser de importancia económica, principalmente en suelos de vega donde se han obtenido aproximadamente 4 ton/ha con maíz criollo; posiblemente con maíces mejorados este rendimiento puede ser mayor.

Respuesta de la caña panelera a N P K y cal. En suelos de vega se estableció un experimento para determinar la respuesta de la variedad POJ 2878 a la aplicación de N P K y cal dolomítica. El primer corte mostró respuesta principalmente al fósforo, con incrementos del 15 ton/ha en relación con el testigo y rendimiento de 85 ton/ha de caña y 18 por ciento de sacarosa, con el tratamiento 63-51.5-52.3. Es de anotar que el testigo absoluto produjo 51 ton/ha. El estudio incluirá cuatro cortes para determinar el efecto residual. Actualmente se está iniciando el establecimiento de un experimento para determinar la respuesta de la caña a fuentes de fósforo dentro de las cuales se incluye roca fosfórica nacional. En el Cuadro 9 se observa la respuesta de la caña a P en suelos de vega del Caquetá (un corte). Es interesante anotar que a pesar de que los rendimientos de caña no son altos, el porcentaje de sacarosa sí es relativamente elevado.

Cuadro 9. Respuesta de la variedad de caña POJ 2878 a P en suelos de vega del Caquetá (un corte).

N	P	K	Rendi- miento (ton/ha)	Sacarosa	Incremento en rend. (%)
63	4	52.3	60	19	18
63	27.7	52.3	71	17	39
63	51.5	52.3	85	18	67
0	0	0	51	17	0

Respuesta de *Axonopus micay* a la fertilización fosfatada. El pasto micay está ampliamente difundido en el Caquetá donde la ganadería es un región económico de gran importancia. Teniendo en cuenta la baja fertilidad de los suelos de mesón, y la limitación en el aprovechamiento del

fósforo, se hace necesario conocer principalmente a partir de fuentes. Actualmente se está llevando a cabo la respuesta del pasto micay a fuentes de fósforo. En el Cuadro 10 se observan algunos resultados. Es de anotar que la roca de la parte, la roca del Huila parece igual, kg, ha de azufre.

Cuadro 10 Respuesta del pasto micay (4 años) a la aplicación de mesón del Caquetá.

Fuente de P	kg/ha
SIT	0 200 400
RIP*	200 400
RH**	200 400
RIP + S	200 + 50
RH + S	200 + 50

* Roca fosfórica de Pesca

** Roca fosfórica del Huila

Respuesta del plátano Dominicano

tecnología utilizada, el Caquetá y el plátano en Colombia. Se ha iniciado la respuesta del plátano a la aplicación de fósforo. El cultivo tiene cinco meses de edad y se están obteniendo resultados.

Conservación y manejo de suelos

El alto volumen e intensidad de las lluvias y las topográficas típicas de la Amazonia son factores favorables para que los procesos de erosión sean especialmente cuando el bosque natural es removido. En respuesta a este problema se han

proyecto de investigación financiado por la OEA en la estación experimental Macagual, con los siguientes objetivos: a) Estudiar la erosión y erodabilidad de un suelo amazónico bajo diversos sistemas de manejo de suelos y cultivos; b) evaluar el potencial erosivo de la lluvia; y c) definir sistemas de manejo que disminuyan la erosión del suelo cuando el bosque natural es sustituido por otros cultivos. En la Figura 3 se presentan algunos resultados preliminares de las investigaciones que resumen las pérdidas acumuladas de suelo por erosión durante 32 meses. Las mayores pérdidas de suelo ocurrieron bajo suelo desnudo y las menores con cobertura de *Brachiaria ruziziensis*. Este resultado es muy significativo, especialmente si se considera que el tratamiento con braquiaria tenía la máxima pendiente. Esto significa que esta gramínea ofrece una protección excelente contra el poder erosivo de la lluvia, lo cual la convierte en una excelente alternativa para el manejo de los suelos en la Amazonía, además de ser bastante apetecida por el ganado y mostrar muy buena adaptación. Los otros cultivos de cobertura (*Axonopus micay* y *Pueraria phaseoloides*) también contribuyen a reducir en alto grado la erosión.

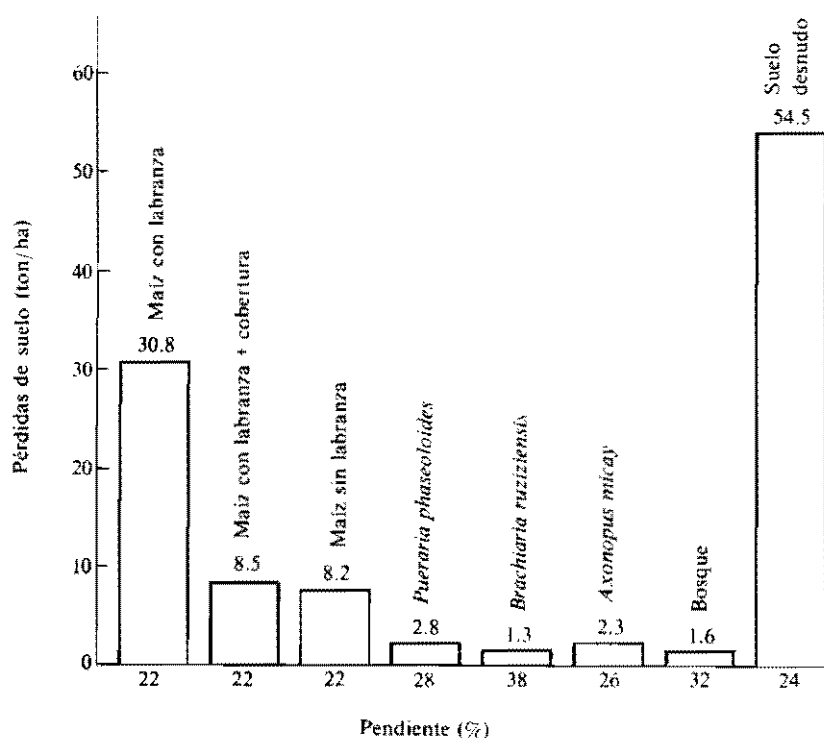


Figura 3. Pérdidas totales de suelo durante 32 meses con diferentes sistemas de manejo de suelo y cultivos.

Con cultivos de maíz se observó que el manejo del suelo y del cultivo en siembras presentaron bajo maíz con labranza reducida disminuyeron considerablemente la erosión, la labranza reducida y una cobertura vegetal protectora del bosque y la estructura protectora del bosque del suelo.

Las mediciones pluviométricas y la intensidad relativa parecen jugar un papel importante en la erosión cuando el suelo se enc...

Investigación pecuaria

Pastos y forrajes (Convenio IC...

Colección de gramíneas. Tiene como objetivo la producción de forraje y la adaptación de las gramíneas en otras zonas. De las observaciones se han seleccionado *Brachiaria decumbens* y *Axonopus* aunque con adiciones de fertilizantes. Rendimientos ligeramente menores...

Producción de carne bajo pastoreo en el piedemonte caquetense. Tiene como objetivo la producción de carne en Caquetá y la gran capacidad de adaptación de los animales. Es indispensable orientar los planes de mejoramiento del pasto.

Determinación de la capacidad de carga de micay, puntero y braquiaria en el piedemonte caquetense. Tiene como objetivo evaluar la capacidad de carga de la carga óptima para estos pastos.

Ensayo regional de adaptación de leguminosas. Tiene como objetivo seleccionar especies de leguminosas que se adapten a las condiciones imperantes en la...

Ganado de doble propósito. Tiene como objetivo promover el desarrollo de planes genéticos y nutricionales que permitan conservar tales características por medio del vigor híbrido mediante mejoramiento genético; a) deficiencias vitamínicas; b) deficiencias minerales...

puro de razas criollas; d) evaluación del plasma germinal bovino en producción de leche y carne; e) sistemas de manejo reproductivo del hato.

Actividades en producción y desarrollo agropecuario

El ICA desarrolla labores de asistencia técnica y transferencia tecnológica especialmente en la zona de piedemonte. En coordinación con la Caja Agraria se planifican créditos destinados al pequeño agricultor. Por medio de muestras tomadas en distintas fincas ganaderas del Caquetá y con el apoyo del Centro de Diagnóstico del ICA en Florencia, se hace un diagnóstico y evaluación de las principales enfermedades que afectan a la ganadería en la región. También se han ejecutado campañas de vacunación contra los brotes de altosa y brucelosis.

Otra actividad importante es la Campaña de la Roya del Cafeto, cuyo objetivo es evitar la entrada al país de la roya del café al inducir al cafetalero a cambiar a otros cultivos, especialmente cacao. Igualmente, se desarrollan diferentes labores en fitopatología y entomología, buscando asegurar la sanidad vegetal de los cultivos de la región. Finalmente, dentro de las actividades de control de insumos agropecuarios, se controla y supervisa la calidad de herbicidas, plaguicidas, fertilizantes, concentrados y demás agroquímicos comercializados en la región.

Algunos Limitantes para el Desarrollo de la Amazonía Colombiana

A continuación se describen los principales limitantes que, aislada o conjuntamente, están afectando el desarrollo racional y ecológicamente orientado de la Amazonía. De aquí la necesidad de evaluarlos y buscarles solución por medio de medidas gubernamentales y de acciones coordinadas de las diferentes instituciones comprometidas en el desarrollo de esta importante y extensa región del país.

Suelos. La baja fertilidad natural y el potencial de los suelos es un serio limitante para el desarrollo agropecuario de la región, a saber: baja capacidad de suministro de nutrimentos, alto nivel de acidez, baja saturación de bases, bajo nivel de fósforo, alto contenido de aluminio aprovechable y bajo contenido de materia orgánica, la cual abarca tan sólo unos pocos centímetros de espesor.

Condiciones climáticas. La alta precipitación de esta región constituye un obstáculo para la producción de muchos cultivos y dificulta la aplicación de prácticas agronómicas como la fertilización, preparación de tierras, etc. Las fuertes inundaciones ocasionan erosión "laminar" y en

"surcos" en los valles, con depósitos en el cauce de los ríos. Por otra parte, la agricultura acelera el proceso de descomposición. La humedad relativa facilita el desarrollo de hongos tanto en especies vegetales como en animales.

Topografía. El relieve ondulado en las áreas del uso de la maquinaria agrícola y las praderas. Igualmente las altas montañas y ondulaciones (30-40%) constituyen una gran barrera.

Manejo del bosque y los recursos naturales. Las actividades orientadas han contribuido al uso sostenible de los suelos.

Infraestructura. No se cuenta con una red vial terrestre y otras infraestructuras para el transporte de productos agrícolas y en general.

Condiciones adversas para la conservación. La presencia de algunas enfermedades y plagas en las poblaciones en la región.

Conclusiones

En los últimos años se ha desarrollado la frontera agrícola, vinculando la agricultura con el país. Esto ha fomentado, en parte, la deforestación. La mayoría de los casos sin ninguna planificación, tesis de la conservación de la Amazonía y la reserva de sus bosques, plantas y animales.

Es necesario definir y establecer políticas de conservación que permitan el uso sostenible de la amazónica. Se debe revisar las características de la Amazonía y la región, y capacitar especialistas en geología, bosques, ecología, fisiología, etc., para generar tecnología para enfrentar los problemas y modelos de desarrollo.

Actualmente la mayoría de los proyectos se acuerdan al estado de conocimiento y capacidad de la región.

forestal es la más apropiada para la Amazonía, buscando mejorar las especies existentes por medio de otras más productivas ya sea maderables o cultivos comerciales como el cacao, palma africana, caucho, frutales, plátano, y la combinación de ellos en cultivos denominados de multiestrata. En esta forma se conserva la arquitectura del bosque natural evitándose los cambios ecológicos que pueden conducir al deterioro de los suelos.

La ganadería extensiva es una buena alternativa para áreas seleccionadas de acuerdo con sus condiciones topográficas, fertilidad, etc., y aplicando prácticas conservacionistas. La información disponible sobre erosión de suelos bajo praderas bien establecidas, así como las experiencias en la región, garantizan la viabilidad de esta alternativa.

Bibliografía

- Alarcón, E.; Brochero M., Buiticá, P., L.C., 1980. **Sector agropecuario Colombiano Agropecuario**. Bogotá.
- Benavides, S. I. 1973 **Mineralogical analysis**. Tesis de doctorado. Department of Geology, U.S.A. 216 p.
- Castellanos, E. 1970. **Estado del proceso de colonización del Caquetá**. Instituto Colombiano de Estudios Demográficos y Sociales. Bogotá. 100 p.
- Cortés, A. 1974. **Criterios pedológicos para el manejo de Suelos**. Subdirección Agrológica, Departamento de Agricultura, Colombia. 20 p. (mimeografiado).
- ; Jiménez J.; Rey J. 1972. **Geología de Colombia**. Universidad "Jorge Tadeo Lozano". Bogotá.
- Guerrero, R. 1974. **Suelos del oriente colombiano**. Manejo de Suelos en la América Tropical. U.S.A. pp. 61-92.
- Guerrero, A. 1977. **Anotaciones sobre las características de los suelos ecuatoriales**. In Silva N.F. (ed.) **Actas del III Congreso de la Ciencia del Suelo y IV Coloquio de la Asociación Colombiana de la Ciencia del Suelo**. Bogotá. pp. 22-23.

Políticas y Planes de Desarrollo para la Región Amazónica Ecuatoriana

Raúl de la Torre F.*

Introducción

La región amazónica representa la mayor área de expansión de la frontera agrícola de que dispone el Ecuador, y comprende toda el área situada al este de la cordillera de los Andes. A pesar de que en los últimos años se ha hecho claro un creciente interés por incrementar los fondos destinados a su proceso de desarrollo, la región amazónica ecuatoriana, contradictoriamente, continúa siendo la región nacional que menor atención recibe por parte del Estado, en cuanto se refiere a obras de inversión y financiamiento. Las principales causas que explican esta situación son su baja densidad de población, las condiciones ecológicas poco propicias para el asentamiento humano, las dificultades para ejecutar obras de infraestructura física, y el desconocimiento del potencial de desarrollo de la región.

Sin embargo, cuando se piensa en áreas de reserva que permitan la ampliación de la frontera agrícola con el propósito de aumentar la producción de alimentos, tanto de origen vegetal como animal, se menciona al territorio amazónico como el principal recurso. Los argumentos de quienes dudan del real potencial agropecuario de esta región por considerar que se trata de un ecosistema frágil, donde al romperse el equilibrio natural se producirían alteraciones irreparables que traerían como resultado la destrucción del suelo, flora y fauna, constituyen razones suficientes para dedicar esfuerzos y recursos al estudio y planificación del uso de esas tierras dentro de un marco de políticas técnicas correctamente formuladas. Solamente a través del conocimiento completo de la problemática de los diferentes ecosistemas de la región será posible diseñar programas de desarrollo basados en métodos estables de producción, con los cuales la conservación de los recursos naturales, principalmente del suelo, esté garantizada.

* Exdirector Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Casilla 2600, Quito, Ecuador

Factores Ecológicos que Afe

Además de la siguiente infor
Sánchez y Schubart y Salati en
características ecológicas especí

Ubicación geográfica

La región está comprendida
latitud sur, y entre los $71^{\circ}50'$ y 7
puntos más extremos. Dentro
amazónica ecuatoriana ocupa el
con Colombia en una extensión
una longitud de 902.6 km, y al oe
(Fig. 1). El punto más cercano de
se halla separado del Golfo de C



Figura 1. Situación geográfica y

Superficie y población

La región abarca una superficie de 134,760 km², equivalente al 48 por ciento del territorio nacional. De acuerdo al Tercer Censo de Población y Segundo de Vivienda, realizado en 1974, la población total es de 173,469 habitantes, tan sólo el 2.6 por ciento de la población ecuatoriana. La densidad de población de 1.28 habitantes por km² es baja.

El Cuadro 1, además de reflejar la baja densidad de la población anteriormente anotada, sirve para ilustrar la desigual distribución de los asentamientos humanos en las distintas provincias, siendo notorio el caso de Pastaza que registra la más baja densidad, pero la más alta población urbana.

Cuadro 1. Población urbana y rural, y densidad de población de las provincias del oriente ecuatoriano.

Provincia	Población		Población rural (%)	Población urbana (%)
	Total (hab.)	Densidad (hab. km ²)		
Morona Santiago	53.325	2.09	82.1	17.9
Pastaza	23.465	0.73	77.2	22.8
Napo	62.186	1.20	93.1	6.9
Zamora Chinchipe	34.493	1.65	88.9	11.1

Fuente: Tercer Censo de Población y Segundo de Vivienda, 1974.

Climatología

En un estudio de diagnóstico de la región oriental realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en 1977, con el fin de determinar la ubicación de un centro experimental, se recopiló información proveniente de 11 estaciones meteorológicas (de primero, segundo y tercer grado) y de dos estaciones pluviométricas existentes en la región (Cuadro 2).

La temperatura mínima promedio anual fluctúa entre 12.3°C, registrados en Zamora, y 19°C correspondientes a Putumayo. En lo que respecta a la temperatura máxima promedio anual, los valores más altos corresponden a Putumayo, Tiputini y Curaray con 33.8°C, y los más bajos a Shell Mera (Pastaza) con 28°C.

Cuadro 2. Altitud, pluviosidad y temperatura en la zona del
oriente ecuatoriano.

Localidad	Altitud
	(msnm)
Sucúa	910
Zamora	970
Cumbaratza	930
San Francisco	1800
Tiputina	220
Curaray	300
Putumayo	230
Taisha	511
Limoncacha	220
Sangay	970
Shell Mera	1043
Jena	527

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Científicas y Literarias.

Geografía

El accidente orográfico más importante es la cordillera de los Andes, diferenciada en dos partes situadas entre los ríos Cenepa y Napo. La cordillera del Cóndor; ésta se interrumpe en la zona de Tena hacia el norte con las elevaciones de la zona de Yuquipa. Aparece luego a la altura de Tena que se prolonga hacia el norte hasta la zona de Guagraurco y Yanaurco, para dar lugar a la altura del volcán Reventador. La cordillera oriental andina se halla en la zona urbana y rural, debido a su proximidad al clima intermedios. Las poblaciones de Tena, Puyo, Macas, Méndez, Guano y subandina.

Hidrografía

Los ríos de esta región se originan en la zona de

- Ríos que nacen en el callejón interandino entre las cordilleras. Se caracterizan por no ser navegables; arrastran gran cantidad de sedimento en parte de su curso. A esta categoría pertenecen los ríos (Paute) y Zamora.

- Ríos que nacen en las estribaciones de la vertiente este de la Cordillera Oriental de los Andes. Debido a la gran precipitación pluvial a lo largo de toda la cordillera, la selva alta cuenta con una considerable cantidad de ríos de gran caudal pero de menores velocidades, márgenes con una topografía más uniforme. carencia de material pétreo en los cursos medio e inferior y facilidades de navegación desde la cota 300 aguas abajo. A esta clase de ríos principales pertenecen el Aguarico, Coca, San Miguel, Napo, Palora, Upano y Nangaritza. En su zona de influencia se hallan en formación los centros poblados de mayor importancia (e.g., el valle de Quijos, Archidona. Tena. Coca. Macas, Sucúa y Méndez).

- Ríos que nacen en la Tercera Cordillera y bajo la cota 300. Estos son de cauce variable. alimentan a los ríos de las otras dos fuentes y se caracterizan por su poca velocidad en el curso superior. Entre ellos se cuentan el Payamino, Suno, Curaray, Macuma y Cenepa, siendo los más importantes por su longitud el Curaray y el Macuma (Cangaime-Morona). Los ríos que nacen bajo la cota 300, y que son consecuencia del drenaje, tienen velocidades mínimas y márgenes suaves; están formados por las lluvias de la selva baja y se originan de aguas freáticas y pantanos. Tal es el caso de los ríos Güepí, Cuyabeno. Yasuni, Tiputini, Bombonaza y Conambo.

Fisiografía

En el estudio de diagnóstico de la región oriental llevado a cabo por técnicos del INIAP en 1977, se presenta el siguiente informe relativo a la fisiografía y suelos de la región amazónica.

De acuerdo con los trabajos preliminares, realizados por Colmet *et al.* (1975) y por Anda y Espinosa (1975), los suelos del oriente poseen una distribución fisiográfica que a veces tiene un patrón común, que sigue el siguiente esquema general: a) llanuras aluviales, b) mesetas bajas cortadas o disecadas, y c) mesetas altas fuertemente cortadas.

Llanuras aluviales. Están formadas por valles que tienen terrazas bajas recientes y terrazas antiguas. Las terrazas bajas recientes se inundan frecuentemente y están constituidas por depósitos fluviales gruesos y arenas recientes. Las terrazas antiguas están compuestas por depósitos fluviales antiguos de textura fina. El material parental de esta formación fisiográfica está constituido principalmente por cenizas y arenas volcánicas del Cuaternario. En esta región se encuentran los suelos con mejores características físico-químicas.

Mesetas bajas. Son de topografía colinada, debido a que en su evolución han ido disecándose y erosionándose. Su material parental está formado

por sedimentos marinos del Terciario y aportes periódicos superficiales de aluviones en las partes más planas.

Mesetas altas. Están fuertemente marcadas por colinas debido al material parental de los suelos y los sedimentos profundos del Terciario que constituyen la mayor extensión y están más fuertemente meteorizados.

Suelos

De acuerdo con las tres regiones se caracterizaron así los suelos por su orientación: oriente y suroriente:

Suelos del nororiente. La mayoría son por llanuras aluviales donde los suelos son de material volcánico de origen fluvial, formado por cenizas y arenas. De acuerdo con la clasificación predominantes son Vitrandepts, Tropofibrists.

Suelos del centro-oriente. La mayoría son del nororiente, con la diferencia de que son aluviales debido a que los cursos de agua dando lugar a la formación de pedregales, presenta una asociación de suelos como Distrandepts y Fluvents.

En las pequeñas terrazas con inundaciones periódicas se localizan los suelos debido a su pequeña extensión y uso para ganadería.

En las terrazas antiguas se localizan predominando los primeros. Los suelos en áreas planas de mal drenaje, dedicadas a agricultura y la ganadería del centro son los Hidrandepts son los dominantes a la ganadería por lo que tiene en el nororiente. En las mesetas altas, los suelos de Distropepts, Tropaquepts y Hidrandepts están localizados en las áreas más bajas.

Suelos del suroriente. En esta región se pueden distinguir dos áreas fisiográficas bien diferenciadas: la del General Plaza-Macas que es similar a la de centrooriente, y la comprendida entre las áreas del Valle del Upano que es similar a la de nororiente.

En los valles estrechos de la primera área, casi toda la agricultura y ganadería se desarrollan sobre Vitradepts y Distrandepts, siendo los últimos los dominantes; estos últimos presentan los mismos problemas de uso y manejo señalados para los suelos de centro-oriente.

En la segunda área fisiográficamente similar al nororiente es importante destacar una diferencia fundamental en la distribución de los suelos de la llanura aluvial ya que mientras en el nororiente la mayor superficie está ocupada por Vitrandepts, en el Valle del Upano el suelo dominante es Hidrandept. Este último es profundo de aproximadamente tres metros de espesor, con los mismos problemas de uso y manejo señalados anteriormente para suelos similares.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de los análisis de suelos de diferentes perfiles y sus rangos de variación y el Cuadro 4 da la misma información para las muestras superficiales.

Características de fertilidad de los suelos del nororiente

En general las variaciones en pH de estos suelos son amplias, pero predominan los pH ácidos y ligeramente ácidos.

El contenido de N en los primeros 20 cm de profundidad varía de 10 a 47 $\mu\text{g/ml}$, predominando los contenidos de 10 a 17 $\mu\text{g/ml}$, lo que representa un contenido medio.

La cantidad de P disponible para las plantas es muy baja (2 a 8 $\mu\text{g/ml}$), tanto en los perfiles profundos como en la superficie, con excepción de algunas muestras provenientes del área de Shushufindi y de la Cooperativa Marcella que tienen un alto contenido de P asimilable (alrededor de 24 $\mu\text{g/ml}$).

El contenido de K en los perfiles de suelos es bajo a medio, en tanto que en las muestras superficiales hay una gran variación en el contenido de este nutrimento; hay muestras con un contenido muy bajo (35 $\mu\text{g/ml}$) y con contenidos altos de más de 400 $\mu\text{g/ml}$. En el área de Shushufindi se encuentran suelos con contenidos de K muy bajos como también altos. En la Cooperativa Marcella el contenido de K es muy alto (20-30 $\mu\text{g/ml}$).

Cuadro 3. Resultados de los análisis de suelos y sus variaciones en perfiles de tres regiones del Ecuador.

Profundidad (cm)	pH	Elemento (µg/ ml)						
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn
Región nororiental (8 perfiles observados)								
0- 20	4.4-6.2	17-47	2- 7	15- 47	75- 800	30-420	1.2- 5.9	0.7-13.2
28- 60	4.7-6.4	3-12	2- 6	25-110	75- 950	20-325	0.3- 4.4	0.7- 9.7
70-100	4.9-7.0	3- 7	2- 6	35-105	75-1000	20-345	0.3- 3.5	0.7- 1.7

Cuadro 4. Resultados de los análisis de suelos y sus variaciones entre muestras superficiales tomadas de tres regiones del Ecuador*.

Frecuencia	pH	Elemento (µg. ml)						
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn
Región nororiental (23 perfiles observados)								
Más frecuente	4.8-6.3	10- 17	2	35-265	800-1500	80-155	0.5-2.0	0.7-2
Menos frecuente	6.4-6.7	18- 20	4- 8	400-415	200- 600	160-350	2.1-4.0	2 -4
Excepcional	4.6-6.8	7- 25	24	20-495	150-2000	35- 40	8	6.7
Región centro-oriental (15 perfiles observados)								
Más frecuente	5.4-5.5	30- 55	2	25- 50	250- 450	30- 60	5 -8	2.1-12
Menos frecuente	5.9-6.1	90-127	3	70- 90	495- 700	110-225	8.1-10	50
Excepcional	6.2	10- 15	8	100	1175	25	37.6	12.1-20
Región suroriental (18 perfiles observados)								
Más frecuente	5.5-6.0	20- 40	2- 4	80-315	950-3100	115-460	4.1-7	4 -12
Menos frecuente	6.3-6.5	5- 10	5-13	25- 60	75- 425	30-110	2.1-4	27.9-33.4
Excepcional	5.1-5.4	58	35	160	4000	515	7.5	+50

*Elaborado por el grupo de trabajo del INIAP-MAG.

En cuanto al Ca y Mg el contenido es alto en la superficie y en el subsuelo; en general predominan los elementos.

El contenido de Zn y Mn es bajo en la superficie.

Características de fertilidad de

Los pH de los suelos de esta región son ácidos predominando los suelos ácidos en los perfiles.

Los niveles de N de estos suelos son bajos en la superficie, pero a mayor profundidad. El P asimilable es muy bajo (2-3 mg/kg) a cualquier profundidad. El K a cualquier profundidad aparece un horizonte o capa de

El Ca presenta niveles altos en la superficie y aparece con niveles bajos y medios en el subsuelo. Los niveles altos en profundidad.

El contenido de Zn de estos suelos es bajo en la superficie y a cualquier profundidad; sus niveles son bajos ($\mu\text{g/ml}$). El contenido de Mn es bajo en las muestras superficiales.

Características de fertilidad de

El pH de los suelos de esta región son ácidos y ligeramente ácidos.

El N de la capa superficial es bajo en la mayor profundidad. El P asimilable es bajo en la superficie, pero hay casos de alto contenido. Tesoro, la Sur de Huambi, Canchali ($\mu\text{g/ml}$) es alto.

El K de estos suelos es bajo en la superficie y el contenido fluctúa entre medio y bajo en las muestras superficiales con contenidos muy variables en todas las capas, y en el subsuelo desde un contenido medio ($75 \mu\text{g}$) hasta un contenido alto ($4000 \mu\text{g}$ de Ca y $515 \mu\text{g}$ de Mg).

El Zn está entre bajo y medio, tanto en las capas superficiales como en los perfiles de suelos. El Mn es muy variable en las muestras superficiales, y a mayor profundidad el contenido es bajo.

De la discusión anterior se puede inferir que los suelos estudiados presentan los siguientes problemas de fertilidad:

1. Los suelos predominantes son ácidos y requieren enmiendas para mejorar sus condiciones químicas y físico-químicas.
2. El contenido de N es bajo a medio en la capa superficial de 20 cm decreciendo bruscamente a mayor profundidad, lo que indica que las reservas de este nutrimento son muy limitadas, y que los suelos requieren de un manejo especial para mantener o mejorar la disponibilidad de materia orgánica superficial.
3. El contenido de P asimilable en estos suelos es muy bajo, agravándose la situación con la acidez de los suelos y su alto contenido de materiales amorfos que hace que el fenómeno de fijación de este elemento sea fuerte.
4. El contenido de K es muy variable; existen áreas con muy bajos contenidos y otras con altos. Se requiere una zonificación y estudio básico del grado de abastecimiento de este nutrimento.
5. Aparentemente no hay problemas en cuanto a la disponibilidad de Ca y Mg pero no se puede concluir definitivamente porque aún no se han estudiado las relaciones Ca/Mg y Mg/K.
6. El contenido de Zn y Mn es variable, y es necesario desarrollar una metodología analítica bien correlacionada para predecir con mayores probabilidades el contenido de estos nutrimentos.

En consecuencia, es necesario desarrollar una técnica especial de manejo de estos suelos para mejorar y mantener su fertilidad.

Factores No Ecológicos que afectan el Desarrollo

Accesibilidad

El transporte desde la región interandina se efectúa mediante las llamadas vías de penetración que cruzan la Cordillera Oriental de los Andes, descienden a la Amazonia y constituyen el principal vínculo de comunicación entre las dos regiones. El ineludible paso a través de la

Cordillera Oriental y la dificultad limitante para la construcción promuevan la colonización y de

Hasta 1967, antes del descubrimiento hoy se encuentran en explotación por las siguientes vías: 1) desde la distribución de la cordillera Oriental vía de 175 km hasta Misahual, navegar por el río Napo aguas abajo de Loja por una vía de 60 km hasta

A raíz del descubrimiento del petróleo de una carretera, que partiendo de Puerto Francisco de Orellana ha facilitado el acceso a la selva baja las orillas del camino.

La Figura 2 presenta la situación básica que el Ministerio de Obras Públicas prevé para el próximo decenio dentro del Plan Regional Amazónica Ecuatoriana.

Aspectos de geografía humana

No cabe duda de que la selva es un hábitat que podría recibir un gran desarrollo si dispusiera de vías de comunicación y como de integración desde el río, una vocación fluvial requiere un desarrollo económico, así como urgentes medidas

El relieve de la región ha producido una peculiaridad que se manifiesta en la cultura asentada el 85 por ciento de la población es proveniente de la sierra, con vocación adaptado razonablemente bien a la cultura de los habitantes de la selva alta, los habitantes de la selva baja por razón de la atención gubernamental y, sobre todo, por su vida.

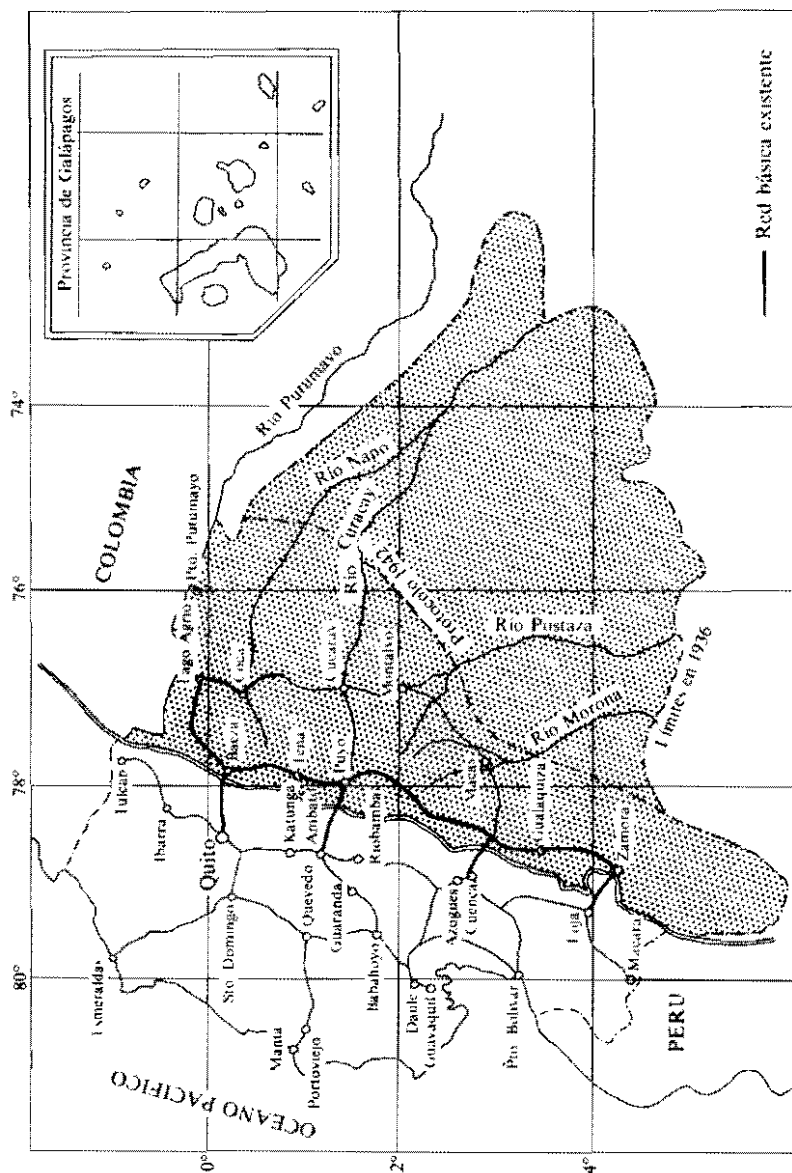
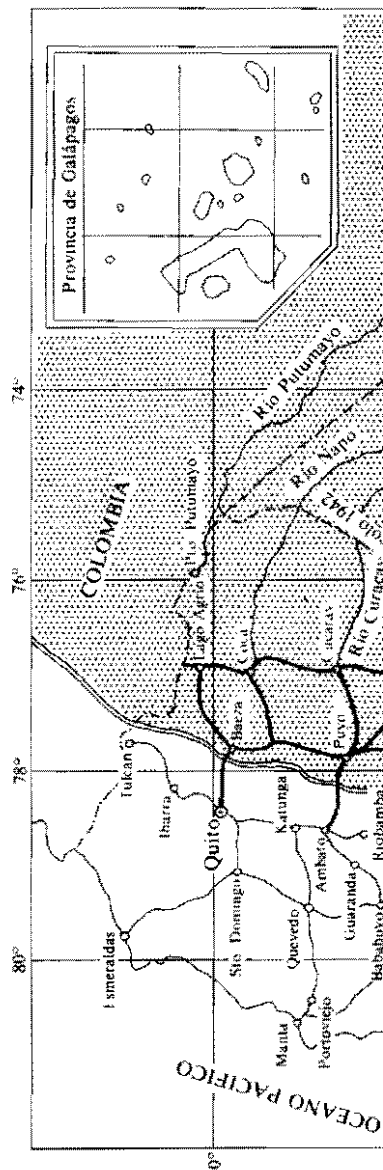


Figura 2. Situación vial de la región amazónica ecuatoriana en 1978.

Fuente: Instituto de Colonización de la Región Amazónica Ecuatoriana, 1978.



Muy pocos son los casos de un desplazamiento de colonos serranos hacia la selva baja en donde predomina la vocación fluvial; por esta razón los nativos de la selva baja viven en condiciones iguales a las que vivían hace centurias, y presentan resistencia y hostilidad hacia los grupos de otras razas o de otras costumbres.

Políticas y Entidades Nacionales de Desarrollo para la Amazonia

El Plan Nacional de Desarrollo

El Plan Nacional de Desarrollo recientemente puesto en vigencia por el actual gobierno enuncia en su segundo capítulo, Política de Articulación Espacial y Desarrollo Regional, lo siguiente:

“La integración física, económica, social, política y cultural del Ecuador, el estímulo de las zonas deprimidas; la incorporación de los grupos marginados; la eliminación del regionalismo, así como la necesidad de procurar la ocupación efectiva del territorio nacional constituyen, entre otros, objetivos fundamentales planteados en los 21 puntos programáticos del Gobierno.”

Para el logro de estos postulados se plantea la importancia de definir una política de desarrollo regional que tome en consideración los siguientes aspectos: “La necesidad de un desarrollo armónico, una adecuada ocupación y utilización del territorio en relación con las necesidades económicas y sociales, y con las características y vocación de los suelos; la comunicación entre las regiones y provincias; la complementariedad entre diversos espacios territoriales en función de una capacidad de producción económica y de los tipos de asentamientos humanos.”

Como acción fundamental de la estrategia fijada, se considera el impulso al aprovechamiento de las tierras con aptitud agropecuaria, para lo cual se ofrece atención prioritaria a la construcción de los caminos vecinales y a la colonización, con el fin de ocupar en forma efectiva todos los vacíos del territorio nacional e incorporar nuevas tierras a la producción agrícola y ganadera.

De lo anterior se desprende que, siendo la región amazónica la que hasta el momento ha recibido la menor atención por parte del gobierno central en lo que a obras de infraestructura se refiere, y que, por su menor densidad de población ofrece las mayores posibilidades para el reasentamiento humano a través de programas de colonización, el gobierno nacional se propone dar los pasos necesarios para impulsar su desarrollo en el próximo quinquenio.

El Plan Nacional de Desarrollo to en áreas cuyos estudios determinen recursos naturales, de conformidad con el artículo 17, párrafo 1, del presente Estatuto, respetando los derechos territoriales de las comunidades indígenas. Por otra parte, se ha considerado de vital importancia la promoción de tecnología apropiada y racional de los recursos naturales, para lo cual se recibirá todo el apoyo necesario por parte del Estado.

El programa de colonización y ocupación de aproximadamente 100 mil hectáreas de la totalidad pertenece a la región amazónica. Los varios programas de colonización y ocupación de la región amazónica son:

Cuadro 5. Inversiones en colonización y ocupación de la región amazónica (millones de sucres)

Proyecto

San Miguel
Shushutindi
Payamino
San Pedro de Iena
Morona
Upano-Palora
Estudio para la colonización y ocupación y desarrollo forestal de Morona

Fuente: CONADE. Plan Nacional de Desarrollo.

Para coordinar y ejecutar los programas de colonización y ocupación de la región amazónica el gobierno nacional ha creado, además de las otras existentes, por medio de la Ley Orgánica de Ejecución los mecanismos para la ejecución de los programas. Los mecanismos comprenden la acción de delegación a las instituciones regionales, la construcción de caminos, la reforestación y obras de carácter social. En el año cuatro años se inició formalmente la ejecución de los programas a estudiar y resolver los principales problemas.

Entidades y programas de desarrollo

Las siguientes instituciones están encargadas de las actividades encaminadas a alcanzar los objetivos de desarrollo.

región: el Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC); el Centro de Reconversión Económica del Austro (CREA), en el cual se incluye la provincia oriental de Morona Santiago; el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), la Sub-Comisión Ecuatoriana para el Desarrollo del Sur del Ecuador (PREDESUR) con responsabilidad y jurisdicción sobre la provincia de Zamora-Chinchipe; y el Instituto de Colonización de la Región Amazónica Ecuatoriana (INCRAE).

Cabe, además, hacer referencia a la valiosa contribución al sector agropecuario de las distintas provincias de la región amazónica por parte de las misiones religiosas que, aparte de haber creado colegios técnicos de orientación agropecuaria en donde han cursado cientos o miles de jóvenes estudiantes de la región, han contribuido, en la medida de sus posibilidades y de las circunstancias, al proceso de difusión de la tecnología.

El Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC).

Este instituto fue hasta 1978 el organismo encargado de controlar y racionalizar el proceso de ocupación de la tierra y su legalización en todas aquellas zonas donde se presentara este fenómeno. A partir de ese año, en el que se erigió al INCRAE como la entidad rectora de la colonización y desarrollo de la región amazónica, el IERAC pasó a constituirse en el organismo cuya única función es la legalización de la posesión de las tierras asignadas a los colonos.

La colonización en la región amazónica ha venido realizándose sin una política clara y definida. El IERAC, por una parte, ha fomentado la colonización espontánea de personas individuales, asignando a cada colono 50 ha de terreno, y ha promovido la creación de precooperativas y comunas, mientras que, por otro lado, ha intervenido en programas de colonización dirigida, aunque sin preocuparse, en ningún caso, de la preparación de los colonos.

Tres grandes proyectos de colonización dirigida, gestados durante el gobierno anterior, fueron puestos en marcha por el IERAC (antes de la creación del INCRAE), en los cuales se han invertido grandes capitales. Estos son: el Proyecto Shushufindi, el Proyecto Payamino y el Proyecto San Miguel. Los resultados obtenidos hasta el presente son desalentadores y en ninguno de los casos se han podido alcanzar las metas fijadas, ni siquiera en lo relativo al número de familias beneficiarias, por las constantes deserciones. Un comentario casi unánime de los cooperados ha sido la falta de definición por parte de los gestores de estos proyectos en lo referente a su participación en ellos, es decir, el desconocimiento sobre sus responsabilidades y cargos, así como sobre sus derechos y beneficios.

Se ha comentado con frecuencia la carencia de respaldo legal, la falta de conocimiento de la zona por parte de los encargados de hacer las demarcaciones y de su posesión.

El fracaso experimentado en las actividades dirigidas llevan a pensar que que los proyectos propósitos que hubieran tenido en mente, debido al desconocimiento de la zona, se cuestionado, con razón, si con la ejecución de los proyectos referidos, no habría sido de los intereses de la región y del país, tales.

El Instituto de Colonización

Algunos de sus objetivos son: 1) contribuir a la reforma agraria; 2) favorecer la colonización promoviendo la utilización de la tierra, la posibilidad de captar parte de la mano de obra en situación de desempleo o subempleo, la colonización de acuerdo con las necesidades del Ejército Militar, y al propio tiempo, del desarrollo industrial en la zona; 3) promover la mano de obra de la región; 5) proporcionar empleo a las comunidades de nativos y colonos; 6) mejorar los ecosistemas de la región mediante la reforestación y seguridad ecológica.

Como puede apreciarse, la amplitud de las actividades que debe desempeñar el Instituto para la consecución exitosa de los objetivos, es muy poca obra efectiva se haya realizado en los últimos años.

En el campo agropecuario, el Instituto tiene como objetivos: 1) impulsar los estudios y explotación de las áreas de utilización agropecuaria; 2) proporcionar alimentos fundamentales para el consumo humano; 3) incrementar la producción de alimentos para satisfacer las necesidades industriales; 4) incrementar la producción de alimentos con la finalidad de obtener excedentes; 5) proporcionar recursos financieros para la expansión de la actividad.

Se considera que el INCRAE debería actuar como organismo coordinador de todos los esfuerzos institucionales y particulares relativos a la investigación de la región amazónica, prestando todo su apoyo al INIAP, institución que en forma directa sería la rectora de los trabajos de investigación. En concordancia con la política del INIAP en cuanto a desarrollo de tecnología para la región amazónica, el INCRAE adoptó como estrategia propiciar el empleo de sistemas de producción que copien lo más fielmente posible los ecosistemas naturales, entre los que se pueden citar los sistemas agroforestales, los sistemas silvo-pastoriles y los sistemas agro-silvo-pastoriles.

Los resultados obtenidos hasta el presente, sin embargo, no son muy halagadores, a tal punto que en la actualidad se cuestiona la existencia del INCRAE, o por lo menos, se plantea la necesidad impostergable de revisar su organización y planes de trabajo a fin de mejorar su eficiencia y lograr el cumplimiento de los objetivos y metas para los cuales fue creado.

La Subcomisión Ecuatoriana para el Desarrollo del Sur del Ecuador (PREDESUR). Es una entidad autónoma adscrita al Ministerio de Relaciones Exteriores, creada en 1971 con el propósito de promover el mejoramiento de las condiciones de vida y el desarrollo integral de las provincias sureñas de El Oro (en la costa), y Loja (en la región interandina), mediante el aprovechamiento de las aguas de los ríos Puyango y Catamayo. Posteriormente, en 1974, PREDESUR amplió su radio de acción e incursionó en la provincia de Zamora-Chinchiipe, localizada en el extremo sur de la región amazónica. La Subcomisión ejecuta en esta provincia el Proyecto del Desarrollo Rural del Cantón de Zamora, principalmente orientado al desarrollo ganadero. Este proyecto cuenta para su realización con el respaldo financiero del Banco Mundial (BID, 1978) por un monto de US\$16,900,000 que corresponde al 54.7 por ciento del costo total del Proyecto.

El área del proyecto, localizada en los valles de Zamora y Nangaritza, es de topografía ondulada en su mayor parte, posee buenos suelos y 400,000 ha de bosques naturales que podrían ser explotados comercialmente. Los usos actuales de la tierra para esta región aparecen en el Cuadro 6. El 62 por ciento es bosques, el 35 por ciento está destinado a la ganadería y aproximadamente el 2 por ciento a cultivos agrícolas.

Estos valles han sido colonizados espontáneamente desde los años 50, y el tamaño promedio de las propiedades es de 30 ha. Las unidades de mayor tamaño están controladas por los indios Shuara quienes las usan en forma comunitaria para la caza y la agricultura. El tamaño de las propiedades se aprecia en el Cuadro 7. Se observa que más del 70 por ciento son de menos de 100 ha.

Cuadro 6. Usos agrícolas y forestales de
Ecuador.

Uso	Valle del río Zamora	
	(ha)	(%)
Cultivos agrícolas	1.792	2
Pastos	33.863	35
Bosques	60.473	63
Total	96.128	100

Cuadro 7. Distribución por tamaño de
y Nangaritza.

Intervalos (ha)	Fincas	
	No.	(%)
0 a 10	589	2
10 a 20	415	1
20 a 50	864	3
50 a 100	324	1
100 a 200	77	
200 y más	25	
Total	2.294	100

Dentro de este contexto, el proyecto tiene como objetivos: a) promover la nacionalización del proceso de colonización; b) mejorar la producción agrícola y ganadera de los colonos; c) proporcionar servicios sociales y los servicios básicos de salud para acelerar su desarrollo.

El Proyecto comprende la ejecución de tres subproyectos que se enumeran a continuación:

1. Crédito agropecuario y desarrollo de la ganadería, que representa aproximadamente el 31 por ciento del presupuesto.
2. Actividades de apoyo a la producción, que destinará aproximadamente el 31 por ciento del presupuesto. Las actividades están la adjudicación de terrenos, la investigación y extensión agrícola, la especialización, y la construcción de infraestructura.

3. Infraestructura social, con el 13 por ciento de los recursos, la cual incluye la construcción de aulas escolares y otras inversiones educacionales, e instalaciones de saneamiento rural.

Centro de Reconversión Económica del Austro (CREA). Esta institución de desarrollo regional tiene bajo su responsabilidad la ejecución del Proyecto de Desarrollo Integral Palora-Gualaquiza en la provincia oriental de Morona Santiago. Este proyecto consta de dos subproyectos. El primero está relacionado con el crédito agropecuario dirigido a los campesinos (colonos y nativos) para la realización de obras de infraestructura y suministro de insumos básicos indispensables para poner en marcha las recomendaciones técnicas dentro del marco del Proyecto. El segundo está a cargo de la promoción del desarrollo, entendido como conjunto de actividades tendientes a mejorar los sistemas de producción actuales mediante la adaptación de tecnología, la participación activa y crítica de la población rural, y la capacitación de campesinos, técnicos y profesionales del Proyecto (CREA, 1978).

El subproyecto de crédito agropecuario contempla beneficiar a más de 2500 familias, entre criadores de ganado bovino de carne y doble propósito, porcinos y cuyes. Sin embargo, el mayor énfasis está puesto en el crédito para fomento de la ganadería bovina con la introducción de machos puros (Pardo Suizo) a las fincas participantes. Se considera que como consecuencia del mejoramiento de la capacidad genética existente se dará un incremento paralelo a la producción de carne y leche. Para tal fin el CREA cuenta con tres granjas experimentales en el área de influencia del Proyecto, localizadas en Pablo VI (190 ha), Domono (190 ha), y General Proaño (25 ha).

Desconocemos las razones de los directivos del CREA y del Proyecto para decidir la importación del ganado a distribuirse entre colonos y nativos de la región mediante financiamientos crediticios del subproyecto correspondiente, ni tampoco los fundamentos técnicos para inclinarse por la raza Pardo Suizo. Si se toma en cuenta que, lo mismo que en otras zonas de la región amazónica y del país, la gran mayoría de la población campesina está constituida por pequeños agricultores de escasos recursos económicos, bajo nivel educativo y, en muchos casos, desconocimiento del medio, resulta difícil, por decir lo menos, esperar que los animales importados reciban los cuidados y manejo apropiados para que se cumplan las metas propuestas. Por otra parte, dado el alto precio del ganado, convendría analizar si, en primer lugar, los ganaderos están dispuestos a aceptar este tipo de animales y, en segundo, si su capacidad de pago les permitirá cumplir con los compromisos del préstamo.

Los parámetros técnicos su planificadores del Proyecto son probable que éstas sean alcanzadas. Las condiciones ecológicas de la explotación el factor humano realizables caen muy por debajo por ejemplo, llegar a tasas de mortalidad de terneros de sólo 5% leche de 11 litros por animal a los 15 días, es prácticamente imposible en un programa de desarrollo sustanciales en el manejo, que no en el caso de la adquisición de animales socio-económica de la región.

Aparte del componente bovino la distribución de cerdos puros de cría cuyes reproductores para abastecer

El subproyecto de promoción estará el mantenimiento de las que se venderán entre los campesinos crédito agropecuario, contemplando las necesidades de experimentación "camino tecnológico realista que existen ajustándolos a su contexto. Tras una fase de reconocimiento se propone formular una serie de actividades al personal de extensión como paralelamente, identificar áreas de campesinos como en las granjas, considera imprescindible componente permanente de divulgación técnica nivel.

Con respecto a la investigación en pastos y forrajes, especialmente el efecto tendría a su disposición el de introducción de pastos con selección y multiplicación en el campo en sus fincas, con pruebas de años más promisorias. Con base en ensayos, tanto en las granjas

agricultores, se espera generar recomendaciones y hacer ajustes tecnológicos para su aplicación por parte de los productores de la zona. Sin embargo, cabe recordar que los pequeños agricultores trabajan en sistemas de producción, muchos de ellos complejos, en los que varios componentes agrícolas y pecuarios, en forma integrada, interactúan constantemente; por lo tanto, toda recomendación aislada relativa al mejoramiento de algunos de esos componentes deberá hacerse luego de un concienzudo análisis de la realidad socioeconómica de los agricultores y sus limitaciones, y después de haber probado a nivel experimental y verificado que una innovación que se pretende introducir no ocasionará la alteración de la estabilidad de dichos sistemas.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). La investigación agropecuaria a cargo del INIAP se inició oficialmente en el año 1975 mediante un convenio con el Instituto Lingüístico de Verano para la utilización de las instalaciones de su centro en Limoncocha. En 1976, ante la impostergable necesidad de establecer una estación experimental permanente y de primera categoría llamada a resolver los problemas limitantes de la producción agropecuaria en la región amazónica, técnicos del INIAP y del Ministerio de Agricultura y Ganadería iniciaron un estudio de diagnóstico agro-socio-económico de la región encaminado a determinar la ubicación de dicho centro experimental. En 1978 se creó la Estación Experimental Napo y, desde entonces, se han repetido algunos de los trabajos de investigación empezados en el centro de Limoncocha y se han emprendido nuevos proyectos de investigación. Partiendo de un nuevo enfoque de sistemas, la filosofía sobre la cual se basa el trabajo del INIAP en la región amazónica es la de tratar de desarrollar sistemas de producción estables y rentables para pequeños agricultores: estables para la preservación de los ecosistemas y recursos naturales en general, y rentables para que colonos y nativos reciban el estímulo económico que les permita permanecer en su actividad dentro de la zona sin tener que buscar mejores oportunidades en los centros urbanos.

Al enfocar la investigación hacia los sistemas de producción del pequeño agricultor, se busca incrementar la productividad de su tierra, la cual en la mayoría de los casos no tiene posibilidades de extenderse, determinando el grado de asociatividad de especies y variedades, su distribución espacial y cronológica, y su manejo.

En un seminario organizado por el INCRAE sobre Manejo de Sistemas Ecológicos y Alternativas de Producción Agro-Silvo-Pastoril en 1978 (INCRAE, 1978), al considerar la realidad de la región y sus necesidades con respecto a las estrategias de investigación, que habrían de aplicarse, se formularon las siguientes conclusiones y recomendaciones que merecen ser transcritas:

-Se reconoce la necesidad de sistemas de producción rentable en equilibrio existente o crear un n

-Los sistemas de producción forestal en combinaciones deter

-La investigación debe dar p forestales existentes en la región especies y variedades introducida

-Se requiere investigación ac establecidas en los planes de de alimentos básicos y productos d

-Un programa adecuado de constante para la formación de

-Se necesita establecer vínculo con el objeto de intercambiar métodos y procedimientos.

-La investigación dará atención a productores. independientemente

El trabajo realizado desde en recomendaciones formuladas ha práctica en mayor o menor g coordinación entre las institucio situación que se refleja en la disparidad de criterios para abo notoria la forma en que los var prescindiendo de las recomenda de los principios sobre los cuales sistemas de producción integral

-INIAP debe ser responsable sistemas de producción agro-silv satisfactoriamente se requiere el de todas las instituciones involuc amazónica.

Por otra parte, dadas las limita momento no ha sido posible esta

otras zonas ecológicas representativas, por lo cual, con excepción de contadas granjas localizadas en el área de influencia de las instituciones regionales de desarrollo y en las que se efectúan incipientes y aislados trabajos experimentales, la mayor parte de la investigación ha quedado confinada a la Estación Experimental Napo y al Centro de Limoncocha. En el trabajo de John Bishop en este libro se presenta parte de esta investigación.

Conclusiones

El gobierno ecuatoriano ha identificado la región amazónica como el área principal para la expansión agrícola y pecuaria, y con este objeto ha creado diversos institutos y centros de investigación que coordinan estas actividades en las provincias amazónicas. Como era de esperar ha habido numerosos tropiezos relacionados con la falta de información ecológica sobre el área, la limitada disponibilidad de técnicas agrícolas, la dificultad para diseminar la información existente y los problemas asociados con la cooperación institucional. Como tan sólo recientemente se ha puesto de relieve la importancia de desarrollar la región amazónica, ésta no ha recibido la atención ni las inversiones que merece. Afortunadamente la situación está cambiando.

Bibliografía

- Anda, M.; Espinosa, N. 1977. **Estudio geográfico y de
canalización "San Pedro del Tena"**.
Banco Interamericano de Desarrollo. 1977.
Ecuador. **Proyecto de Desarrollo** I.
- Bejarano, W.; Espinosa, N.; Caceres, J.
1977. **Breve diagnóstico agro-socio-
económico de un centro experimental agropecuario**.
23. INIAP, Quito, Ecuador. 67 p.
- Centro de Reconversión Económica de la Amazonia
**Integrado Palora-Gualaquiza. Su
desarrollo**. Consorcio SORES, SNC y CIC. I.
- Colmet, D.; Gautheyrou, F.J.; Zeballos, J.
**Caracterización y propiedades de algunos suelos del o
este del Ecuador**. Quito, Ecuador. I y II.
- Instituto Nacional de Colonización de la Amazonia
de la región amazónica ecuatoriana.
Publicación 002. 101 p.
- _____. 1978. **Seminario sobre Manejo de
Suelos Agro-Silvo-Pastoril**. INCRAE. Quito.

Políticas y Planes de Desarrollo para la Región Amazónica del Perú

Javier Gazzo*

Introducción

Perú es un país climática, geológica, geográfica y ecológicamente complejo. Su superficie total es 1'285,216 km², distribuidos en las cuatro regiones naturales del país: Costa, 148,643 km²; Sierra, 350,923 km²; Selva Alta, 90,961, y Selva Baja, 694,688 km².

La población estimada del Perú en junio de 1978 era 16,8 millones de habitantes, con una tasa de crecimiento de 2.8 por ciento para el quinquenio 1978-1980. Para 1990 se estima una población de 23,3 millones. La actual pirámide de edades de población demuestra que el 43 por ciento tiene menos de 15 años y el 53 por ciento entre 15 y 64.

Perú parece ser un país despoblado pues registra una densidad de 13 habitantes por km², pero esto se debe a que la población se concentra en una superficie habitable que no supera el medio millón de km². El crecimiento desproporcionado entre la población y el territorio habitable ha conducido a una desigual distribución de sus habitantes en el territorio. La tasa de crecimiento de la población prevista para 1990 es de 57 por ciento para la Costa, de 31 por ciento para la Sierra, y de 12 por ciento para la Selva, es decir 13,3 7,2 y 2,8 millones de personas, respectivamente (Instituto Nacional de Planificación, 1979).

De lo expuesto se deduce que esta creciente población estimada generará un aumento significativo de la demanda de trabajo, espacio habitable, recursos energéticos, servicios sociales básicos, como salud, educación, vivienda, transporte, etc., y fundamentalmente, alimentos.

* Director Ejecutivo, Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Sinchi Roca 2728, Lima, Perú.

La población actual estimada es de 522,000 habitantes (522,000 en la Selva Alta y 280,000 en la Selva Baja). La mayoría de la población de la Selva Baja se dedica a la agricultura migratoria y poca se dedica a la extracción maderera.

En estos últimos años, el Gobierno ha comenzado a planificar el desarrollo sobre bases más orgánicas respecto a la distribución de la población. La incorporación de una política de desarrollo al establecimiento a la fecha de la Ley Orgánica (ORDES), cuyo objetivo básico es el desarrollo utilizando los diferentes recursos naturales para acelerar el proceso de incorporación de la Selva a la misma vida nacional.

Características Generales

Ubicación y superficie

La selva peruana o región amazónica se encuentra en el extremo oriental andino, ocupando gran parte del territorio. Se extiende hasta el piedemonte y la zona de las selvas de 78,5 millones de hectáreas, de las cuales la Selva Alta y 76,89 por ciento.

La Selva Alta está comprendida entre los 2000 m de altitud, con valles estrechos y gargantas llamadas "pongos". Grandes ríos fluviales que llegan a tener hasta 100 m de ancho encuentran hasta a 450 m por encima del nivel del mar.

La Selva Baja, llamada también selva serrana, se encuentra en las serranías andinas y está a menor altitud. Está cubierto por una espesa selva.

Se estima que en toda la selva peruana hay 10 millones de hectáreas útiles para explotación.

Geología

La región amazónica posible geosinclinal este-oeste, dando origen a una gran desagua en el Océano Pacífico.

levantamiento de la cordillera andina en el Mioceno hicieron que el drenaje de la cuenca cambiase de dirección orientándose hacia el este (Océano Atlántico). Posteriormente, los ríos que empezaron a bajar de los Andes arrastraron mayores cantidades de sedimentos, constituidos principalmente por areniscas, calizas y lavas volcánicas. El río Amazonas arrastra camino al mar alrededor de tres millones de toneladas métricas de sedimentos por día (CRIA, 1977).

Fisiografía

En la Amazonía se distinguen dos unidades fisiográficas. La primera corresponde a los sedimentos recientes del Holoceno y conforma terrazas bajas y llanuras aluviales, más o menos inundables que representan el 10 y 20 por ciento del territorio. La segunda, asentada sobre los sedimentos del terciario y del Pleistoceno, forma terrazas altas y montículos disecados y quebrados de manera apreciable por la erosión. La llanura amazónica es una sucesión de ondulaciones, cuya altura promedio es inferior a 300 m (CRIA, 1977).

Suelos

En las terrazas altas y colinas quebradas dominan los ultisoles, o en términos de clasificación de la FAO, nitrosoles distrícos y acrisoles. Son suelos profundos meteorizados y de colores fuertes que van del pardo amarillento al rojo. El lavado constante hace que sean muy ácidos y con escasa saturación de bases. No obstante que las tierras situadas en el trópico húmedo reciben del bosque natural entre ocho y 12 toneladas de material vegetal, el contenido de material orgánico en los perfiles es característicamente escaso, debido al reciclamiento de nutrientes por la foresta, el metabolismo del suelo y el arrastre físico por las aguas.

En las terrazas bajas y planicies aluviales, los suelos pertenecen a los entisoles e inceptisoles o alfisoles, o en términos de la clasificación de la FAO, fluviosoles y gleysoles. Salvo en las áreas típicas de gleización, distinguibles por la presencia de los aguajales*, el rejuvenecimiento periódico de los sedimentos fluviales origina tierras de características químicas medias, con una fertilidad media, aunque la productividad es afectada por las inundaciones.

Los vertisoles, caracterizados por la presencia de materiales arcillosos expandibles, muestran una buena fertilidad, con mejores cualidades químicas que físicas, las cuales repercuten en el drenaje.

* Conjunto de palmas de aguaje (*Mauritia flexuosa*) que dan suelos muy ácidos con drenaje deficiente y por lo tanto con escaso valor agropecuario.

Los espodosoles (podsoles Amazonia, se distinguen por su de bases y de materia orgánica llano amazónico y no tienen v

La Oficina Nacional de Ev momento ha realizado 23 estud peruana, en un total de 19'58 estudios más como se observa estudios muestran en detalle e Central, Alto y Bajo Mayo, y 1'630,790 ha.

Las tierras se han clasificado cultivos en limpio, 4'150,000 ha bosques, 43'000,000 ha (33,5%) indican que las tierras del país s vez que para fines agrícolas, en que representan el 6 por ciento 1'550,000 ha están localizadas (25%) y 4'000,000 ha en la Sel

Ecología

Según el sistema de Holdrid, clasifican en su mayor parte en tropicales, y bosques muy húm

El área del departamento de húmedo tropical; el bosque seco después de seguir aguas arriba a confluencia de los ríos Urubar

El área del departamento de de los Andes, muestra una ecoi Huallaga Central pertenecen a Moyobamba-Rioja pertenece a el otro polo importante del c encuentra en el bosque muy h Pucallpa, ciudad situada en encuentra la zona de vida natu pluvial subtropical y muy húm se repite en Moyobamba y Yu

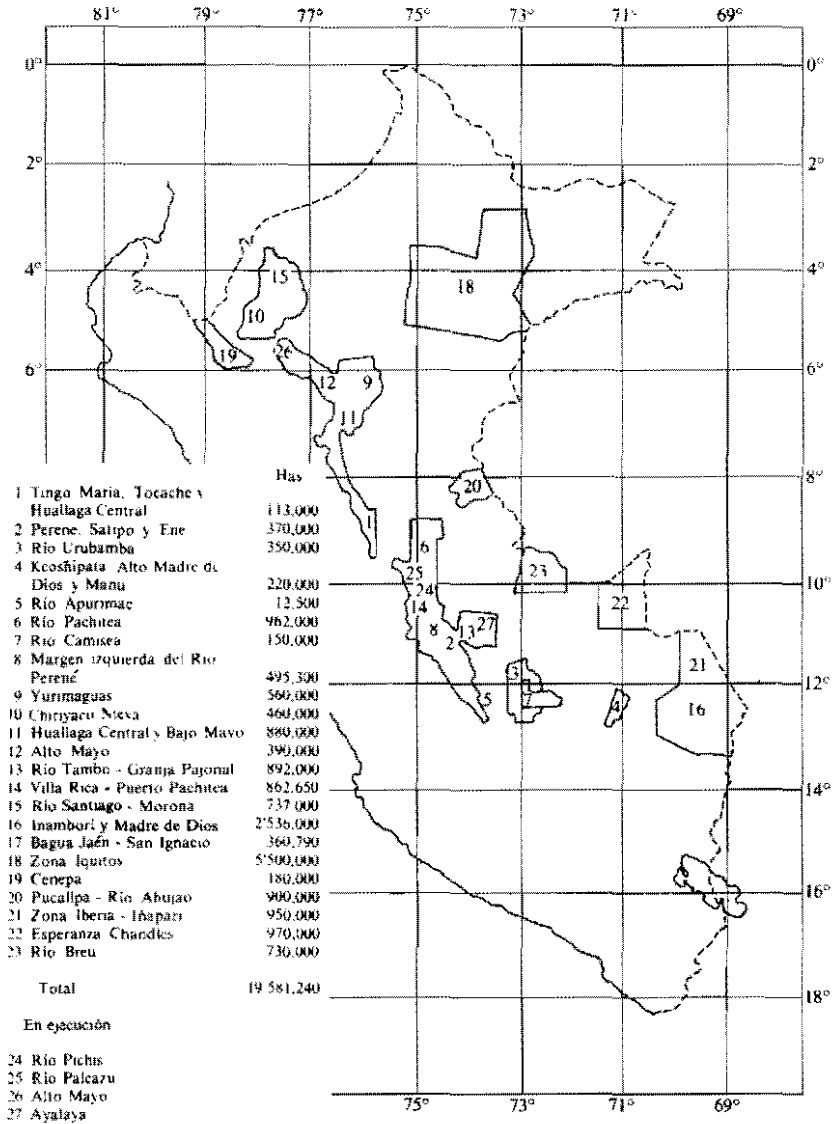


Figura 1. Relación de estudios de suelos de la selva amazónica peruana.

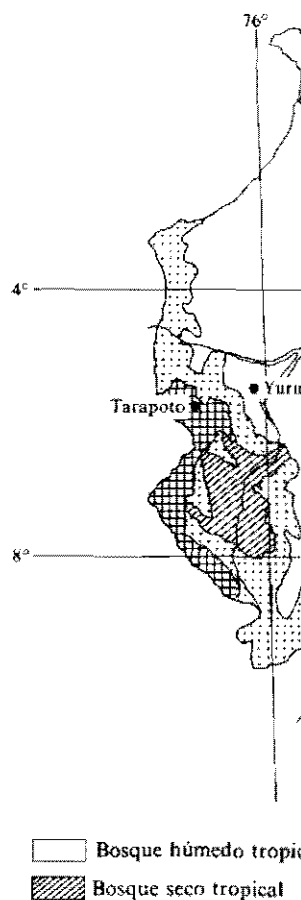


Figura 2. Localización generalizada

La parte más seca corresponde a la transición del bosque seco tropical.

Clima

Las temperaturas medias de los 24°C y alrededor de 22°C supera los 3000 mm/año en el que en el húmedo tropical se sitúa cerca de los 1200 mm/año

lluviosos para seis localidades de la Selva. La época seca tiene lugar a mediados del año, en los meses de junio, julio y agosto, pero incluso en esta época las lluvias fluctúan entre 20 y 100 mm/mes (CRIA, 1977).

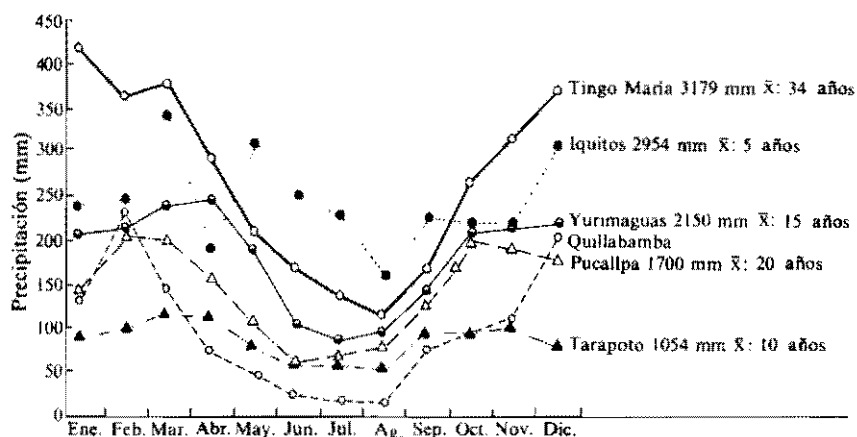


Figura 3. Regímenes de lluvias en algunas localidades de la región amazónica.

Recursos hidrobiológicos

En la selva se encuentra gran cantidad de peces, en su mayoría no estudiados.

Recursos forestales

Perú es un país con abundante riqueza forestal. Los diferentes tipos de bosques, asociaciones y tierras para plantaciones ocupan una extensión de 86,7 millones de hectáreas, que representan una cobertura de 67,5 por ciento del territorio nacional. Actualmente existen 28 bosques de libre disponibilidad y cinco bosques nacionales que en conjunto suman 34,2 millones de hectáreas o sea 39,5 por ciento de la cobertura forestal nacional. Los bosques están localizados principalmente en la macro región del Oriente (departamentos de Loreto y San Martín) que tiene 24,3 millones de hectáreas, es decir, 71 por ciento de los bosques productivos (INP, 1979).

Recursos mineros

El oro constituye el principal potencial minero, y se encuentra principalmente en la zona del sureste, Selva Central y Selva Norte.

Vías de comunicación

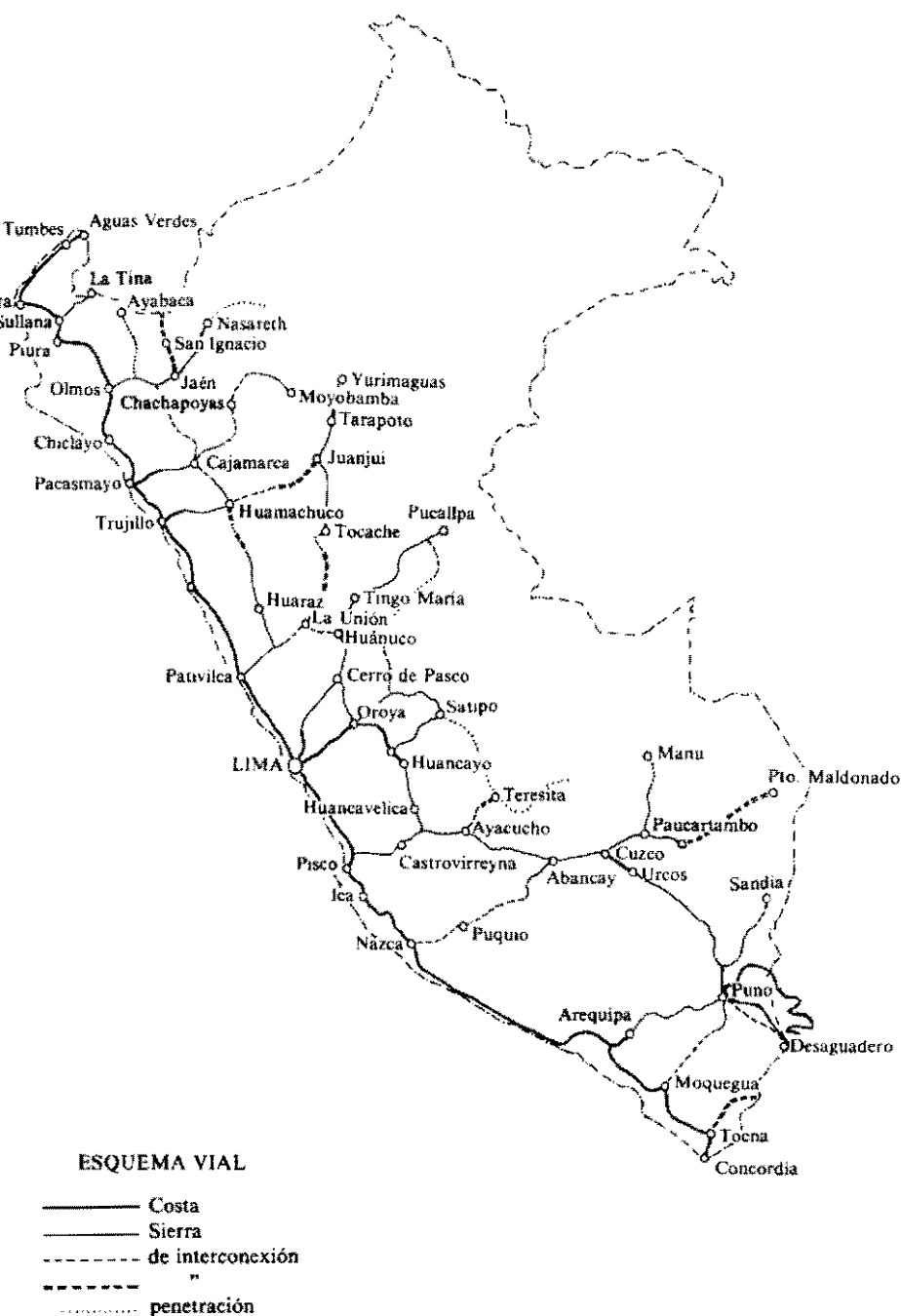
En cuanto a vías terrestres, existe la "Carretera de la Selva", que a la fecha no es totalmente transitable. Conecta Tingo María con Tarapoto. Asimismo, existen carreteras que comunican Tingo María con Yurimaguas. Como carreteras secundarias existen Tarapoto con la Costa Norte y Olmos-Chiclayo. También hay una vía férrea que comunica Tingo María para salir a Lima. En el sur se cuenta con las carreteras Kcosñipata y Cuzco-Quincemil.

Los medios de comunicación son el aéreo y fluvial. Hay una línea aérea nacional en Tarapoto, Pucallpa, Iquitos, Ríoja, Juanjuí, Yurimaguas y Tingo María. Se realiza en todos los ríos, como el Ucayali, Marañón. Al puerto fluvial de Tingo María se llega desde el resto del mundo.

Consideraciones Generales

Esta región ocupa dentro de la Amazonia peruana una gran importancia, cuya prioridad depende de los factores económicos que ésta presenta. Los factores económicos amazónicos que presenta los motivan para la inversión de capital. En el contexto de la economía mundial, los países desarrollados es un factor que motiva de satisfacer esta demanda por parte de la región amazónica de un

El desarrollo económico de la región depende de la línea de explotación, ya sea agrícola o industrial. Uno solo de los variados recursos que ofrece la parte de los grupos de colonos y campesinos asentamientos dispersos típicos de la Amazonia, dificulta la aplicación de medidas de desarrollo de la población, mediante servicios de salud, etc., lo cual sería factible si se desarrollaran poblados de un tamaño tal como para prestar servicios necesarios. Por consiguiente, el desarrollo productivo de la Amazonia, depende de la integración integral de todas las áreas accionadas.



La gran variabilidad que presenta el bosque, dentro de reducidas áreas, requiere una tecnología capaz de obtener información sin destruirlos sino protegiéndolos.

Actividades de Producción

Petróleo

El petróleo constituye la principal reserva probada de petróleo en el país. Las reservas probadas de petróleo representan el 71% de la capacidad actual de explotación petrolera. La explotación petrolera genera cuantiosos ingresos.

Siendo la explotación del petróleo un carácter de recurso no renovable, la explotación crea un volumen insignificante de producción que será trasladado a la riqueza que genere financie el desarrollo de las regiones de Selva y Ceja de Selva y de los acuáticos, fuentes permanentes de recursos.

Bosques

La máxima prioridad en materia de desarrollo del sector forestal en sus fases de explotación de un recurso renovable principal es la rentabilidad en comparación con la explotación de los recursos forestales. La integración de actividades productivas forestal benefician a todos los sectores de actividades menos rentables, como la explotación de los recursos forestales.

Agricultura migratoria

El modelo original de agricultura migratoria es el de los domesticados localmente (la agricultura migratoria). Este sistema respalda los cultivos que simulan la mezcla de los cultivos del bosque tropical húmedo. La agricultura migratoria resulta compatible con un patrón de explotación que lo hace inapropiado para la explotación de los recursos forestales.

Plantaciones

Otro sistema exitoso fue el de las plantaciones de caña de azúcar, caucho, té, cacao, palma africana, plátano, etc., que se desarrolló en los trópicos húmedos de África y América, en atención a la demanda de cultivos comerciales por parte de países que no podían producirlos. Estas plantaciones fueron establecidas por empresas extranjeras capaces de realizar fuertes inversiones con el único fin de elevar al máximo ganancias en su propio beneficio.

Desde el punto de vista agrícola, las plantaciones fueron un exitoso sistema de monocultivo permanente. Desde el punto de vista social, eran indeseables por las condiciones de explotación que impusieron al trabajador. Desde el punto de vista del país sede, estas inversiones extranjeras cuyos beneficios retornaban al exterior no eran convenientes. Desafortunadamente las grandes inversiones iniciales que exigen hacían muy difícil crear las condiciones sociales apropiadas para el desarrollo nacional en los países de la región amazónica. En el caso de inversiones privadas habría que revisar las condiciones de trabajo para que los intereses de los inversionistas sean compatibles con los del país sede.

El objetivo de desarrollo de la Amazonia es aumentar la producción y perfeccionar la estructura productiva de la región dando prioridad a la satisfacción de las necesidades básicas de la población y al incremento de la producción de bienes de alto valor. Con base en la situación actual del país, en las características de la región amazónica, así como en el objetivo básico para el desarrollo de la Amazonía, es posible establecer algunas políticas que se concentren en el ordenamiento y aprovechamiento racional de los recursos regionales.

Políticas Generales

Reordenamiento del espacio rural

Deberá procederse al reagrupamiento de los pobladores rurales dispersos a lo largo de los ríos y de las carreteras, de tal modo que puedan constituirse centros poblados suficientemente importantes para justificar la instalación de servicios mínimos de salud, vivienda, educación, transporte y comunicaciones.

Cada centro rural deberá ser suficientemente extenso y productivo para sostener una actividad económica que garantice un nivel de vida adecuado para sus habitantes.

En donde sea posible de asentamientos rurales con los fin de aprovechar al máximo

No se deben abrir nuevas vi la ocupación del territorio y actuales habitantes de las reg

Asentamientos rurales

El desarrollo de la Amazo unidades socioeconómicas d definirán por el carácter integr tendientes a elevar al máx ecológica.

Los asentamientos rurales de los siguientes recursos: s anual, perenne y ganadería); bosques (madera y productos (caza y turismo); recursos híd naturales (turismo).

Como medida general, debe o modificada en por lo menos usos económicos diferentes al quebradas, en las laderas y en

Las tierras de aptitud fore mediante contratos de refore degradados, o mediante contr maduros aprovechables.

En los asentamientos rurales las parcelaciones individuales producción bajo formas emp que puedan competir eficie stituidos por medianos y gran

En los asentamientos rurales agropecuaria y/o de producci silvestre, con la industrializaci primaria.

Debe postergarse para etapas avanzadas del desarrollo rural de la Amazonía el hasta hoy concepto predominante de que dicha región puede convertirse en exportadora de alimentos para el resto del país. La Amazonía peruana puede, sin embargo, producir alimentos de autoconsumo para poblaciones superiores a las que hoy tiene, y podría abastecer a los habitantes andinos dedicados a actividades forestales y a industrias derivadas.

Es indispensable evitar asentamientos dispersos y controlar la colonización espontánea, específicamente a lo largo de las carreteras, por medio de la coordinación entre organismos públicos correspondientes, la organización y capacitación de los campesinos y el control ejercido por la Policía Forestal.

Políticas agrícolas

Los siguientes usos de la tierra deben recibir prioridad: a) Rotaciones agro-forestales (sistema taungya; cultivos perennes con plantíos forestales; ciclos cortos agrícolas con regeneración forestal natural; fajas alternadas agrícolas y forestales, etc.); b) Rotaciones pecuario-forestales (plantíos forestales en pastizales; sombrío y cortinas forestales en pastizales. c) Regeneración forestal natural en pastizales. d) Rotaciones agropecuarias forestales. La Figura 5 muestra las localidades de los centros de investigación agrícola y de las estaciones y subestaciones experimentales en Perú en 1979.

La horticultura debe impulsarse. Actualmente es casi inexistente y, sin embargo, puede proporcionar altísimos rendimientos en suelos aluviales. Debe contemplarse el establecimiento de huertos en las viviendas para el abastecimiento familiar.

La intensificación de la agricultura en barreales (suelos hidromórficos aluviales) para cultivo intensivo de granos, mediante obras para controlar la sedimentación y las inundaciones, es una labor importante.

Es necesario estimular la porcicultura (con base en yuca), la cría de aves de corral y de búfalos.

Se debe evitar el desmonte mecanizado por su efecto perjudicial en la producción, en comparación con el método tradicional de desmonte.

Es importante aplicar métodos más racionales de pastoreo a la ganadería extensiva, que incluyan el uso de rotaciones, el consumo del follaje y las nuevas técnicas de hidrólisis de la madera para la alimentación del ganado.

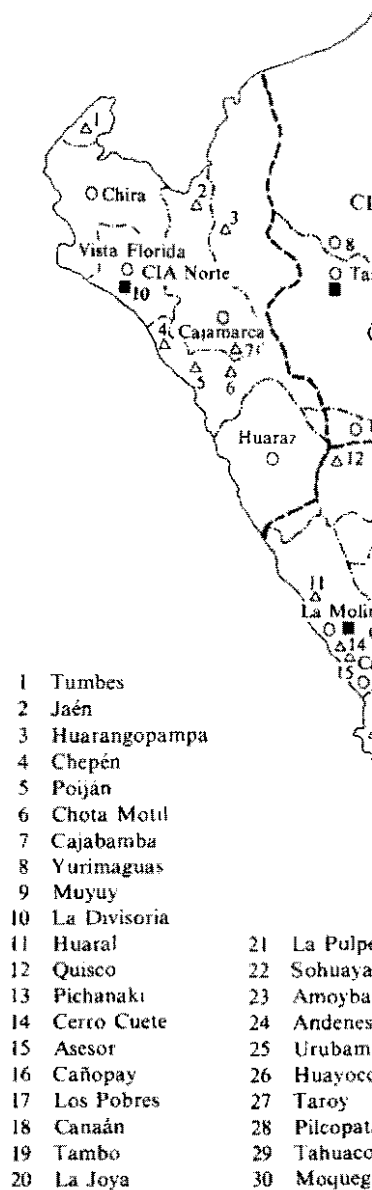


Figura 5. Localización de los centros subestaciones experimentales.

El cultivo de la coca debe erradicarse definitivamente por sus repercusiones en la erosión de los suelos y en la salud pública. Sólo determinados asentamientos rurales podrán dedicarse a este cultivo bajo estricto control gubernamental.

Aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos, forestales, y de la fauna silvestre

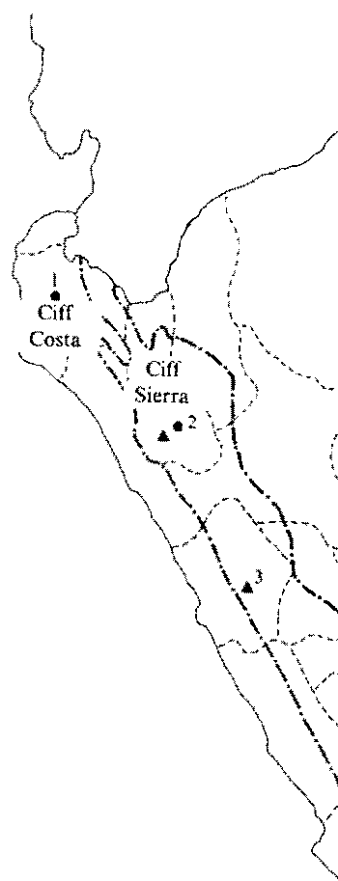
Las empresas de propiedad social, el estado y las empresas privadas deben desarrollar proyectos de utilización de bosques naturales que integran las fases extractivas industrial y comercial, con aprovechamiento del mayor número de especies.

El manejo de los bosques naturales debe ser tal que sin alterar drásticamente los ecosistemas primitivos se asegure un aumento sustancial de la productividad del área. Esto se puede lograr aplicando una combinación de sistemas de regeneración artificial en plantaciones puras o mixtas, estimulando la regeneración natural y protegiendo los bosques existentes.

Para garantizar la protección de los bosques deben crearse Unidades de Conservación (parques nacionales y reservas nacionales, principalmente) en un 20 por ciento de la superficie de la Selva Alta y Baja que serán, por otra parte, la base del desarrollo turístico y recreativo. La política forestal, orientada al cumplimiento de la legislación sobre todos los recursos naturales renovables y no sólo a la relacionada con los bosques y fauna silvestre, debe ser implantada a toda la región amazónica. La Figura 6 muestra la ubicación de los centros de investigación forestal y fáunica y estaciones experimentales forestales en Perú en 1980.

El estado no debe explotar directamente más del 20 por ciento de los bosques en producción de la Amazonía, a fin de asegurar la participación en el proceso productivo de las empresas de propiedad social y de otras modalidades asociativas y privadas.

Las zonas de la Ceja de Selva, que han sido arrasadas por la agricultura migratoria, deberán ser recuperadas mediante su clasificación por capacidad de uso principal, identificación de áreas prioritarias y la ejecución ordenada de programas de conservación de suelos, reforestación, exclusión o estricto control de la ganadería y agricultura y corrección de torrentes, propiciando así una abundante generación de empleos. Esto es indispensable para dar uso económico a dichas tierras y además evitar la erosión que atenta contra la navegación fluvial y el potencial hidroenergético, y ocasiona deslizamientos de tierra e inundaciones.



1. Sullana
2. Cajamarca
3. Huaráz
4. Huancayo
5. Cuzco
6. Pucallpa
7. Bosque Nacional
Alexander von Humboldt

- ◆ Centro de Investigación Forestal
- ▲ Estaciones Experimentales Forestales
- Límites Ciff

Figura 6. Ubicación de centros de investigación forestal y estaciones experimentales forestales.

La piscicultura, así como la crianza de ronsocos, cocodrilos y monos, entre otras especies, deben ser estimuladas. Además debe establecerse un mecanismo de manejo extensivo de la fauna silvestre y acuática, que gradualmente puede ser transformado en intensivo.

Es necesario promover el proyecto de utilización del aguaje e investigar la factibilidad de aprovechar otras palmeras y latifoliadas como proveedoras de grasas de origen vegetal y otros productos.

Política social

Los territorios de las comunidades nativas deberán ser suficientemente amplios para que sus integrantes puedan vivir en ellos con dignidad y, por lo menos inicialmente, de acuerdo a sus ritos ancestrales. Dichos territorios pueden ser, en parte, bosques de protección en los que sólo pueden practicarse la caza, la recolección de frutas y otros productos comestibles del bosque o la extracción de productos forestales diferentes de la madera. El resto del territorio debe estar constituido por suelos de aptitud agropecuaria y forestal.

No debe estimularse el traslado de poblaciones campesinas de la Sierra hacia la Ceja de Selva o la Selva Baja hasta no haber resuelto definitivamente la situación de los pobladores que ya ocupan dichas regiones y haber identificado la existencia de suelos de aptitud agropecuaria en la extensión requerida.

La Investigación Científica en la Amazonía

La investigación científica en la Amazonía debe tener como meta mejorar la calidad de vida de la población local a la cual debe asegurar una alimentación adecuada, buenos servicios de salud, educación, etc. Además debe tender a cerrar la brecha entre el potencial de inversión que ofrece esta región y las posibilidades reales de inversión que son restringidas por los riesgos y las incertidumbres. Dos programas de investigación merecen mención especial:

El Proyecto de Colonización Integral SAIS Pampa se inició en 1974 en Pucallpa con el fin de diseñar concretamente la estructura técnica de producción de un sistema de uso integral e intensivo en la Amazonía. Se proponía el logro simultáneo de: 1) El estricto mantenimiento del equilibrio ecológico; 2) un gran número de lugares de trabajo estables por unidades de capital invertido; 3) un nivel de vida de los colonos claramente superior, incluyendo salud, vivienda, asistencia social, educación, etc.; 4) el

asentamiento permanente de la producción que garantizara la
6) una productividad económica
"autodesarrollo" de la colonización
producción de alimentos, mano de obra
imitable (Maas, 1974).

En el aspecto agronómico se
de suelos tropicales en la Selva
de poderlos cultivar en forma
propósito, los trabajos de campo
denominado "Sistema de Cultivos
complementarios diseñados para
específicas, tales como dosis óptimas
Esta investigación se discute en el

Planes de Desarrollo

Los planes de desarrollo para
los proyectos de Asentamiento
diferentes puntos de la Selva,
Hasta la fecha se han iniciado
cuales se resumen a continuación:

1. **El Desarrollo Agropecuario**
por objeto el incremento de
de 400,000 ha y el asentamiento
Hasta 1979 había logrado
asentamiento de 2400 familias
ha; estudios de suelos e
socioeconómico y del inv
tenencia de la tierra en 48,
producción en 100,000 ha
empresas; la clasificación d
3864 m² para oficinas y co
2. **El Asentamiento Rural Alto**
de 2'000,000 ha, el asentam
comunidades nativas. En 19
preliminar del proyecto; e
asentamiento de 842 fam
comunidades nativas; el l
tierras en 434,794 ha; el ap
km² de infraestructura y l

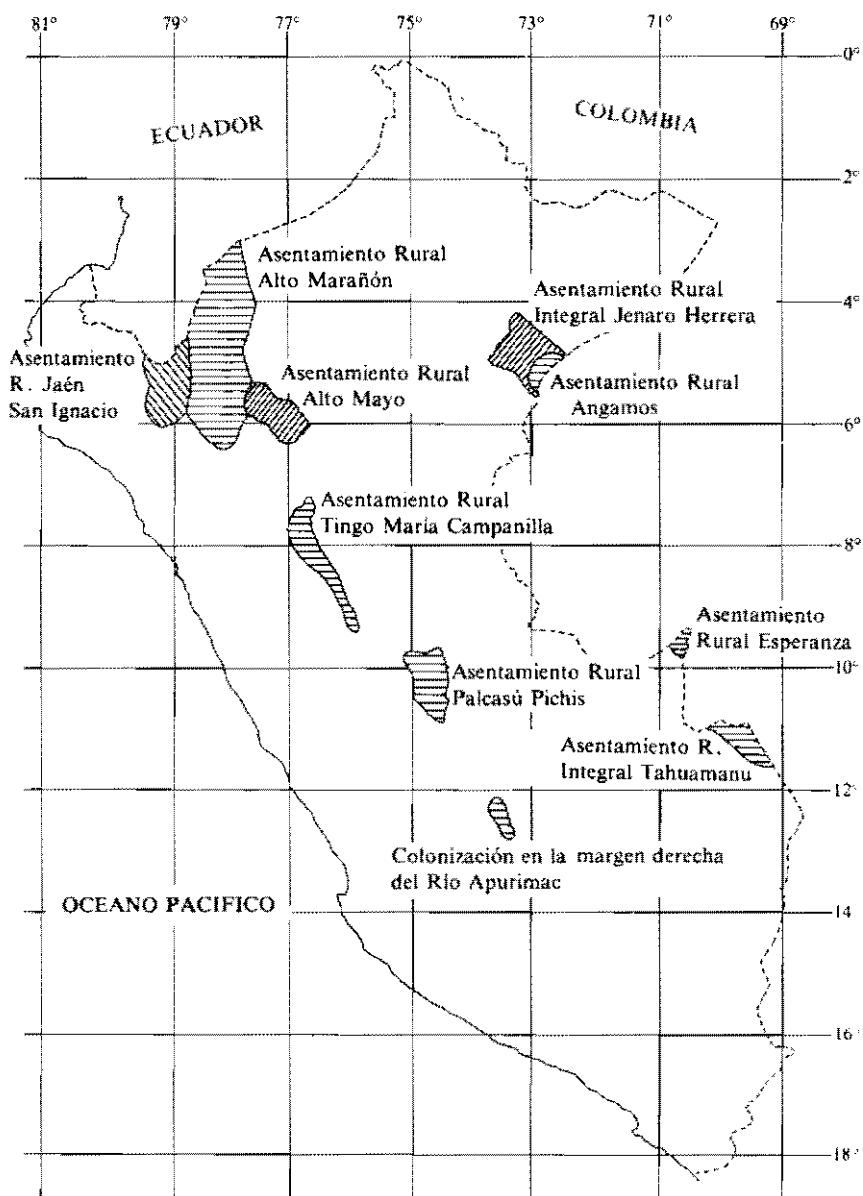


Figura 7. Ubicación de los asentamientos rurales en la Amazonía peruana.

3. **El Asentamiento Rural** para la planificación del desarrollo del asentamiento rural de 7000 familias de comunidades nativas en 66 comunidades en 1978 y para 1979 había levantamiento catastral de 2850 ha; el reordenamiento del asentamiento rural de 71 familias; el preliminar del proyecto; y el m²).
4. **El Asentamiento Rural** para desarrollar el potencial agrícola, la tenencia de la tierra de 15,6 hectáreas, estableció, inició los trabajos de maquinaria agrícola, y comencé la recolección y comercialización.
5. **El Asentamiento Rural** para la fin de lograr el asentamiento rural de 545 ha. Hasta 1979 había concluido el estudio agrológico y de infraestructura de 545 km de caminos, y sus edificaciones reparado y renovado 35 servicios, construido 845 m de muro.
6. **Asentamiento Rural** para el objeto de desarrollar integralmente las comunidades campesinas. Hasta 1979 se concluyó el estudio de 25,000 ha; la conclusión del estudio de las comunidades nativas que concluyó la adjudicación individual de 2000 ha; la conclusión de los básicos; la obtención de 14 hectáreas de mantenimiento de 60 ha de siembra; la creación de un establecimiento de pastos y
7. **Colonización en la Margen** para la 1963 con el objeto de incorporar a la agricultura y lograr el asentamiento rural de 8248 hectáreas.

8. **Asentamiento Rural Integral en Tahuamanu.** Se inició en 1975 para establecer en una primera etapa 50 familias campesinas en áreas localizadas dentro de un ámbito de 315,000 ha. Hasta 1979, se había preparado un estudio de prefactibilidad en el ámbito de influencia de Iberia e Iñapari, y se había completado el 78 por ciento de las obras de oficinas y viviendas para el personal técnico, administrativo y auxiliar en Iberia.
9. **Asentamiento Rural Integral en Jenaro Herrera.** Este proyecto se discute en detalle en el trabajo de López Parodi, en este volumen.
10. **Proyecto de Asentamiento Rural Cantagallo.** Se creó en 1975 con los siguientes objetivos: efectuar el inventario forestal detallado sobre una superficie de 10,000 ha (escala: 1/25,000); el estudio de suelos sobre un área de 10,000 ha; el levantamiento aerofotográfico sobre una superficie de 100,000 ha (escala: 1/25,000); y el diagnóstico socioeconómico del área del proyecto. Hasta 1979 se había avanzado en los trabajos de la granja experimental, y ya se disponía de 46 ha dedicadas al cultivo de pastos y productos agrícolas.
11. **Asentamiento Rural Esperanza.** Fue creado en 1975 a fin de lograr el asentamiento de 150 familias e incorporar 2800 ha de tierras productivas. Hasta 1979 se habían terminado las instalaciones para su propio personal; se habían desmontado 53 ha y sembrado pastos y productos básicos en 43 ha; y se había adecuado el campo de aterrizaje para permitir la entrada de aviones de gran capacidad de carga.
12. **Proyecto de Asentamiento Rural Angamos.** La meta de este proyecto iniciado en 1975 era la incorporación a la agricultura de 35,000 ha y el asentamiento de 200 familias campesinas. Hasta 1979 se habían terminado 21 km de la carretera Angamos-Jenaro Herrera; la limpieza y conservación de la carretera al campo de aterrizaje (5 km); la construcción del campamento; la instalación de granjas de aves y porcinos; y el establecimiento de una granja experimental, con más de 20 ha de pastos y 16 ha de cultivos diversos.

Bibliografía

- Centro Regional de Investigación Agraria. **Amazonia Peruana**. Dirección General de Investigación Agraria.
- Instituto Nacional de Investigación Agraria. **La investigación en el sur del Perú**.
- Instituto Nacional de Planificación. 1974. **Plan Global**. INIA, Lima, Perú.
- _____. 1963-1970. **Atlas histórico-geográfico**.
- Maas, A. 1974. **Colonización Integral y varios sistemas de uso de la tierra para el Trópico Americano**. Ministerio de Agricultura y Fomento. Conferencias, Cursos y Reuniones.
- Ministerio de Agricultura y Alimentación. **peruana**. Dirección General de Investigación Agraria (Documento interno), (inédito).
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos. **peruana**. (Documento interno, inédito).
- Sánchez, P.A., Tyler, E.J.; Seubert, Nureña, M.A. 1974. **Investigación Agraria en el Perú**. Primer Congreso Nacional de Investigación Agraria.
- Universidad Nacional Agraria, La Molina. 1974. **La agricultura en el Perú**. 143 p.

Una Experiencia Peruana para el Desarrollo de su Amazonía: el Organismo Regional de Desarrollo de Loreto y el Proyecto Jenaro Herrera

José Lopez Parodi*

Introducción

La creación del Organismo Regional de Desarrollo de Loreto (ORDELORETO) responde a la política de descentralización y desconcentración del Gobierno peruano, con el fin de favorecer el desarrollo integral regional de la Amazonía peruana.

El ORDELORETO fue el primer Organismo de Desarrollo Regional creado como tal en Perú, el 16 de agosto de 1977, y entró en funcionamiento el 10. de octubre del mismo año. Se define como el "ente rector del desarrollo regional y máximo organismo de coordinación multisectorial en la región" según la ley para su creación.

El ORDELORETO tiene un jefe con rango de ministro de Estado y cubija a todas las Direcciones Regionales Sectoriales que antes dependían de los ministerios con sede en Lima. Su organización estructural es muy semejante a la de un ministerio, esto es, tiene un órgano máximo de dirección conformado por la Jefatura y la Dirección Técnica Ejecutiva; un órgano de control, la Inspección General; órganos de apoyo como son Administración, Personal y Comunicaciones; órganos de asesoramiento como son la Oficina Regional de Planificación y la Oficina de Asesoría Legal; y finalmente tiene órganos de línea o de ejecución sectorial conformados por las Direcciones Regionales de Agricultura, Pesquería, Industria y Comercio, Energía y Minas, Transportes y Comunicaciones, Vivienda y Construcción, Educación, Salud, Trabajo y Contribuciones.

El ORDELORETO tiene bajo su responsabilidad el desarrollo del departamento de Loreto y de los distritos de Honoria y Puerto Inca

* Jefe de Proyecto. COTESU "Asentamiento Rural Integral Jenaro Herrera", Río Ucayali, Perú. Director técnico ejecutivo de ORDELORETO del 10. de marzo, 1978, hasta 31 de marzo, 1980.

pertenecientes a la provincia d
(Fig. 1). Esto significa unos 47 m
por ciento del territorio nacio
peruana) localizadas en el llan
cargo de otros organismos regio

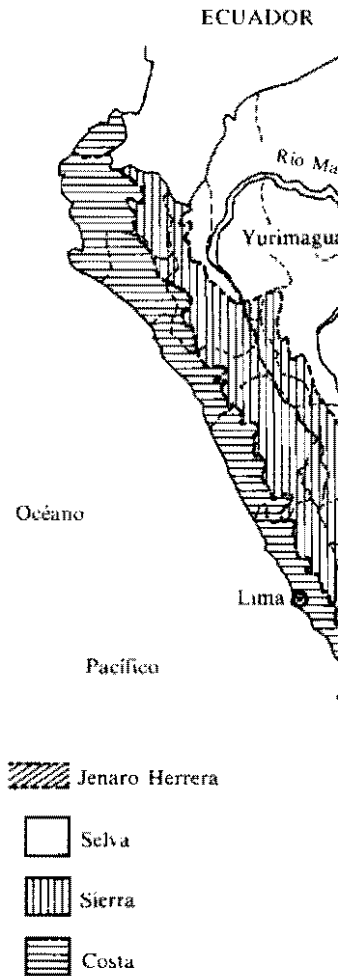


Figura 1. *Regiones naturales del*

En este territorio hay unos 620,000 habitantes de los cuales el 50 por ciento vive en el área rural, a lo largo de las riberas de los principales ríos de la región. Es importante mencionar que la población rural está constituida por mestizos (+ 75 por ciento) e indígenas (+ 25 por ciento) pertenecientes a 51 grupos etno-lingüísticos, que constituyen un invalorable componente del rico y variado patrimonio cultural peruano.

División Territorial para la Administración del Desarrollo

Para no trasladar el centralismo de Lima a Iquitos, capital de la región, el ORDELORETO en sus dos años de experiencia ha dividido la región en territorios administrativos con el fin de descentralizar y desconcentrar internamente las acciones de desarrollo integral. Estos territorios responden a cinco niveles de organización administrativa, como sigue:

A. Nivel Regional: ambito del ORDELORETO

B. Nivel Zonal: tres territorios

-Provincias de Requena, Loreto, Maynas, Ramón Castilla y Distrito del Putumayo, con sede en Iquitos

-Provincias de Coronel Portillo y Ucayali, con sede en Pucallpa

-Provincia de Alto Amazonas con sede en Yurimaguas

C. Nivel Sub-Zonal: once territorios

D. Nivel Núcleo de Desarrollo: $\pm$ 60 núcleos

E. Nivel Centro de Desarrollo: centros poblados.

La implantación de estos niveles de organización territorial está a cargo del Nivel Zonal. Cada zona cuenta con su propio presupuesto y recursos humanos, y tiene bajo su responsabilidad a las Direcciones Zonales Sectoriales, como son Agricultura, Salud, Educación, Vivienda, Transportes, etc. Actualmente se están implantando los Comités Sub-Zonales de Desarrollo, los cuales pertenecen a las Zonas de Desarrollo.

Se ha propuesto que el nivel Núcleo de Desarrollo sea la unidad territorial y administrativa mínima que permita una acción ágil de la administración y supervisión real en términos de extensión territorial. Asimismo el núcleo debe permitir, por su tamaño, la realización de estudios básicos de diagnóstico de los factores físicos, biológicos, sociales y

económicos, los cuales constituyen alternativas de desarrollo del área por los Centros de Desarrollo, existentes dentro de su área y que el comercio local con base en el uso del área. Se parte de la premisa que la población y bienestar significa que la vivienda, vestido, educación, salud sean satisfechos. Significa también ingreso y familiar que le permitan que mejoren la calidad de vida.

Para lograr esto se debe producir base física y natural de la producción. Se deben conocer también las técnicas que pueden mejorar, si acaso lo necesitan. HOMBRE (en su sentido amplio) el desarrollo debe ser productivo, públicas y privadas y de la población importante es el recurso económico.

Ahora bien ¿cómo llevar a cabo la respuesta es probando en un área hacer para volver realidad esta requiere investigación, pero el debemos buscar prioridades de desarrollo.

Esta primera experiencia se es tomando como punto de partida el Asentamiento Rural Integral de Jenaro Herrera).

El Proyecto de Asentamiento

Características generales

Jenaro Herrera está localizada a unos 150 km al sur de Iquitos. El clima anual de precipitación y 26° C. Los suelos son predominantemente de topografía ondulada suave. Los barreales (vega ribereña periódica) pueden encontrar también esp...

ciento de arenas solísticas) y gleysoles en zonas pantanosas (aguajales). La vegetación es bosque húmedo tropical en su gran extensión, aunque hay bosques homogéneos de *Mauritia flexuosa* (aguaje). Las aguas están conformadas por un gran río de agua "blanca"* (Ucayali), ríos y quebradas de aguas "negras" y lagos meándricos que reciben la influencia de aguas "blancas" y "negras". La fauna terrestre y acuática es típica de bosque tropical húmedo, aunque superexplotada. El ámbito del Proyecto comprende inicialmente unas 250,000 ha con proyecciones a 450,000.

El proyecto Jenaro Herrera es un Proyecto de Inversión del ORDELORETO y se ejecuta a través de la Dirección Regional de Agricultura con la cooperación técnica del gobierno suizo. Al convertirse en centro de operaciones del Núcleo de Desarrollo Piloto, incluye además 12 centros poblados (caseríos) distribuidos en ambas riberas del Río Ucayali, con una población total superior a 5000 habitantes.

Líneas de acción en el Núcleo

Agricultura. En los barreales se cultiva arroz, maní, frijol, urena (fibra), calabaza, melón, sandía. En zonas altas (tierra firme) se mantienen parcelas de yuca y plátano, principalmente, aunque hay 3.5 ha de cultivos asociados y agroforestales de dos años de edad, en forma experimental. Los cultivos locales son la sachapapa (*Dioscorea* sp.) y el dale-dale (*Calathea* sp.) asociados con piña, yuca, plátano, café, arroz, guaba (*Inga* sp.) y como especies forestales el tornillo (*Cedrelinga cataeniformis*) y la lupuna (*Chorizia* sp.).

Ganadería. Se crían vacunos de doble propósito (leche y carne) de las razas Pardo Suizo, Cebú y Criollo. Los pastos son *Brachiaria decumbens*, *Axonopus scoparius* (maicillo) y *Pueraria phaseoloides* (kudzú). Hace poco tiempo se introdujeron búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) con muy buenos resultados.

Hay una granja de porcinos Landrace, Yorkshire y criollos, con unos 350 animales. Los caballos (unos 80) son de la Selva Alta Norte (San Martín) y se mantienen en muy buen estado.

Bosques. El bosque natural se aprovecha y reforesta o se maneja la regeneración natural. Hay ensayos de enriquecimiento por fajas y plantaciones a campo abierto de tornillo (*Cedrelinga* sp.), lupuna (*Chorizia* sp.), azucarhuayo (*Hymenaea palustris*) y otras dos especies. Se está comenzando a trabajar con palmas.

* Los ríos de aguas "blancas" y "negras" están ampliamente descritos en los trabajos de Serrão y Toledo, y Schubart y Salafí en este libro. (Nota del editor.)

Pesquería. Se hace extracción creando una reserva comunal por recurso. Se tienen granjas con gamitana. Un estanque está asirven de abrevaderos para el

Fauna terrestre. Se han hecho están criando en cautiverio el sajino (*Tayassu tajam*).

Promoción comunal. Se han campaña contra el analfabetismo el campo de la salud, hay un pue la labor preventiva (vacunación de Jenaro Herrera está organiza cuenta con una embarcación a ruta Jerano Herrera-Iquitos d vende medicinas a precios ofic

Vivienda. Se tiene un Plan Jenaro Herrera. Se están termi agua potable así como las con proyecto de investigación y des con énfasis en el uso de materia poblador rural.

Transporte. Hay 15 km const que permite el aprovechamiento están realizando pruebas con u (Tortoise-Seiga) para buscar ot

Plan de Desarrollo a Mediano Jenaro Herrera

La finalidad del Núcleo Pil "Propiciar el desarrollo rural in económicos y culturales en la zo to óptimo, socio-económica y recursos naturales, mediante es relacionados o por relacionarse

El carácter piloto del Núcleo el esfuerzo de desarrollo integ Selva Baja y la función de mo

Los objetivos principales de desarrollo a mediano plazo (5 años) del Núcleo Piloto son los siguientes:

A. Aspectos político-organizativos:

- Obtener la declaración de Jenaro Herrera y su ámbito de influencia (Santa Rosa-Carahuayte-Bagazán) como distrito;
- establecer en el mismo ámbito del distrito el Núcleo Piloto de Desarrollo de Jenaro Herrera, con todos los organismos necesarios para su funcionamiento;
- Asegurar la auto-organización de todos los pueblos del Núcleo para lograr su participación en la realización del Plan a Mediano Plazo del Núcleo.

B. Infraestructura básica:

- Asegurar una cobertura adecuada de servicios de salud en todas las comunicações del Núcleo;
- garantizar la erradicación del analfabetismo y una cobertura completa de servicios de educación y capacitación para todos los niveles de formación y todas las edades;
- asegurar que cada familia en el Núcleo tenga una vivienda techada con dormitorio de cuatro paredes y piso de madera;
- garantizar que todas las comunidades con estructura urbana adecuada sean abastecidas con energía eléctrica.

C. Producción primaria:

- Asegurar a nivel de comunidades una producción integral, tanto agropecuaria como faúcnica y pesquera, que permita garantizar a todas las familias una dieta balanceada durante todo el año;
- fomentar la producción de excedentes alimentarios a medida que se vaya logrando la satisfacción de las necesidades mínimas arriba citadas;
- asegurar a nivel de comunidades un manejo ecológicamente razonable del recurso forestal que se asignará a cada comunidad, que permita financiar las necesidades de infraestructura y de reforestación;
- asegurar la infraestructura necesaria de almacenamiento, transporte y comercialización que permita cumplir con los objetivos arriba citados de la producción alimentaria.

D. Transformación de la producción primaria:

- Fomentar la transformación del excedente de la producción primaria por medio de la tecnología adecuada a fin de aumentar los ingresos;

- fomentar la comercialización

E. Investigación:

- Fomentar la investigación científica y tecnológica en los recursos naturales de la zona y de la zona de influencia adecuada.

F. Evaluación:

- Evaluar continuamente el cumplimiento del Plan de Manejo.

G. Divulgación:

- Divulgar continuamente y de manera permanente el número de visitantes.

Conclusión

La experiencia del Núcleo de Manejo Integrado de la zona de influencia para la región amazónica por los conocimientos y experiencias de los lugares e instituciones del país, es una experiencia definida para lograrlo, pero es una experiencia que va de la mano con el desarrollo. La cooperación es necesaria, porque la población es necesaria, porque la población es responsable no sólo de preservar el patrimonio de las generaciones venideras.

El Desarrollo Agrícola en la Región Amazónica Venezolana

Sergio Benacchio*

Introducción

Venezuela está situada entre los paralelos 0°40' y 12°28' de latitud norte, y a pesar de ser un país netamente tropical, dentro de su territorio se encuentran 22 zonas de vida con características ambientales que van desde las de los ecosistemas típicos de la faja ecuatorial hasta las de las latitudes más elevadas. En términos generales, las áreas al norte del río Orinoco son más secas, y las localidades al sur siempre son más húmedas al acercarse al Ecuador. Por razones socioeconómicas y políticas, además de las de tipo ambiental, el desarrollo del país ha tenido lugar casi exclusivamente al norte del paralelo 6. Sin embargo, a partir de 1969, la nación ha mostrado un renovado interés y preocupación por una integración más efectiva de las tierras del sur a la vida nacional, tanto por su importancia como región fronteriza, como por el potencial que representan para la economía del país.

El Territorio Federal Amazonas es parte integrante (de acuerdo al Decreto Presidencial de Regionalización Administrativa No. 478 de fecha 8 de enero de 1980) de la Región Guayana, al igual que el Territorio Federal Delta Amacuro y el Estado de Bolívar, cuyo Distrito Cedeño tiene características ambientales muy similares. Según disposición del 7 de abril de 1980, emanada de CORDIPLAN, la planificación del desarrollo de toda la Región Guayana pasó a ser responsabilidad de la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) a partir de esa fecha.

En este informe se hará un recuento de los estudios efectuados al sur del paralelo 6° y específicamente en el Territorio Federal Amazonas.

* Coordinador Nacional del Programa de Investigación sobre Ecología Agrícola, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Apartado 4588, Maracay 2101 A, Aragua, Venezuela.

El Territorio Federal Amazónico aproximadamente 20 por ciento según censo de 1971, era de 21,0 de 0.12 habitantes por km². La mayoría en los centros más importantes es Puerto Ayacucho (10,417 hab.) Atabapo (1,537 hab.) y San Juan de los Rios, censada hay que agregar aproximadamente en todo el Territorio.



Figura 1. Regiones

Características Generales

Fisiografía

La morfología de la región se caracteriza por una extensa penillanura, sobre la cual se observan relieves tabulares y macizos graníticos fuertemente cortados o disecados. El escudo de Guayana da unidad geológica a la región y está constituido predominantemente por rocas metamórficas y graníticas de origen pre-cámbrico del Paleozoico.

La región está atravesada por ríos de gran importancia tales como el Orinoco, el Negro-Guainia, el Ventuari, el Atabapo, y el brazo Casiquiare, el cual une la cuenca del Orinoco con la del Amazonas. El 25 por ciento de las aguas del río Orinoco son vertidas en el Amazonas por medio de este brazo del río Negro. El territorio como tal pertenece principalmente a la Orinoquia y solamente una cuarta parte correspondería a la Amazonía.

El área montañosa, con nivel superior a los 500 m, es particularmente extensa (79,855 km², el 44% del Territorio) y comprende el macizo del nordeste, las cadenas montañosas del este y las sierras del sureste. Allí se encuentran los picos más elevados de toda la cuenca amazónica: Cerro Marahuaca, 3860 m; Cerro Huachamacari, 2520 m; Cerro Duida, 2880 m; Cerro Yari, 2556 m; Cerro Neblina, 2940 m.

A las zonas bajas corresponden los restantes 102,005 km² así distribuidos: planicies bajas (0-100 msnm, 19%), terrenos elevados (75-250 msnm, 32%) y mesas altas (250-500 msnm, 12%).

Las condiciones geológicas existentes, los procesos erosivos prolongados y las condiciones climáticas peculiares de temperatura, pluviosidad y humedad altas, han ocasionado la formación de un conjunto de paisajes y formas de relieve que caracterizan la región. Las principales son:

Llanuras de erosión - alteración. Presentan afloramientos rocosos, alternados con pequeñas filas montañosas, rodeados por glaciares arenosos y lomas de alteración. Entre otras incluyen las penillanuras de Santa Bárbara, del Ventuari y del Casiquiare.

Depósitos aluviales. Son formas fisiográficas ligadas a la deposición aluvial de los desbordamientos o encajadas que se producen a lo largo de los principales ríos. Un ejemplo típico es la localidad de San Juan de Manapiare.

Valles intramontanos. Usualmente son depósitos aluviales y lomas de

Macizos graníticos-gneísicos. Son restos de antiguas superficies de erosión de la Sierra Tapirapecó y la Sierra Parima.

Macizos de la formación Roraima. Son como altiplanicies circundadas por montañas de gran profundidad. Estos macizos son producto del proceso erosivo del escudo guayanés sobre los sedimentos, que luego sufrieron fracturas y intrusiones de granitos y diabasas.

Con base en anteriores consideraciones, el territorio ha sido dividido en cuatro subregiones.

Región de contacto con los Llanos. Tiene un ancho de 50 km, ocupa las riberas de los ríos del Ayacucho y está caracterizada por las sabanas (Köppen). Es una región de llanos debido a su período de inundación; los suelos son arenosos.

Región de transición. Subregión de transición. Morfológicamente está constituida por sierras separadas por grandes ríos. Hay lluvias casi todo el año. Esta región delimita el límite entre el Llano y la selva paraguana. Las lluvias son de 3000 mm anuales. La vegetación es de selva con un buen drenaje de aguas y suelos fértiles. Sin embargo, también hay áreas ex-

Penillanura del Casiquiare. Es una zona con sabanas discontinuas interrumpidas por las orillas de los grandes ríos, que forman el macizo. La precipitación anual es de 3000 mm. En esta subregión se desarrolla la explotación del Territorio Amazonas; la de fibra de algodón.

Serranía de Parima. La topografía de esta subregión la convierten en la zona más alta, clasificada como de selva nublada. En esta región se encuentran las cabece-

Clima

Latitud, altitud y vientos son los factores que determinan fundamentalmente las características climáticas de la región, las cuales podemos resumir de la manera siguiente: Las precipitaciones son mayores de 2400 mm, superando los 4000 en las zonas de más alto relieve. En las dos terceras partes del Territorio no hay una estación seca propiamente dicha, y la intensidad de lluvias máxima se presenta de mayo a noviembre con una disminución en agosto.

La temperatura media anual es superior a 25°C en toda la región, a excepción de las zonas de relieve superior a 800 m, en donde hay un descenso térmico en razón de la altura. Según la clasificación de Köppen, el clima de la región es "A", o sea, clima tropical caracterizado por una temperatura de más de 18°C durante el mes más frío. Se han podido determinar tres variaciones de este clima en el Territorio Amazonas:

Aw, o clima de sabanas, se presenta en la zona noroeste de contacto con los Llanos al norte de San Fernando de Atabapo. Este tipo de clima se caracteriza por una estación seca bien marcada durante el año que en la región tiene lugar entre diciembre y marzo.

Am, o clima tropical monzónico, se encuentra en la franja que partiendo del sur de Puerto Ayacucho sigue el curso del Orinoco aguas abajo, y separa la franja de clima de sabana de la de clima de selva tropical lluviosa. La estación seca es corta.

Af, o clima de selva tropical lluviosa, no tiene una estación seca bien definida. Este es el clima de la mayor parte (75%) de la región, y comprende toda el área al sur del río Ventuari.

Dentro del área de clima tropical lluvioso (Af), se observan ciertas diferencias debido a la altura y la precipitación: a) la región del Sipapo y Ventuari está caracterizada por precipitaciones entre 2500 y 3000 mm, y es la zona de transición entre el clima monzónico de las riberas del Orinoco y la región pluviosa del Casiquiare; b) la región del Casiquiare, con alturas hasta de 500 m y precipitaciones entre 3000 y 3500 mm; y c) la región de la Sierra de Parima, con alturas mayores de 1000 m y precipitaciones superiores a 3500 mm.

Suelos

El material parental y el clima son, aparentemente, los factores pedogenéticos más importantes en el proceso de formación de los suelos de

la región. Los granitos predominan en la mineralógica, mientras la alta temperatura actúan como agentes de desagregación de los sedimentos, y un continuo

La mayoría de los suelos clasificados, tentativamente, como ultisoles o a los que se les atribuye representado en la región es el tipo de tierras altas no expuestas a inundación, el horizonte óxico situado entre los horizontes más común en las áreas tropicales húmedas bien marcadas.

Por lo general los suelos de la zona 6.2, una alta relación C:N (mayor contenido de nitrógeno para el desarrollo del intercambio catiónico). Tienen alta concentración de gravas, lo que se traduce en una alta materia orgánica, y una gran susceptibilidad en suelos de topografía ondulada, con una de muy baja fertilidad natural o de meteorización, erosión y sedimentación.

La distribución porcentual de

Clases III y
Clases V y
Clase VII
Clase VIII

Las tierras potencialmente aptas para agropecuaria; y Clase IV, agrícolas distribuidas especialmente en el río Orinoco entre Santa Bárbara y Siapa, Pasimoni y Yatua y al norte. Las clases V y VI son tierras de baja fertilidad o susceptibilidad a erosión, las tierras podría utilizárselas para fines de protección y protectora.

Vegetación

En atención al factor clima, la formación vegetal característica de toda la región debería ser del tipo bosque tropical húmedo. Sin embargo, la presencia de otros factores, como el suelo, el relieve, el drenaje y el hombre, principalmente, ha servido para romper la continuidad de la cubierta vegetal amazónica. En respuesta a estos factores se tienen diferentes tipos de bosques y de sabanas.

Se ha estimado que el 90 por ciento de la región está cubierta de bosques, quedando el 10 por ciento restante para sabanas, tepuyes (*Tepulia stiuplaris*) y cuerpos de agua. De estos bosques, el 30 a 40 por ciento ha sido clasificado como húmedo tropical y el 20 a 30 por ciento como muy húmedo premontano y húmedo premontano.

En los bosques primarios se han contado 30 a 50 especies por hectárea con más de 10 cm de diámetro medido a la altura del pecho (DAP). El bosque típico de la región consiste de una formación de dos a cuatro pisos donde los niveles inferiores corresponden a arbustos y los superiores a árboles de gran desarrollo (30-40 m), ordinariamente con troncos lisos y rectos, los cuales se sostienen mediante raíces adventicias y aletones por el entrelazamiento del ramaje superior. Numerosas lianas y epifitas contribuyen a conformar una maraña en los estratos inferiores y medios, dificultando el desplazamiento a través de esta zona.

Economía y Agricultura

La economía de la región es básicamente de subsistencia. La producción de bienes es muy reducida y se utiliza una tecnología rudimentaria y de baja productividad. Es una economía basada en el autoconsumo, y la comercialización se limita a los excedentes de las actividades extractivas, cuales son la recolección de productos forestales como frutos, fibra y látex y ocasionalmente productos maderables. Se destacan por su importancia económica el corte y amarre de la fibra de chiquichique (*Leopoldina piassaba*), la cosecha del fruto del seje (*Yessuta batana*), y la cosecha de látex del pendare (*Mimusops* sp. y *Pouteria* sp.) y balatá (*Manilkara bidentata*). Existe también cierta actividad comercial basada en la venta de peces ornamentales.

La producción agrícola de la región es de tipo familiar, dirigida también principalmente hacia el autoconsumo y genera muy pocos excedentes para el intercambio comercial. En las cercanías de los principales centros poblados como Puerto Ayacucho, San Juan de Manapiare, San Fernando de Atabapo, Maroa, Ocamo y San Carlos de Río Negro existe una

agricultura sedentaria, en pequeña parte las exigencias alimentarias; el sistema primitivo de agricultura: maíz, arroz, ocumo, piña, banana; la extensión del Territorio y de la economía es suficiente y hay que importar de Colombia.

Inventario e Investigación Regional

Fases de exploración y prediagnóstico

A mediados de 1969 se inició el estudio del Territorio Federal Amazonas, mediante el Desarrollo del Sur (CODESUSUR), las Obras Públicas (MOP) y luego los Recursos Renovables (MARNR).

La labor inicial fué de exploración de la región y definir sus problemas. Preliminar que sirvió de base para los siguientes estudios de prediagnóstico del potencial de la región en aspectos socioeconómicos.

Las actividades desarrolladas fueron la preparación del "Mapa Preliminar" y la aerofotografía de la región; y

El trabajo aerofotográfico se realizó con aerofotografía convencional en 1967, a escala 1:50,000. No obstante que caracteriza la zona, hubo que complementar con imágenes oblicuas [Side Look] en la cual se hizo el levantamiento de la superficie de aproximadamente 100,000 hectáreas se produjeron mapas a escala 1:50,000 de la geología, hidrografía, vegetación

Con el fin de cuantificar y calificar los recursos se llevaron a cabo estudios forestales, estudios hidrológicos, estudios de recursos humanos. La información fue presentada y publicado en un "Prediagnóstico de la Región".

Fase de diagnóstico

A las fases preparatorias siguió la fase de "diagnóstico" cuyo objeto era "realizar los estudios e investigaciones requeridas para definir el uso que se puede dar a cada espacio de la región y el manejo que se debe dar a cada ecosistema y a cada recurso". Es así como desde 1973 los estudios que se efectúan en la región tienen un carácter más específico con objetivos circunscritos a la solución de problemas prioritarios; además la mayoría de ellos se realizan en áreas que probablemente serán los polos de desarrollo en el futuro. La siguiente información corresponde a estos estudios.

Estudio del suelo

A partir del año 1973 se intensificaron los inventarios de suelo en áreas prioritarias tales como los sectores de Puerto Ayacucho, San Fernando de Atapabo-Santa Bárbara, San Juan de Manapiare, Osita Cacuri-Parú, Tama Tama, y Santa Bárbara del Orinoco - San Antonio. También se efectuaron estudios de suelos en áreas de sabana. Los inventarios, la mayoría de los cuales están en proceso de publicación, fueron llevados a cabo a nivel de subgrupo y los mapas a escala 1:100,000. Por otra parte, la División de Suelos del MARNR, dentro del programa de trabajo de ejecución del "Inventario Nacional de Tierras" tiene ya cubierto con información edafológica, geomorfológica y de capacidad de uso de la tierra a escala 1:250,000 y a nivel de asociaciones de subgrupos, todo el Territorio Amazonas al norte del Paralelo 3° 30'. Este trabajo será publicado en breve. Recientemente se inició el reconocimiento de un área de 800,000 ha que abarca los sectores de Maroa y Casiquiare.

Los estudios detallados de suelos realizados en la región en los últimos años confirman lo encontrado en la etapa de prediagnóstico. Con excepción de los depósitos aluviales recientes del Orinoco y de otros ríos de la zona, especialmente el Ventuari, que desafortunadamente cubren superficies limitadas y diseminadas a lo largo del río, todos los otros presentan limitaciones muy severas en cuanto a un posible uso agropecuario, ya que su fertilidad natural es extremadamente baja. A esa condición de pobreza extrema en nutrimentos, se agregan otros factores limitantes como la erosión y la inundación temporal, a la cual están sometidos la mayoría de los suelos en zonas aluviales cerca de los principales ríos del área. De acuerdo con las estimaciones y estudios hechos hasta el momento, los suelos aptos para algún uso agropecuario en la región representan escasamente del 2 al 3 por ciento del total, y en todo caso son suelos de Clase III y IV, es decir, con severas restricciones. La gran mayoría ha sufrido procesos de meteorización y lixiviación muy intensos. Su edad y las condiciones climáticas imperantes, como alta temperatura y

precipitación, implican un proceso que se caracteriza por la lixiviación y la descomposición de las arcillas e hidratados.

La abundancia de la lluvia caracteriza físico-químicamente la capacidad de intercambio catiónico de los caoliniticos y a los sesquióxidos de hierro; b) una capacidad de bases intercambiables de 10 meq; c) un pH de ácido a muy ácido; d) bases variable pero bajo, alrededor del horizonte B.

Desde el punto de vista químico, el suelo es sumamente pobres, verdaderos suelos de soporte, y donde únicamente el horizonte (muy delgado) tiene cierta fertilidad.

La presencia de materia orgánica en la capacidad de intercambio, y en la capacidad de modificar la pobreza química de la superficie es del orden de 0,4 por ciento de la superficie que en la parte inferior.

Aunque este estudio no muestra la realidad de todo el Territorio, sino que se limita a la margen derecha del Orinoco, en la margen derecha del Orinoco, de ancho, aproximadamente, que es el objetivo específico de este trabajo, las conclusiones, en el área, un porcentaje relativamente bajo del Territorio.

Estudio del bioma "bosque"

El bioma "bosque" ocupa casi el 50% del Territorio. Se basó inicialmente en materia de estudio comprendida entre los paralelos 4° y 5° N, de imágenes del ERTS 1, se estudió la Reserva Forestal del Sipapo (4° N).

Entre las especies vegetales, se realizaron inventarios forestales practicados en Parucito en la Reserva Forestal del Sipapo.

sp.), zapatero (*Peltogyne* sp.), salado (*Vochysia crassifolia* Warm), saladillo (*Erisma uncinatum* Warm.), majagua (*Sterculia pruriens* K. Sch.) guamo (*Inga thibaudiana* D.C.), arepito (*Macrobium* sp.), cuajo (*Virola surinamensis* Warb.), tacamajaco (*Protium* sp.), aceite (*Copaifera pubiflora* Benth.), caro [*Enterolobium cyclocarpum*, (Jack.) Griseb.], cedrito [*Trichilia propinqua* (Miq.) D.C.], ceiba [*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.], coco de mono (*Eschweilera holeogyne* A.C. Smith & Beard.), congrio (*Sweetia shomburki* Benth), rosa de montaña (*Brownea* sp.), seje (*Jessenia* sp.), balatá (*Munilkara bidentata*), pendare (*Manilkara tridentata*), cucurito (*Maximiliana* sp.) y sangrito (*Vismia cayennensis*).

Entre los últimos inventarios de las áreas forestales se destaca el efectuado en 650,000 ha. en el área de San Juan de Manapiare, y el de la Reserva Forestal del Sipapo en un área de 1,215,000 ha al sur de Puerto Ayacucho, el cual se encuentra en ejecución. Está además programado el inicio del inventario forestal de la cuenca del río Catariapo. En las cercanías de Puerto Ayacucho, en Carinagua, se ha establecido un vivero forestal donde se ensayan especies autóctonas e introducidas de otras regiones de Venezuela. También se tienen parcelas de observación fenológica. Por el momento no se están llevando a cabo estudios silviculturales en el Territorio.

El Proyecto Amazonas

Como parte del denominado "Proyecto Amazonas", investigadores del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), con la colaboración del Instituto de Ecología de la Universidad de Georgia, del Instituto Max Planck de Plon, Alemania, y otras instituciones científicas norteamericanas y europeas, han venido llevando a cabo desde 1975 estudios básicos del ecosistema de selva pluvial amazónica, en el área de San Carlos de Río Negro. Estos estudios se han efectuado específicamente en bosque tipo caatinga amazónica sobre arenas podzolizadas. Se trata de un sistema altamente oligotrófico, en condiciones de alta pluviosidad y temperatura, cuyo ciclo de nutrimentos es muy eficiente para reducir al mínimo pérdidas por mineralización y lixiviación.

En el marco de este proyecto se han efectuado varios estudios. Se caracterizaron química y mineralógicamente los perfiles de suelos típicos del área, observándose correlaciones bien marcadas entre la distribución de tipos de vegetación, el microrrelieve y los tipos de suelo. Se encontró una baja discriminación en cuanto a lixiviación entre aniones y cationes, y también se comprobó una elevada velocidad de translocación vertical.

El estudio sobre reciclamiento de las siguientes hipótesis: a) el pasaje de los nutrientes desde las hojas en esas selvas es árbol-hojas relativamente secundario en la función que ejercen los hongos los nutrientes desde la hojarasca. b) En el bosque los nutrientes son rápidamente destruidos por los mecanismos que regulan el ciclo. Se efectuaron determinaciones de la pérdida de nutrientes en agua de lavado del follaje y de la hojarasca intacta. Se midió el cambio en el contenido de nutrientes en el bosque. Se cuantificó el flujo de nutrientes a través de la micorriza. Se midió la desnitrificación, y la tasa de respiración como también la pérdida de nutrientes. Se estudiaron algunos de los mecanismos de reciclamiento de los nutrientes. Se efectuaron experimentos sobre el metabolismo de epífitas.

Las conclusiones resumidas de los ciclos de nutrientes en bosques tropicales efectuada por los investigadores sugieren que el ecosistema del bosque tropical almacena grandes cantidades, y flujos de nutrientes. En otros bosques tropicales o no tropicales, la hipótesis de que bajo condiciones de conservación de nutrientes se encuentran los mismos mecanismos encontrados en los bosques tropicales. Los nutrientes en el ecosistema tienen una alta proporción de estos nutrientes en estrecha relación entre el sistema de nutrientes y la abundancia de asociaciones microbianas. La retranslocación del material vegetal es una solución diluida.

En los agroecosistemas estudiados, el aporte de nutrientes es sobradamente los que se pierden en los agrosistemas basados en el cultivo de maíz. El autor observó que al efectuarse el cultivo de maíz, los nutrientes en el suelo presentan una disminución rápida en los meses subsiguientes. La aplicación de Ca y Mg, posiblemente debió

del bosque, para continuar luego, según datos lisimétricos, la pérdida de nutrimentos. La caída y descomposición de hojarasca ocurren simultáneamente con la floración y la fructificación de los cultivos.

Los resultados indican que bajo las condiciones de oligotrofia de los complejos suelo-vegetación en el Amazonas, las estrategias de conservación de nutrimentos son muy complejas y estrictas, pero a la vez son sumamente frágiles. La modificación y el uso de estos ecosistemas para producción están severamente limitados no sólo por la disponibilidad de nutrimentos, sino por la fragilidad de los mecanismos de conservación de los mismos. En las plantaciones de café y cacao la práctica de cultivo bajo sombra tiene ventajas ecológicas además de las tradicionalmente conocidas de proteger el suelo y regular la intensidad lumínica. En condiciones de baja tecnología, el mantenimiento de la fertilidad del suelo depende del ciclo de nutrimentos, en particular del que tiene lugar a través de la hojarasca.

Estudio del bioma "sabana"

El bioma sabana ocupa aproximadamente un área de 20.000 km², es decir, casi un 10 por ciento del Territorio Amazonas, y el 90 por ciento restante corresponde al bioma forestal y al bioma acuático.

En el año 1977, el Ministerio del Ambiente inició un proyecto para caracterizar el bioma sabana y determinar su potencial de producción y uso eventual. Como resultado de ese estudio, todavía no completado, se ha podido establecer la existencia en el Territorio de tres tipos de sabanas:

1. **Tipo llanero gramíneo.** Este tipo de sabana se presenta a la orilla del río Orinoco desde el Meta al Sipapo, en manchas en los alrededores de Santa Bárbara y en el Bajo y Alto Ventuari. Los suelos son arenosos en su mayor parte, pero también los hay franco-arcillosos. Las gramíneas dominantes pertenecen a los géneros *Trachipogon*, *Axonopus* y *Paspalum*. Entre las leguminosas se encuentran varias cassias, una centrosema, una criosema y las clitorias. En estas sabanas pastan alrededor de 2000 bovinos, distribuidos en los alrededores de Puerto Ayacucho y en Cacurí. Su clima es tropical Am, con una estación seca relativamente corta. Los suelos son generalmente muy ácidos y de muy baja fertilidad.

2. **Tipo de sabana inundable.** La sabana baja permanece inundada alrededor de nueve meses al año por más de 50 cm de agua, y las gramíneas dominantes son los géneros *Paspalum* y *Andropogon*. En las partes más altas predominan las sabanas arbustiva y arboleda. Este tipo de sabana, que comprende una superficie de cerca de 4000 km², se encuentra

principalmente en los alrededores del Manapiare, donde los suelos del resto del Territorio. En esas sabanas la mayoría de los cuales vive en ellas.

3. Tipo de sabana amazónica
 Las sabanas amazónicas son sabanas de arenas cuarzíferas, prácticamente pobres en nutrimentos. Son sabanas simplemente representadas entre otras por árboles y además pequeños frutíces y arbustos. La flora muy endémica y de gran valor biológico. Su estudio presente en el bajo Ventuari, en el Orinoco nortoccidental, todo el departamento de Casanare y ganadero.

El estudio de las áreas de sabanas y centros de diferenciación biológica y la existencia de muchas especies de plantas.

Recientemente se ha programado en Göttingen, una investigación sobre las sabanas en el Territorio Amazónico.

Investigación agronómica

Investigaciones con especies
 Para la mejor evaluación del potencial agrícola en San Juan de Manapiare, en 1971 se realizaron investigaciones con especies provenientes de Guasdalito (Cauca), cercanías de Santa Bárbara. El área había sido deforestada a mano y los suelos son profundos, presentan un alto intercambio catiónico, un pH ácido y condiciones físicas. La precipitación anual es de 1.400 mm, más húmedo con 470 mm, y febrero un período seco bien definido de 10 días intermedia entre el norte más seco y el sur más húmedo. Se sembraron: elefante (*Pennisetum maximum*), variedad Guinea; Embú; pangola (*Digitaria decumbens*); capin melao (*Melinis melaleuca*); pasto tannegrass (*Panicum tannegrassii*).

rufa), y gamelote (*Panicum maximum*), variedad Coloniao. Las primeras siete especies siguen presentando un comportamiento excelente, después de cuatro años de sembradas, tanto en el periodo lluvioso como en el relativamente corto período seco. El pasto estrella, el tannegrass, el yaraguá y la variedad coloniao tuvieron solamente un comportamiento regular en comparación con las otras especies.

Investigaciones sobre caucho. En Santa Bárbara del Orinoco viene funcionando desde 1974 una estación para el estudio del caucho. En la localidad cercana de Macurumo se estableció un vivero o jardín clonal, y en Trapichote se establecieron las parcelas de ensayo en un área de 11 ha. En 1975 se introdujeron 16 variedades de *Hevea*. Tres de ellas, provenientes de la Costa de Marfil (Africa), eran de un material oriental seleccionado en Malasia, de alta producción, pero susceptibles al "mal de la hoja", enfermedad producida por el hongo *Microcyclus ulei*; las otras 13 eran brasileñas, resistentes a la enfermedad, pero de mediana producción. El material fué inicialmente llevado a Caucagua (estado de Miranda), donde el procedente de Africa sufrió un ataque del hongo, posiblemente a causa del material brasileño que provenía de un área infestada (estados de Pará y Bahía). En Santa Bárbara la infección se controló el primer año con Dithane, y desde entonces no se ha vuelto a detectar. Aparentemente en el área ocurre un control ecológico debido al periodo seco que es desfavorable para la reproducción del hongo.

En cuanto al comportamiento general, hasta el momento las mejores variedades han sido la RRIM 600, seleccionada en Malasia, y las IAN 717 FX567, FX3844, FX3864 seleccionadas en Brasil.

Con base en los primeros resultados se ha podido establecer que en la zona de Santa Bárbara-San Fernando de Atabapo, existe un total de 80,000 ha de suelos aptos para el cultivo del caucho, ya que las condiciones climáticas del área son propicias para el control del "mal de la hoja" y para un buen desarrollo de la planta. Otras zonas potenciales, pero menos favorables por razones climáticas, son las áreas de Puerto Ayacucho, San Juan de Manapiare y del Ocamo. Actualmente la Corporación Venezolana de Guayana está estudiando un proyecto de desarrollo de 10,000 ha de caucho en la región de Santa Bárbara.

Investigaciones sobre sistemas de producción. Además de los estudios básicos sobre sistemas de agricultura migratoria en vías de ejecución por parte de los investigadores del IVIC, recientemente se llevó a cabo un inventario de las fincas en el Territorio Amazonas con fines de evaluación y para poder iniciar estudios sobre sistemas integrales de producción para el

3) Ciento cincuenta especies de anfibios y réptiles. En este grupo se encuentran elementos de la herpetofauna llanera, del alto Amazonas y de la región de Guayana, además de las especies endémicas y de las de distribución amplia. En Puerto Ayacucho se ha establecido un laboratorio donde actualmente se están estudiando 800 especímenes, representativos de 120 especies de la fauna sabanera amazónica. Característica general en todo el Territorio es la gran diversidad y la poca densidad de especies.

Recientemente se ha iniciado, con fines de conservación y producción, el estudio ecológico y de la biología de la reproducción de la más grande tortuga de agua dulce (*Arrau podocnemis expansa*), que puede llegar a pesar 40 a 50 kg, y que encuentra su habitat natural en los ríos de la región.

4) En cuanto a la fauna acuática, los estudios preliminares realizados en ríos, caños y lagunas, han permitido la identificación de un elevado número de especies. Entre las más abundantes capturadas en un estudio efectuado en los alrededores de San Fernando de Atabapo están:

Peces comestibles

Cachama (*Colossama* sp.)
 Pampano (*Myloplus shomburkii*)
 Bocón (*Brycon* sp.)
 Rayao (*Pseudoplatystoma* sp.)
 Palometa (*Metynnis argenteus*)
 Bagre (*Rhandidia* sp.)
 Pavón (*Cichla ocellaris*)

Peces ornamentales

Aguja (*Potamorhaxis guianensis*)
 Vieja (*Geophagus* sp.)
 Escalar (*Pterophyllum altum*)
 Vieja (*Cichlasoma festivum*)
 Coridora (*Corydora* sp.)
 Leporino (*Leporinos musicorum*)
 Neón (*Hyphessobrycon* sp.)

Políticas de Desarrollo Agrícola para el Area

El estado venezolano ha demostrado un gran interés en el área amazónica, tanto por su carácter fronterizo como de reserva de recursos naturales renovables. En lugar de abrir esa región al desarrollo, mediante la construcción de una infraestructura basada en el transporte terrestre, que favorecería una emigración potencialmente masiva de pobladores, como también una potencial destrucción de los recursos naturales renovables, se ha preferido seguir una política conservacionista. Por tal motivo, cualquier plan de desarrollo de la región debe fundamentarse en estudios básicos, dirigidos tanto al inventario de los recursos como a la interpretación de las leyes que gobiernan dichos ecosistemas. Esta labor se viene cumpliendo en ambos frentes desde 1970. Hasta ahora se han trazado planes definitivos para un desarrollo agrícola del área, aunque sí se han estado y se están

explorando las posibilidades perennes como el caucho y el agrícola muy limitada, pero productos básicos para la diet

Una comisión interministeri desarrollo del Territorio Fede informe correspondiente hará actualmente en preparación.

Bibliografía

- Benacchio, S.; Comerma, J.; Figueroa, M.; Granados, F. 1977. **Informe sobre la visita a San Carlos de Río Negro y Solano del Territorio Federal Amazonas**. CENIAP, Maracay, Venezuela. 11 p.
- Bery, P. 1976. **Estudio bibliográfico y taxonómico preliminar sobre palma seje**. MOP-CODESUR, Caracas, Venezuela. 13 p.
- Blancaneaux, P.; Hernández, S.; Araujo, J. 1977. **Estudio edafológico preliminar del Sector Ayacucho, Territorio Federal Amazonas, Venezuela**. División de Suelos, Ministerio de Recursos Naturales Renovables, Caracas. 120 p.
- Boadas, A. 1978. **Lineamientos para el estudio y la planificación de la región sur**. MARNR-DGHA, Caracas, Venezuela. 154 p.
- Cerda, J.; Gorzula, S.; Schwartz, P.; Rivero, R. 1979. **Distribución preliminar de la fauna silvestre del Territorio Federal Amazonas**. MARNR-ZONA 10-CODESUR, Caracas, Venezuela. 71 p.
- Chesney, L.L. 1979. **Programa de investigación forestal en el bosque húmedo tropical del Territorio Federal Amazonas**. MARNR-ZONA 10-CODESUR, Caracas, Venezuela. 21 p.
- Comisión para el Desarrollo del Sur 1970. **Informe preliminar**. Publicación No. 1 MOP-CODESUR, Caracas, Venezuela. 109 p.
- . 1971. **Informe de actividades durante el año 1970**. Publicación No. 4 MOP-CODESUR, Caracas, Venezuela. 18 p.
- . 1972. **Informe de actividades durante el año 1971**. Publicación No. 7 MOP-CODESUR, Caracas, Venezuela. 192 p.
- . 1973. **Informe de actividades durante el año 1972**. Publicación No. 12 MOP-CODESUR, Caracas, Venezuela.
- . 1973. **La conquista del sur - Atlas del Territorio Federal Amazonas y Distrito Cedeño del Estado Bolívar**. MOP-CODESUR, Caracas, Venezuela. 101 p.
- Comerma, J.; Arias, L.F.; Stagno, P. 1972. **Posibilidades de desarrollo agrícola de la región amazónica**. MAC-MOP, Maracay, Venezuela. 16 p.
- Folster, H. 1978. **Investigaciones sobre características físicas y relaciones hídricas de suelos inundados y semi-inundados bajo vegetación de sabana y ecotono sabana/bosque en el Territorio Federal Amazonas**. Proyecto de Investigación MARNR-Universidad de Göttingen, Caracas, Venezuela. 33 p.
- . 1979. **Investigaciones sobre características físicas y relaciones hídricas de suelos inundados y semi-inundados bajo vegetación de sabana y ecotono sabana/bosque en el Territorio Federal Amazonas**. Informe de Avance No. 1, Proyecto de Investigación MARNR-Universidad de Göttingen, Caracas, Venezuela. 9 p.

- Herrera, R. 1979. **Nutrient distribution in Venezuela.** V International S Malasia (enviado a Tropical Ecology).
- ; Jordan, C.F.; Klinge, H. 1979. **Medina et al. 1979. Tropical forest functioning with particular emphasis on nitrogen cycling.** Tropical Ecology, Kuala Lumpur (publicación).
- Huber, O. 1977. **Investigaciones sobre el Territorio Federal Amazonas.** MOP-CODESUR, Caracas.
- Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. 1975. **Actividades. Año 1975.** IVIC, Caracas.
- . 1977. **Informe Anual de actividades.** 118.
- . 1978. **Informe Anual de actividades.** 156.
- . 1979. **Informe Anual de actividades.** (Mimeografiado.)
- . 1980. **Informe Anual de actividades.** (Mimeografiado.)
- Klinge, H., Medina, E.; Herrera, R. 1979. **General features.** Acta Científica.
- Lezama, A. 1978. **Informe del componente biológico del Territorio Federal Amazonas.** MOP-CODESUR, Caracas.
- . 1980. **Áreas potenciales para el desarrollo agrícola.** MARNR-CODESUR, Caracas, Venezuela.
- Ministerio de Recursos Naturales Renovables. 1979. **Informe de la misión de reconocimiento por satélite (LANDSAT) para el levantamiento del inventario del Territorio Federal Amazonas.** MARNR-DG, Caracas.
- Mazzani, B.; Oropeza, H.; Malaguti, J. 1979. **Estudio de la flora del Territorio Federal Amazonas realizado entre los años 1977 y 1978.** Investigaciones Agronómicas, Maracay.
- Medina E.; Delgado, M.; Troughton, J. 1979. **Nitrogen fixation in Bromeliaceae.** Flora (Londres).
- Morillo, F.J.; Benacchio, S.; Granados, J. 1979. **Estudio de la flora del Río Negro y Casiquiare del Territorio Federal Amazonas.** Agronómicas, Maracay, Venezuela.

- Oberti, M.C. 1977. **Zonificación preliminar de usos potenciales y de ordenamiento espacial, Territorio Amazonas.** MARNR-DGIIA, Caracas, Venezuela. 111 p.
- Perrot, G. 1977. **El caucho natural en Venezuela - Situación actual y perspectivas.** MOP-CODESUR, Caracas, Venezuela. 16 p.
- Sirotti, L. Malaguti, G. 1950. **La Agricultura en el Territorio Amazonas. La explotación del seje (*Jessenia bataua*). Palmera oleaginosa.** MAC, Venezuela, 103 p.
- TRANARG. 1972. **Informe del estudio agrológico de reconocimiento de la zona de San Juan de Manapiare, Departamento Atures, Territorio Federal Amazonas.** TRANARG, Empresa de Aerofotogrametría, Caracas, Venezuela. 42 p.
- Van Wanbeke, A. 1978. **Properties and potentials of soils in the Amazon basin.** Interciencia (Caracas, Venezuela) 3(4):233-242.
- Wilhelmus, P.; Urdaneta, I.; Materano, G. 1971. **Estudio de suelos en algunas áreas en los alrededores de Puerto Ayacucho y en San Juan de Manapiare, ubicados en el Territorio Federal Amazonas.** Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. 51 p.

Informes Técnicos

Investigación de Ecosistemas

Recursos de Tierras, Suelos y su Manejo en la Región Amazónica: Informe acerca del Estado de Conocimientos

Thomas T. Cochrane*

Pedro A. Sánchez**

Introducción

El propósito de este trabajo es presentar una revisión del estado actual de conocimientos de los recursos de tierras y de las propiedades del suelo en la región amazónica suramericana. Cuando se consideran los problemas y el potencial de cualquier ecosistema, la tierra es el recurso básico primordial. En el caso de la Amazonía, este enfoque es incluso más crítico toda vez que la mayor parte de sus suelos se consideran como infértiles y frágiles. Muchos investigadores conceptúan que es imposible llevar a cabo una explotación agrícola o pecuaria después de que se elimina la vegetación primaria (Gouru, 1961; Setser, 1967; Reis, 1972; Tosi, 1974; Budowski, 1976; Irion, 1978; Goodland *et al.*, 1978).

Sin embargo, desde 1926 Marbut y Manifold habían informado que los suelos bien drenados a lo largo del río Amazonas eran extraordinariamente similares a los suelos dominantes en el sureste de los Estados Unidos, donde una próspera agricultura comercial ha remplazado la agricultura migratoria durante los últimos 150 años. Existen evidencias de que la agricultura es posible en las tierras bien drenadas de la Amazonía como lo demuestran tanto datos de investigación como experiencia comercial (Alvim, 1978 a,b, 1979; Sánchez, 1977 a, b, c, d, 1979; Serrão *et al.*, 1979; Toledo y Morales, 1979).

El volumen de información sobre suelos de la Amazonía se ha incrementado rápidamente durante los últimos 15 años. La sección bibliográfica registra los trabajos a los cuales tuvieron acceso los autores, aunque en modo alguno pretende ser completa. En este trabajo se trata de sintetizar esta información.

* Especialista en Recursos de Tierras, CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

** Profesor de Edafología y coordinador, Tropical Soils Program, Department of Soil Science, North Carolina State University, Raleigh, N.C. 27650, USA.

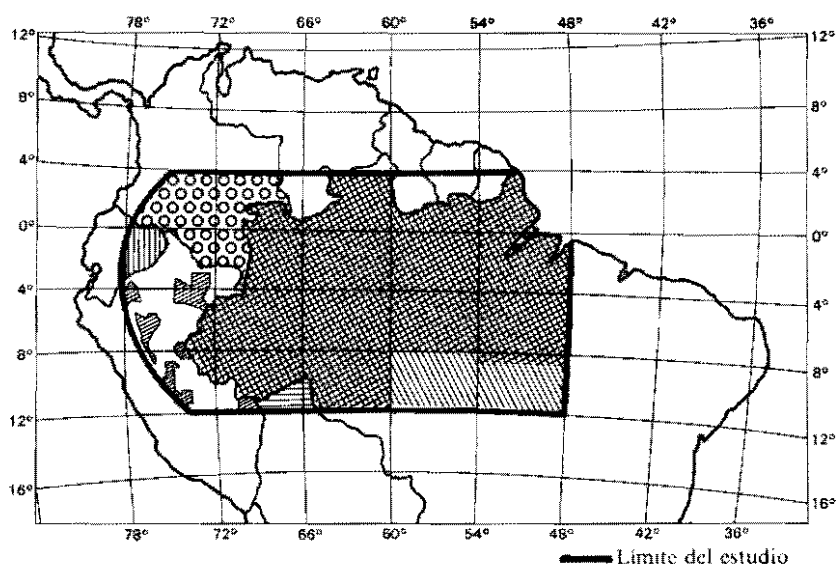
Metodología

Este trabajo se divide en dos partes: la descripción de las tierras y la interpretación de los sistemas de explotación agrícola. La primera parte fue elaborada por el primer autor como resultado de un estudio de campo en las Tierras del CIAT. La parte intermedia fue elaborada por el segundo autor con base en experiencias de otros investigadores. La tercera parte presenta una descripción de los

El CIAT en colaboración comparando información sobre incluyendo la Amazonía, desde Cochran, 1979 a. 1980; Cochran formulación de guías prácticas tanto de gramíneas como de leguminosas ecosistemas de mayor importancia información general sobre producción recursos de tierras se clasificó en mediante la delineación de sistemas recurrente de clima, paisaje y satélite y radar. Aunque el confrontación de la información de campo, aunque en menor proporción conocimientos y unificar criterios estudios de suelos por varias organizaciones cotejó. Después de recopilar, revisar paisajes y suelos, la información computarizado de acumulación entrega del material impreso que al., (1979) compilaron datos climáticos tiempo de 1144 estaciones a lo largo las estaciones en la Amazonia. Este libro existen áreas extensas sin una plazo.

La evapotranspiración potencial depende de la cantidad de energía disponible para evaporar el agua y determinar el equilibrio hídrico y térmico. La ecuación de Hargreaves (1977a) estima la evapotranspiración potencial a partir de la radiación solar y en la temperatura del aire. La PREC es la diferencia entre la

* Ministerios de Agricultura de la mayoría Agropecuária dos Cerrados de EMBRAPA



Área cubierta por los siguientes estudios:

- 1) Proyecto Radambrasil, Volúmenes 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18, (1974-1978); incluye 1198 perfiles de suelos completos y 877 perfiles parcialmente descritos con análisis para la evaluación de fertilidad.
- 2) EMBRAPA, T.B. No. 17 (1975), incluye 97 perfiles de suelos completos, más 960 análisis de muestras de la capa superficial del suelo.



Área cubierta por una parte de los estudios Nos. 2 y 3 ya mencionados.



Área cubierta por parte del estudio de Cochrane (1973). Incluye 7 perfiles de suelo, sin embargo, 30 perfiles más se encontraban disponibles en sus apuntes originales.



Área cubierta por estudios de ONERN (1967-1978). Estudios Nos. 8, 14, 17, 26, 39, 40, 46, y 49. Incluye 195 perfiles de suelos completos.



Área cubierta por estudios de Benavides (1973) con 9 perfiles de suelos, y por Cortés *et al.*, (1973) con 19 perfiles de suelos.



Área cubierta por estudios de ORSTOM, INIAP y MAG de Ecuador con descripciones de suelos y datos químicos generalizados.



Área cubierta por estudios de suelos más generalizados, que incluyen el Vol. IV del mapa de suelos del mundo, FAO-UNESCO (1971).

Figura 1 Principales estudios de suelos usados como fuentes de información.

La precipitación confiable (PI) es el 75 por ciento de que la precipitación que será igual o mayor a la precipitación de humedad disponible (IHD) en un nivel de probabilidad de ocurrencia de 100 por ciento, que se calcula dividiendo la IHD por 1.33 (1977b) recomienda que los valores se calculen para un mes seco. No obstante, este nivel de probabilidad de capacidad de retención de humedad se calcula como tanto, como aquella época del año en la que la evapotranspiración potencial total es igual a la suma de los valores mensuales de precipitación. Las temperaturas promedio durante el período se calculadas de una manera similar.

Los tipos de vegetación fueron clasificados (1968) para bosques tropicales. Las correlaciones entre los tipos de vegetación y los parámetros climáticos se efectuaron para las áreas drenadas con más de 20 años de datos. Los análisis se identificaron subregiones.

El paisaje se subdividió en subregiones basadas en imágenes de satélite y de radar. Se usó el Survey, 1977; Proyecto Radar. Las imágenes fueron cotejadas y dibujadas a una escala de 1:50,000. Las unidades de 5 minutos x 4 minutos se usaron para servir como base para la proyección. Se realizó una cantidad limitada de análisis de un criterio descriptivo uniforme para los tipos distintivos de los paisajes de la zona. Aunque no se cartografiaron directamente, se describieron como facetas de terreno dentro de la faceta dentro de los sistemas de terreno. Las características seleccionadas para las facetas de la zona de las facetas de tierra. Se debe tener en cuenta que la pequeña en los mapas fue el sistema de terreno. La determinada característica representativa principal a menos que se indique.

La subdivisión de los sistemas de terreno especial para llenar el vacío entre el terreno y el suelo. Obviamente que en las facetas de terreno.

con diferentes propiedades, pero debe aceptarse cierto nivel de generalización al hacer un inventario de los recursos de tierras. Los suelos de mayor extensión en cada faceta fueron clasificados primero dentro de la categoría de gran grupo del sistema de Taxonomía de Suelos (Soil Survey Staff, 1975), y luego se describieron en función de sus propiedades físicas y químicas. El área ocupada por cada gran grupo se calculó de acuerdo a las divisiones topográficas dentro de las subregiones climáticas.

Muchas propiedades físicas y químicas de la capa superficial del suelo (0-20 cm de profundidad) y del subsuelo (21-50 cm de profundidad) fueron registradas, tabuladas y codificadas. Las propiedades físicas del suelo incluyen pendiente, textura, presencia de material grueso, profundidad, drenaje, capacidad de retención de humedad, régimen de temperatura, régimen de humedad y presencia de arcillas en expansión. Las propiedades químicas del suelo incluidas fueron: pH, por ciento de saturación de Al, Ca, Mg, K, Na intercambiables, total de bases intercambiables (TBI), capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) (calculada a partir de la suma de Al, Ca, Mg, K y Na intercambiables) materia orgánica, disponibilidad de P* y en algunos casos Mn, S, Zn, Fe, Cu, B, y Mo disponibles, carbonatos libres, salinidad, presencia de "cat clays", amorfismo de rayos X e información adicional de importancia para la nutrición animal.

Los datos se tabularon de acuerdo con el sistema de Clasificación de la Capacidad de Fertilidad del Suelo (CCF) descrito por Buol *et al.*, (1975) y modificado por Sánchez *et al.* (en prensa). Los niveles de nutrimentos en el suelo se clasificaron en tres grupos para equiparar las necesidades de los cultivos: 1) adecuado para la mayoría de los cultivos; 2) inadecuado para los cultivos que requieren niveles altos de nutrimentos; y 3) inadecuado para la mayoría de los cultivos a excepción de aquellos tolerantes a niveles bajos de nutrimentos. Se debe hacer énfasis en que tanto la cantidad como la calidad de los datos disponibles varían considerablemente entre las diversas regiones. Rara vez se obtuvo información sobre elementos menores y microelementos. En consecuencia, los resultados presentados en este ensayo están sujetos a muchas modificaciones hasta que se disponga de estudios más detallados.

La interpretación de los datos generados por el Estudio de Evaluación de Tierras del CIAT fue efectuada por el segundo autor en lo referente a las propiedades del suelo, restricciones, dinámica y manejo bajo los principales sistemas agrícolas. En esta parte del informe se incorporaron los resultados de los experimentos en sitios específicos y se analizó su pertinencia.

* Los datos sobre disponibilidad de P, estimados utilizando las metodologías de Olsen, Truog, Vettori (1969) fueron aproximados a los valores del método Bray II.

Recursos de Tierras

La Figura 2 detalla el mapa en millones de hectáreas, de acuerdo por el CIAT. Este proporciona región y resume algunos de los climas, paisajes y suelos de la América del Sur situadas entre los Andes y al occidente del meridiano 66°W. Se identificaron en la Amazonia

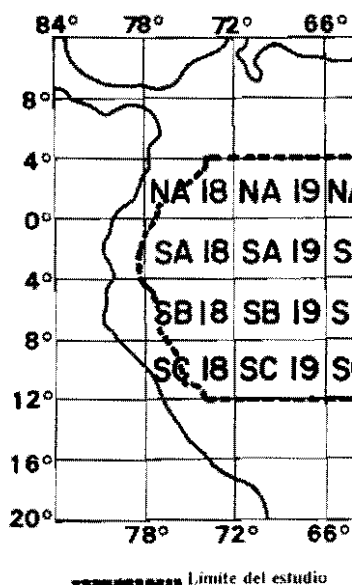


Figura 2. Mapa del sistema de tierras en la Amazonia. Los números se refieren al mapa del mundo.

Clima y vegetación de las su

La Figura 3 es un mapa que muestra la distribución de la vegetación nativa a lo largo y ancho de la Amazonia. Los tipos de vegetación que se observaron son bosques estacionales semi-siempreverdes y bosques permanentemente húmedos pobremente drenados. La Figura 4 muestra la relación entre la vegetación nativa y el tipo de suelo, lo que indica que hay una buena relación entre ellos. Esto coincide en los bosques estacionales

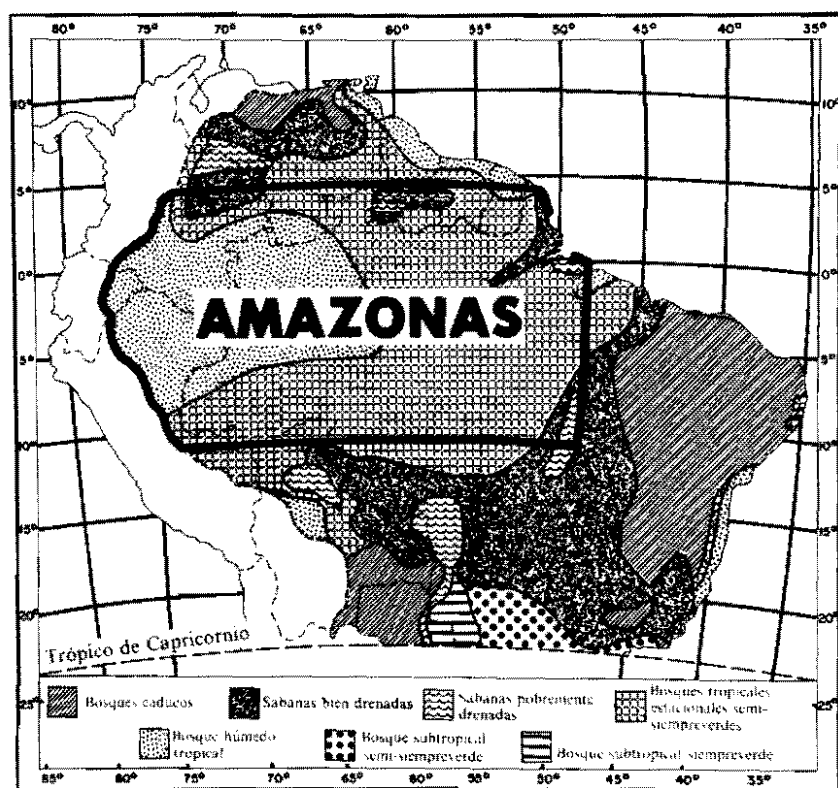


Figura 3 Clases de vegetación natural de la cuenca amazónica.

Esto indica que el equilibrio hídrico no explica por sí solo todas las diferencias de vegetación. Cochrane y Jones (1980) han investigado recientemente la dependencia de la vegetación de un número de parámetros climáticos en el trópico suramericano usando los datos de Hancock. Se asignó una clase de vegetación a los suelos bien drenados de cada una de las 251 localidades que contaban con datos meteorológicos para un período de más de 20 años.

Como resultado de una serie de análisis estadísticos sobre los 251 grupos de datos incluyendo la ETPLL, la TPELL, la radiación durante la estación de lluvias, el número de meses lluviosos, la humedad disponible promedio durante la estación seca, la ETP promedio anual, la temperatura promedio durante el año y la radiación promedio anual se encontró que los parámetros que mejor diferenciaban la vegetación eran la ETPLL y la TPELL.

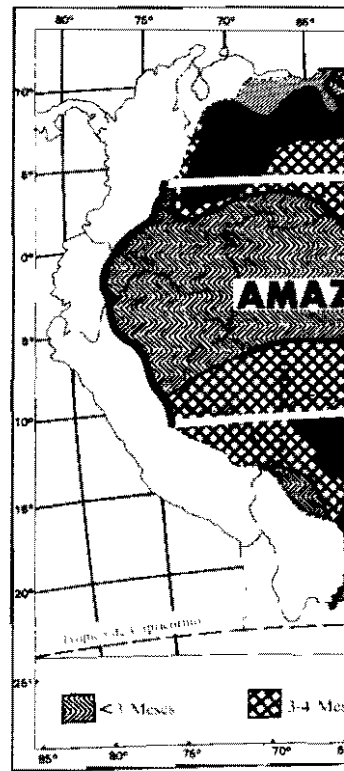
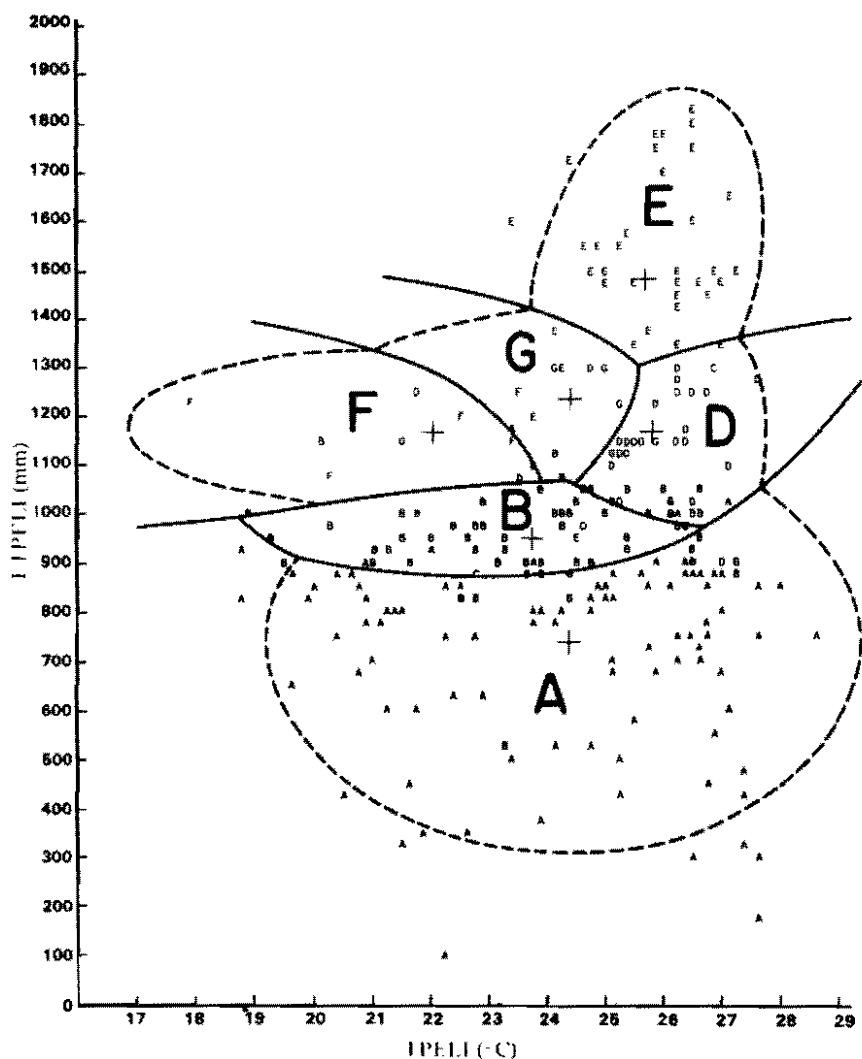


Figura 4. Número de

La TPELL y la ETPELL de análisis discriminativos, no paramétricos y graficados en el agrupamiento de las clases de v. probabilidades posteriores de siguientes valores estimados: sábanas bien drenadas, 0,68; siempreverdes, 0,71; E, bosques subtropicales semi-siempreverdes, 0,60. Utilizando (1967) e implementada por Ba clasificación correcta fueron t



A = Bosque caduco

B = Sabana bien drenada

D = Bosque estacional semi-siempreverde

E = Bosque húmedo tropical

F = Bosque subtropical semi-siempreverde

G = Bosque subtropical siempre-verde

Figura 5. Diagrama de agrupación de las clases de vegetación en el trópico suramericano en función de la evapotranspiración potencial total y la temperatura media mensual durante la estación lluviosa.

Nota: Las líneas continuas indican equiprobabilidad de asignación. Las líneas de rayas son elipsoides con un 95 por ciento de confiabilidad para las clases de vegetación.

Fuente: Cochrane y Jones, 1980.

Los regímenes de ETPELL muestran en la Figura 6. Junto con los regímenes de TPELL, ellos suministran una subdivisión en cuanto subregiones climáticas, con el dato aproximado de la energía disponible para el crecimiento de la planta cuando el suelo recibe un crecimiento satisfactorio al mejor de ETP prevalecientes.



Figura 6. Regímenes de evapotranspiración en la cuenca del Amazonas.

Alrededor de un 35 por ciento de la cuenca del río es bosque húmedo tropical, y los bosques tropicales caracterizados por un estrecho margen de variación en las lluvias, ocupan un 57 por ciento de la cuenca al oriente de Manaus. Las sabanas

rodeadas por vegetación de bosques. Estas incluyen las sabanas de Boa Vista, Rupununi, Amapá y Cachimbo; los Llanos de Colombia y Venezuela se excluyen de esta región en razón de sus limitaciones geográficas. La Subregión D viene a ser parte del Cerrado brasileño, el cual difiere de los Llanos por tener un régimen de temperaturas más frío. Un total de dos millones de hectáreas de la subregión D se hallan dentro del área cartografiada pero no se tendrán en cuenta para la discusión posterior por cuanto representan el Cerrado y no la Amazonía. El Cuadro 2 muestra los datos meteorológicos de un sitio representativo de cada una de las subzonas.

Cuadro 1. Subregiones climáticas de la Amazonia.

Subregión	Clima*	Nombre	Millones de hectáreas
A	EPTCLI > 1.300 mm Estación lluviosa > 9 meses TPELI > 23.5°C	Bosque húmedo tropical	171
B	EPTCLI: 1061-1300 mm Estación lluviosa: 8-9 meses TPELI > 23.5°C	Bosque estacional semi-siempreverde	274
C	EPTCLI: 900-1060 mm Estación lluviosa: 6-8 meses TPELI > 23.5°C	Sabanas (isohipértérmicas)	37
D	EPTCLI: 900-1060 mm Estación lluviosa: 6-8 meses TPELI > 23.5°C	Sabanas (isotérmicas)	2
Total			484

* EPTCLI = Evapotranspiración potencial total durante la estación lluviosa. Mes lluvioso: IHD>0,33.
TPELI = Temperatura promedio durante la estación lluviosa.

Al considerar las relaciones entre la ETPELL y la vegetación debe anotarse que el estrés ocasionado por la falta de humedad del suelo se describe en términos del potencial climático para suministrar y extraer humedad del suelo en una localidad dada durante un determinado período de tiempo, con base en la habilidad de los suelos bien drenados francos o arcillosos para almacenar y suministrar agua.

Cuadro 2 Resumen climático de una localidad de cada subregión climática de la Amazonia.

Subregión A. Bosque húmedo tropical

Yurimaguas, Loreto, Perú. Lat. 5° 54' S; Long. 76° 50'; Alt. 179 msnm

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. prom.	26.1	26.4	26.1	26.2	26.0	25.8	25.8	26.6	26.9	26.6	26.6	26.7	26.4
HR prom.	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
% rad. solar	13	14	13	13	12	13	12	12	14	13	13	12	13
Rad. prom.	308	309	237	287	249	263	342	324	345	379	326	309	306
Prec. prom.	214	225	212	249	177	99	90	93	159	209	210	199	2135
ETP est.	141	138	137	135	134	129	129	139	139	141	142	143	1508
Def. prec.	-73	-87	-75	-114	-43	30	39	46	-20	-68	-68	-56	-627
Prec. con.	145	152	143	169	119	64	58	60	111	141	142	134	1051
IHD	1.03	1.10	1.04	1.25	.89	.50	.45	.43	.80	1.00	1.00	.94	.70

Subregión B. Bosque estacional semi-siempreverde

Manaus, AM, Brasil. Lat. 3° 8' S; Long. 60° 10'; Alt. 48 msnm

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
--	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	-------

En los suelos que tienen menos de esta capacidad asumida para almacenar agua para las plantas, tales como *spodosoles* arenosos, la vegetación puede sufrir rápidamente por la falta de humedad. Tales situaciones son comunes en la cuenca del Amazonas. Como Alvim (1978) anota, las áreas de vegetación de "campirana" predominan en suelos arenosos con muy baja capacidad de retención de humedad rodeados por suelos con una capacidad de retención de humedad mayor cubiertos por bosques estacionales semisiempreverdes. Alvim y Silva (1979), en su comparación de los bosques de la Amazonía con las sabanas del centro de Brasil, también señalan el valor de los estudios sobre balance hídrico y que las diferencias en los tipos de vegetación pueden explicarse con base en las cifras anuales del balance hídrico. Esto no está en conflicto con el concepto de la ETPELL, puesto que la determinación del balance hídrico es básica para su definición.

El concepto de la ETPELL ha suministrado un nuevo enfoque en la zonificación de subregiones climáticas a lo largo de la Amazonía para producción de cultivos perennes sin irrigación. Esto conduce a un mejor entendimiento de la región y ha proporcionado una base para definir ampliamente condiciones climáticas comparables para la selección, ensayo y transferencia de las nuevas introducciones de pastos (CIAT, 1980). Estudios recientes, incluyendo los de Ranzani (1978), ayudarán a definir de una manera más precisa la habilidad de los suelos *per se* para suministrar humedad, y mejorar la estimación del balance hídrico para sistemas agrícolas específicos.

Paisaje

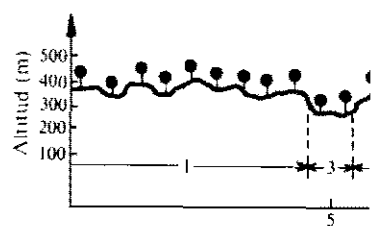
La región amazónica ha sido subdividida en 215 sistemas de tierra. La Figura 7 ilustra la forma como se cartografían los sistemas de tierra mediante radar de imágenes oblicuas; dicha figura corresponde a una zona a 350 km al oeste de Manaus. La Figura 8, reproducida de la codificación del computador para el Sistema de Tierras 257, muestra cómo este sistema está subdividido en varias facetas de tierra. La Figura 9 resume la topografía de la región amazónica.

Tierras pobremente drenadas. Aproximadamente un 23 por ciento del área (109 millones de ha) está pobremente drenada. El 85 por ciento del área (97 millones de ha) está cubierta por bosques y el resto por sabanas nativas. La vasta extensión de bosques deficientemente drenados, en especial aquellos situados en el noroeste, impone una barrera natural al desarrollo. Sin embargo, las tierras inundadas periódicamente o "várzeas", de los principales sistemas fluviales, a menudo tienen suelos naturalmente

fértiles, y es probable que un p
destinado a una producción má
fangueo, en un futuro no muy
drenadas se han utilizado exito
producción de ganadería extens
la isla de Marajó en la boca del
al sur de Porto Velho en Rond
margen sureste de la Amazonía,
la boca del Amazonas y en parte



Figura 7. Cartografía de sistemas d
imágenes oblicuas a 350 k



• = Bosque estacional semi-s

Figura 8 Diagrama de la forma físic
faccias (sistema de tierras

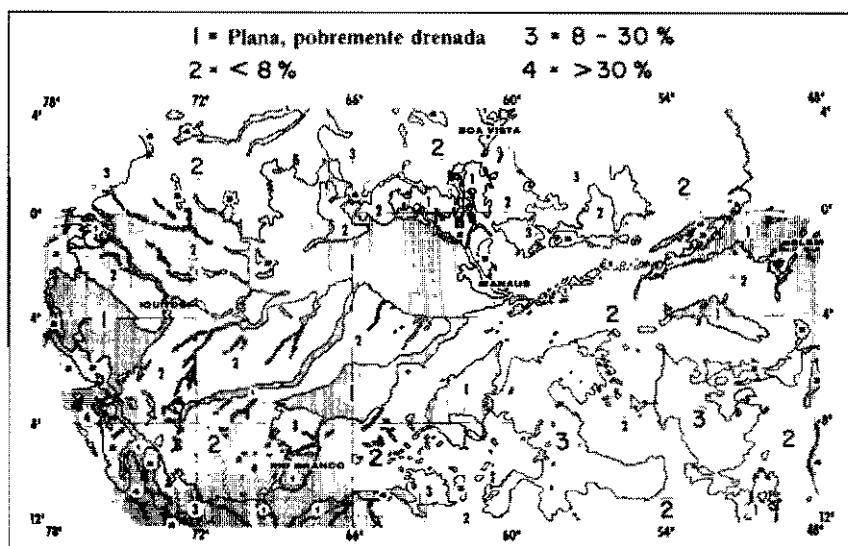


Figura 9 La topografía de la cuenca del Amazonas.

Tierras bien drenadas. Cerca del 77 por ciento de la región amazónica (375 millones de ha) posee un drenaje moderadamente bueno. La mayor parte (350 millones de ha) está cubierta de bosques y los 25 millones de hectáreas restantes incluyen las facetas bien drenadas de las sabanas de Amapá y Boa Vista, junto con una parte de las sabanas de Araguaia y Alcantillados hacia el sur y el este. Aproximadamente un 64 por ciento de los terrenos bien drenados (242 millones de ha) tiene pendientes menores del 8 por ciento, y 36 por ciento (133 millones de ha) tiene pendientes mayores del 8 por ciento. Las tierras relativamente planas están a menudo surcadas por pequeños arroyos. En efecto, cerca de un 88 por ciento del área total contiene arroyos permanentes a intervalos menores de 10 km y 63 por ciento a menos de 5 km.

El Cuadro 3 proporciona una clasificación de la topografía de las extensas subregiones climáticas. En la subregión A hay una proporción significativamente más alta de terrenos pobremente drenados que en el resto de la Amazonía. Aún así, el 71 por ciento de las áreas de bosques húmedos tropicales tiene buen drenaje; de este porcentaje, 79 millones de ha tienen pendientes menores de ocho por ciento. A excepción de unas pocas áreas en los piedemontes subandinos, como la región de Florencia en Colombia y cerca de las principales ciudades en la Selva Baja del Perú, la mayoría de estas tierras están aún cubiertas por vegetación nativa de bosque húmedo tropical. Las variaciones fisiográficas son comunes y

pintorescas a lo largo del estrecho medida que se aparta del piedemonte ligeramente ondulado, aunque extensas de tierras pobremente drenadas en el Perú.

Cuadro 3. Topografía de las subregiones en millones de hectáreas.

Subregión climática	T
	Plana pobremente drenada
A. Bosque húmedo tropical	50
B. Bosque estacional semi-siempreverde	47
C. Sabanas isohipertérmicas	12
D. Sabanas isotérmicas	0
Total	109
%	23

Sin lugar a dudas, la mayor área de bosques se encuentra en la subregión B particularmente en la Amazonía. Aquí el bosque original está intacto en su mayor parte, aunque en Rondônia, han sido alteradas en estos terrenos bien drenados solo los menores del 8 por ciento. El país entero tiene los terrenos situados en la subregión B como fisiográficas de consideración, ya que por numerosos afluentes del sistema de los grandes a menudo poseen vastas áreas de Amazonas al occidente de Mato Grosso. Los terrenos deficientemente drenados

Los 345 millones de hectáreas de las tierras bien drenadas de la Amazonia con pendientes menores de 30 por ciento representan una de las mayores reservas del mundo, y quizás la última, para cultivos, pastos y producción agroforestal bajo condiciones de lluvia. De aquí que las condiciones del suelo se deban estudiar cuidadosamente.

Geografía del Suelo

El Cuadro 4 muestra la distribución por áreas de los suelos de la Amazonia a nivel del orden, suborden y gran grupo. Este cuadro se considera tentativo y sujeto a cambios a medida que se disponga de estudios más detallados. Se observan siete de los 10 órdenes de suelos; únicamente los vertisoles, aridisoles e histosoles no se incluyen en este estudio (Fig. 10). La gran mayoría de los suelos fueron clasificados como oxisoles y ultisoles, y abarcan el 75 por ciento de la región. Les siguen en extensión los entisoles, con cerca del 15 por ciento, casi todos de origen aluvial y se encuentran a lo largo de la vertiente amazónica. Los cinco órdenes restantes cubren áreas relativamente pequeñas pero son localmente importantes: alfisoles (4%), inceptisoles (3%), spodosoles (2%), y molisoles y vertisoles con menos del 1 por ciento.

Cuadro 4. Distribución de suelos en la región amazónica a nivel de gran grupo. Clasificación tentativa.

Orden	Suborden	Gran grupo	Millones de hectáreas	% de la Amazonia
Oxisoles	Orthox	Haplorthox	137.8	28.5
		Acrorthox	67.5	14.0
		Eutrorthox	0.3	0.1
	Ustox	Acrustox	6.6	1.4
		Haplustox	4.8	1.0
		Eutrustox	2.0 *	0.4
	Aquox	Plinthaquox	0.9	0.2
	Total Oxisoles		219.9	45.5
Ultisoles	Udults	Tropudults	83.6	17.3
		Paleudults	29.9	6.2
		Plinthudults	7.6	1.6
	Aquults	Plinthaquults	12.2	2.5
		Tropaquults	7.1	1.5
		Paleaquults	0.7	0.1
		Albaquults	0.1	0.1
	Ustults	Rhodustults	0.5	0.1
	Total Ultisoles		141.7	29.4

Cuadro 4. Distribución de suelos
Clasificación tentativa (co

Orden	Suborden
Entisoles	Aquepts
	Orthents
	Psamments
	Fluvents
	Total Entisoles
Alfisoles	Udolls
	Aquolls
	Total Alfisoles
Inceptisoles	Aquepts
	Tropepts
	Total Inceptisoles
Spodosoles	Aquods
Molisoles	Udolls
	Aquolls
	Total Molisoles
Vertisoles	Uderts
Total Ordenes	

El Cuadro 4 muestra que el 75
está incluido en cinco grandes
(71%), Acrorthox (14%), Fluvac

A = Alfisoles I = Inceptisoles O = Oxisoles U = Ultisoles
 E = Entisoles M = Molisoles S = Spodosoles

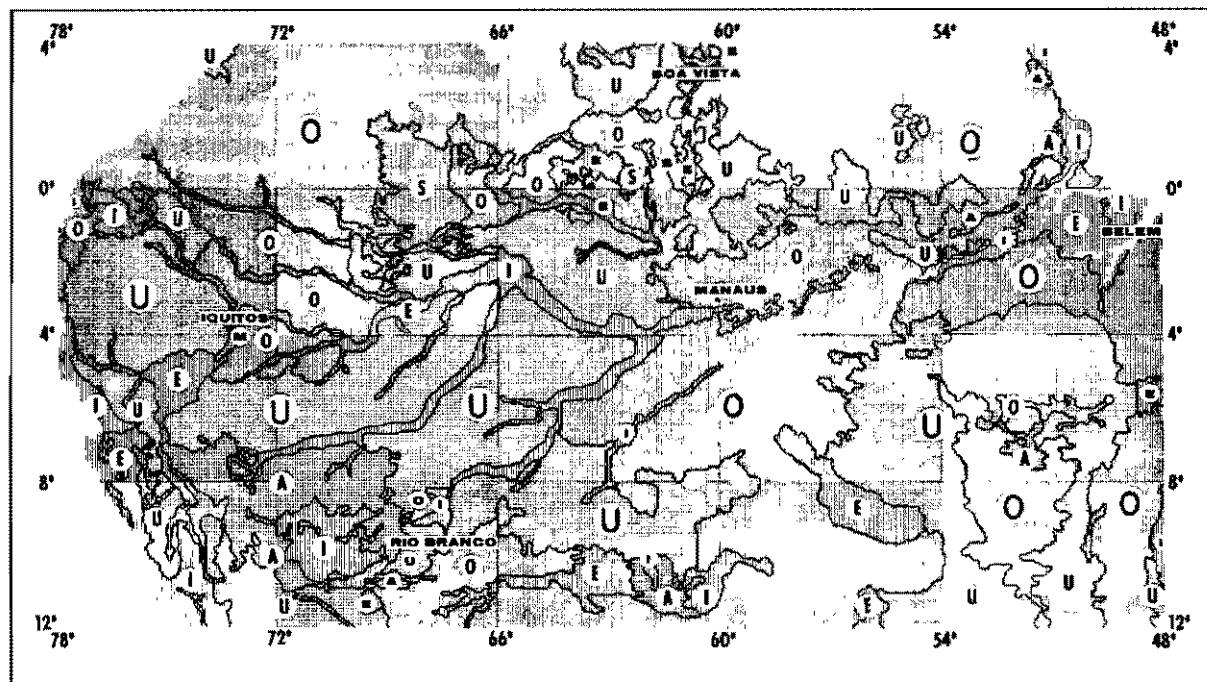


Figura 10. Mapa de órdenes de suelos de la cuenca del Amazonas.

Oxisoles

Los Haplorthox son oxisoles de fertilidad natural muy baja por su estructura. También son conocidos como Haplorthox en las clasificaciones brasileña y de la FAO. Los Acrorthox de arcilla muy alto. Los Acrorthox y las arcillas tienen una capacidad de retención de agua muy alta. Los oxisoles de la Amazonía no son típicos. Los últimos están más que todo con fines de emplear para la ganadería extensiva.

Ultisoles

Los ultisoles son muy extensos y tienen drenaje deficiente. Los ultisoles son drenados, ácidos e infértiles, pero son más fértiles que los oxisoles a causa del color rojo que aumenta la profundidad. Los Podzolics, Acrisoles y Ortisoles son diferentes entre estos dos grupos. Los ultisoles combinan de arcillas en el subsuelo.

El Cuadro 5 muestra ejemplos representativos de las tierras altas de la subregión A. La parte con suelos es susceptible a la compactación de los suelos pobremente drenados. El intercambio en el subsuelo es limitado. La moteada la cual es una mezcla de arcillas y limo. La primera vista parece ser plintita (Sánchez y Buol, 1974). Algunos suelos son utilizados para agricultura migratoria en el alto y cubiertos por vegetación nativa.

Suelos aluviales

Los suelos de las vegas ribereñas son muy importantes porque es allí donde se hacen los cultivos de plantas alimenticias. No hay ningún desarrollo del perfil (Fluvaquents), inceptisoles y otros sistemas de clasificación como Low Humic Gleys y gleysoles de

Cuadro 5. Muestras de perfiles representativos de oxisoles, ultisoles y suelos aluviales extensos de la Amazonía y de spodosoles y alfisoles menos extensos pero de importancia local. Subregiones A y B únicamente.

Profundidad del horizonte	Arcilla	Arena	pH	C org.	Intercambiables				CICE	Sat. Al
					Al	Ca	Mg	K		
cm	%	%	H ₂ O	%	meq/100 g					%
OXISOL ¹										
0-40	38	38	4.2	0.4	1.2	0.08	0.28	0.15	1.76	71
40-75	43	30	5.0	0.2	1.5	0.10	0.23	0.10	1.93	78
75-176	37	27	5.1	0.0	1.0	0.10	0.20	0.10	1.40	71
176-216+	38	26	5.5	0.0	1.4	0.10	0.70	0.03	1.73	81
OXISOL ²										
0-8	76	15	4.6	2.9	1.1	1.70	0.30	0.19	3.29	33
8-22	80	12	4.4	0.9	1.1	0.20		0.09	1.39	79
22-50	84	8	4.3	0.7	1.2	0.20		0.07	1.47	82
50-125	88	7	4.6	0.3	1.0	0.20		0.04	1.24	81
125-265	89	5	4.9	0.2	0.2	0.20		0.11	0.51	39
ULTISOL ³										
0-7	15	67	4.0	1.5	0.8	1.60	0.10	0.12	2.62	31
7-48	23	57	3.5	0.5	3.2	1.60	0.10	0.08	4.98	64
48-67	25	57	3.5	0.5	4.4	0.80	0.10	0.08	5.38	82
67-157+	29	57	3.5	0.4	5.3	0.60	0.10	0.08	6.08	87
ULTISOL ⁴										
0-3	27	25	5.2	6.3	0.2	4.20	2.10	0.52	7.1	3
3-21	45	17	4.3	1.9	4.0	2.20	1.20	0.40	7.9	51
21-62	59	15	4.2	1.0	8.7	0.80	0.90	0.32	10.8	81
62+	59	21	4.1	0.5	11.6	0.40	0.70	0.24	13.1	89

¹ Perfil 3 de Ranzani, 1978; Oxisol: Tropeptic Haplustox (Latosol Amarelo) CCF; Cdaek. Km 308,8 de la carretera transamazónica, Marabá, Brasil.

² Perfil SBCS-4 de Camargo y Rodríguez, 1979; Oxisol: Haplic Acrorthox (Latosol Amarelo muito pesado) CCF; Caek. Estación UEPAE, EMBRAPA, Manaus, Brasil.

³ Perfil Y-6 de Sánchez y Buol, 1974; Ultisol: typic Paleudult (Serie Yurimaguas). CCF; Laek. Estación Experimental de Yurimaguas, Perú.

⁴ Perfil Pu-2 de North Carolina State University, 1973; Ultisol: Aquic Paleudult (Serie Pucallpa) CCF; LCgh. Estación IVITA, Pucallpa, Perú.

Cuadro 5. Muestras de perfiles representativos de oxisoles, ultisoles y suelos aluviales extensos de la Amazonía y de spodosoles y alfisoles menos extensos pero de importancia local. Subregiones A y B únicamente (continuación).

Profundidad del horizonte	Arcilla	Arena	pH	C org.	Intercambiables				CICE	Sat. Al
					Al	Ca	Mg	K		
cm	%	%	H ₂ O	%	meq 100 g					%
ENTISOL ⁵										
0-20	41	30	4.8	1.2	1.5	0.70	0.90	0.20	2.67	57
20-70	38	38	4.9	0.5	0.9	0.60	0.70	0.10	2.30	39
70-130	66	31	5.1	0.5	0.2	1.00	1.40	0.30	2.63	76
MOLISOL ⁶										
0-10	24	13	6.0	1.5	0.0	11.0	3.10	0.22	14.32	0
10-50	20	19	6.1	0.8	0.0	10.4	3.60	1.52	15.52	0

La inundación periódica es el principal factor limitante pero es difícil de prever porque los niveles del río están sujetos a la influencia de las lluvias de los Andes y de otras cuencas distantes.

En el Cuadro 5 se presentan dos ejemplos: un entisol de Amapá en Brasil y un molisol en las orillas del Amazonas cerca de Iquitos, Perú. Hay una gran diferencia en la fertilidad natural, debido a las fuentes de sedimentos, una característica muy variable de los suelos de "várzeas" y "barriales"*.

En consecuencia, no se puede generalizar que los suelos aluviales amazónicos son siempre de una fertilidad natural alta.

Spodosoles

Otro orden de suelos digno de atención son los spodosoles, conocidos también como podzoles, Ground Water Podzols y Giant Tropical Podzols, incluyendo sus variantes más profundos como Psamments. Estos suelos se desarrollan a partir de materiales arenosos gruesos y se encuentran en lugares predecibles, especialmente en el norte de la Amazonía lejos de las vegas ribereñas. Su vegetación de bosque natural, llamada "campinarana", refleja el estrés por falta de humedad de la estación seca *versus* la condición de drenaje deficiente en la estación húmeda (en las clases hidromórficas), y es mas baja y mas abierta que la que se encuentra en los oxisoles y ultisoles. El Proyecto Radambrasil (1972-78) recientemente identificó extensas áreas de spodosoles a lo largo de las cabeceras del río Negro. El color de este río se debe en gran parte a que el agua al pasar a través de los spodosoles arrastra ácidos orgánicos. El Cuadro 5 muestra un ejemplo cerca al bosque Dücke próximo a Manaus. Como son extremadamente infértiles y muy susceptibles a la erosión es preferible dejar estos suelos en su estado natural. Desafortunadamente, los spodosoles han recibido más atención científica de la que merecen en razón del área que ocupan (2.2 por ciento de la Amazonía), en particular en relación con el ciclo de nutrimentos. Es por eso que la investigación sobre spodosoles tropicales publicada en la literatura internacional (Klinge, 1965, 1967, 1975; Stark, 1978; Sombroek, 1979) debe tenerse presente pero bajo ninguna circunstancia debe extrapolarse a los oxisoles y ultisoles dominantes.

Suelos fértiles bien drenados

Desafortunadamente sólo un 6 por ciento de la Amazonía tiene suelos bien drenados con una fertilidad natural relativamente alta. Estos son clasificados principalmente como Tropudalfs y Paleustalfs (Terra Roxa Estruturada), Eutropepts (Cambisoles Eutricos), Tropofluvents (aluviales

* Términos brasileño y peruano, respectivamente, para designar las zonas a lo largo de los ríos sujetas a inundación periódica. (Nota del editor.)

bien drenados), argiudoles (C Terra Roxa Legítima) y Chromuders tan un total de 31 millones de hectáreas. La agricultura permanente tiene particularmente en los suelos de plintita natural alta y propiedades físicas. Un ejemplo de una Terra Roxa Escleromorfa es de las plantaciones de cacao p. Estos magníficos suelos están en Rio Branco en Brasil, y en el volcánicos relativamente recientes.

Peligro de las lateritas o plintitas

La extensión de suelos con plintita (Plinthaquults, Plinthudults) en la Amazonia es de un 4 por ciento de la Amazonia. En las amplias generalizaciones de suelos desprovistos de su vegetación en laterita o plintita endurecida, en los suelos donde el fenómeno se produce está en el subsuelo, el suelo tiene que la plintita pueda endurecerse. Los caracteres característicos de áreas plintíticas probablemente no será extensivos.

Los afloramientos de lateritas y materiales del suelo, se presentan en lugares de la Amazonia geológica, Guayana y del Brasil. Estos materiales para la construcción de plintita o laterita en áreas escudos Precámbricos es una gran obra. Otro tipo de obras. Muchos suelos tienen un color moteado semimetalizado por las arcillas minerales en relación con (al., 1978).

Los suelos en relación con la topografía

El Cuadro 6 provee una es de grupos de acuerdo a las superficies topográficas.

excluye la subregión D que abarca 2,51 millones de ha).

Orden y Gran Grupo	Area total	Subregión A-Bosque húmedo				Subregión B-Bosque estacional semi-siempreverde				Subregión C- Sabanas			
		Drenaje pobre	Bien drenada			Drenaje pobre	Bien drenada			Drenaje pobre	Bien drenada		
			0-8%	8-30%	>30%		0-8%	8-30%	>30%		0-8%	8-30%	>30%
millones de hectáreas													
Oxisoles													
Haplorthox	134.8	-	33.0	16.7	6.2	-	49.8	20.2	5.1	-	3.6	0.3	-
Acrorthox	67.5	-	1.7	1.3	0.8	-	31.6	22.0	5.7	-	3.5	0.8	0.1
Acrustox	6.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.2	1.2	0.2
Haplustox	4.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.1	0.8	0.9
Eutrustox	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	0.6	-
Plinthaquox	0.9	-	-	-	-	0.9	-	-	-	-	-	-	-
Eutroorthox	0.3	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-	-
Total	216.9	-	34.7	18.0	7.0	0.9	81.7	42.2	10.8	-	16.8	3.7	1.2
%	100	-	17	8	3	1	36	19	5	-	8	2	1
Ultisoles													
Tropudults	83.0		21.2	2.4	0.1		40.8	14.9	3.6	-	-	-	-
Palcudults	29.9		7.9	1.0	-		15.0	6.3	0.6	-	-	-	-
Plinthaquults	12.2	5.6	3.5	0.2	-	0.5	0.1	-	-	2.2	0.1	-	-
Plinthudults	7.6	4.9	1.3	0.3	-	0.1	0.3	-	-	-	0.7	-	-
Tropaquults	7.1	0.8	0.1	-	-	6.2	-	-	-	-	-	-	-
Palaquults	0.7	-	-	-	-	0.5	0.2	-	-	-	-	-	-
Rhodustults	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.1	-
Albaquults	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-
Total	141.1	11.3	34.0	3.0	0.1	7.3	56.4	21.2	4.2	2.3	1.1	0.1	-
%	100	8	24	2	-	5	40	15	3	2	1	-	-
Entisoles													
Fluvaquents	46.1	21.7	-	-	-	23.6	-	-	-	0.8	-	-	-
Troporthents	6.9	-	0.7	2.0	3.8	-	0.1	0.1	0.2	-	-	-	-
Tropaquents	6.1	-	-	-	-	0.6	-	-	-	5.5	-	-	-
Quartzipsamments	5.5	-	-	-	-	-	4.5	0.5	-	-	0.5	-	-
Tropofluvents	4.7	-	2.0	-	-	-	2.2	0.1	-	-	0.4	-	-
Psammaquents	2.8	2.3	-	-	-	0.1	-	-	-	0.4	-	-	-
Hydraquents	0.6	-	-	-	-	0.5	-	-	-	0.1	-	-	-
Total	72.7	24.0	2.7	2.0	3.8	24.8	6.7	0.7	0.2	6.8	0.9	-	-
%	100	33	4	3	5	34	9	1	1	9	1	-	-

Cuadro 6. Distribución de los grandes grupos según las subregiones climáticas y la posición topográfica. Los porcentajes indican la pendiente (se excluye la subregión D que abarca 2,51 millones de ha) (continuación).

Orden y Gran Grupo	Subregión A-Bosque húmedo			Subregión B-Bosque estacional semi-siempreverde			Subregión C-Sabanas		
	Drenaje pobre	Bien drenada		Drenaje pobre	Bien drenada		Drenaje pobre	Bien drenada	
		0-8%	8-30%		>30%	0-8%		8-30%	>30%
----- millones de hectáreas -----									
Alfisoles									
Tropudalís	6.6	0.2	-	-	4.5	1.7	0.2	-	-
Tropaqualís	3.3	-	-	-	-	-	-	3.3	-
Total	9.9	0.2			4.5	1.7	0.2	3.3	
%	100	2			46	17	2	33	

Incentisoles

De este cuadro puede deducirse que la alta proporción de ultisoles y oxisoles en la subregión A (bosques húmedos tropicales) en comparación con la subregión B (bosques tropicales estacionales semi-siempreverdes) está asociada con las áreas de drenaje deficiente donde los ultisoles húmedos son abundantes. En los terrenos con buen drenaje de la subregión A, la relación de ultisoles a oxisoles es casi idéntica a la de la subregión B (0.36 comparado con 0.38 en la subregión B). Los dos grandes grupos principales de los ultisoles en las subregiones A y B, los Tropudults y Paleudults, se encuentran en casi igual proporción en ambas subregiones. Por otro lado, la proporción de los grandes grupos de oxisoles más comúnmente encontrados en ambas regiones, Haplorthox y Acrorthox, varía considerablemente. La extensión de los Acrorthox con una capacidad de intercambio catiónico muy baja (1,5 meq/ 100 g de arcilla) es mucho mayor en la subregión B que en la subregión A.

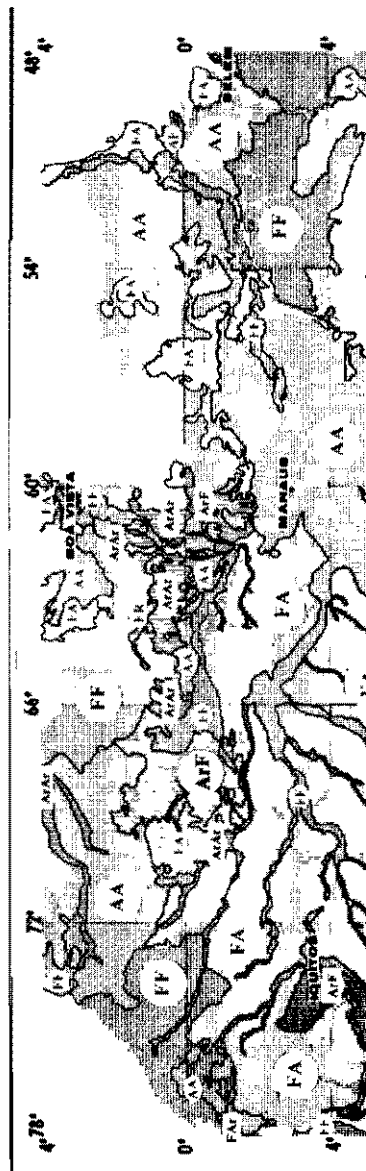
Propiedades Físicas de los Suelos

Textura del suelo

La Figura 11 es un mapa de la textura del suelo a una profundidad de 50 cm basado en computador de acuerdo al criterio de la CCF. El Cuadro 7 muestra la información tabulada con base en las subdivisiones climática y topográfica. La clase de textura más extensa en la capa superficial del suelo es la franca (18-35% de arcilla) y las más extensas en el subsuelo son las texturas franca (F) y arcillosa (A) (35% de arcilla). Estas F y FA juntas representan el 72 por ciento de los suelos de la Amazonía. Les siguen los perfiles arcillosos uniformes (A) con un 21 por ciento del área; el resto se divide entre los suelos poco profundos sobre rocas (R) y otras combinaciones de texturas. Las clases arcillosa y franca sobre roca (AR y FR) indican que hay una barrera física para el desarrollo de las raíces a 50 cm o menos en sólo un 0.4 por ciento de la región. Las texturas arenosas (Ar) en la capa superficial del suelo constituyen una minoría en la Amazonía.

Peligro de erosión

El Cuadro 7 también suministra una síntesis de las clases de pendientes en la Amazonía. Cerca de un 72 por ciento de la región tiene pendientes suaves (de 0 a 8%). La topografía es ondulada (pendientes de 8-30%) en el 21 por ciento de la Amazonía y escarpada (pendientes mayores del 30%) en el restante 7 por ciento de la región. Los cambios de textura en los primeros 50 cm del suelo, tales como FA, FA y AAr, hacen que los suelos sean susceptibles a la erosión, particularmente en las pendientes pronunciadas.



Cuadro 7. Distribución por clases de texturas de los suelos de la región amazónica según las subdivisiones climáticas y topográficas, de acuerdo al sistema de clasificación de la capacidad de fertilidad.

Clases de texturas según la CCF	Subregión A- Bosque húmedo				Subregión B- Bosque estacional semi-siempreverde				Subregión C- Sabanas				Total	% de la Amazonia
	Drenaje pobre	Bien drenada			Drenaje pobre	Bien drenada			Drenaje pobre	Bien drenada				
		0-8%	8-30%	>30%		0-8%	8-30%	>30%		0.8%	8-30%	>30%		
Millones de hectáreas														
F (franca)														
FA (franca sobre arcillosa)	16.8	33.9	16.5	9.1	27.9	37.8	27.5	6.9	1.3	9.6	2.4	1.2	190.9	40
A (arcillosa)	18.5	35.7	8.5	1.2	7.2	51.4	21.5	4.3	2.8	0.6	0.2	0.2	152.1	32
Ar (arenosa)	2.9	6.6	4.9	2.0	7.7	43.9	15.8	4.6	4.7	5.4	0.9	-	99.4	21
ArF (arenosa sobre franca)	4.7	1.5	-	-	2.7	4.9	0.5	-	0.4	1.1	0.1	-	15.9	4
	5.2	1.6	-	-	1.3	4.5	1.5	-	0.4	0.5	-	-	15.0	3
FA (franca sobre arenosa)	0.6	-	-	-	0.2	0.2	-	-	-	1.3	0.4	-	2.7	-
ArA (arenosa sobre arcillosa)	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-	-	-	2.1	-
AR (arcillosa sobre roca)	-	-	-	-	-	0.1	0.2	0.1	-	-	0.1	0.5	1.0	-
FR (franca sobre roca)	-	-	-	-	-	0.1	0.1	0.2	-	0.3	-	-	0.7	-
AF (arcillosa sobre franca)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	0.5	-
Total	48.7	79.3	29.9	12.3	47.0	142.9	67.1	16.1	12.2	18.8	4.1	1.9	480.3	100
%	10	16	6	3	10	30	14	3	2	4	1	-	100	

El Cuadro 7 muestra que 39 m suelos con cambio de textura ciento o suelos poco profundos clasificados en su mayoría como susceptibles a la erosión a menor vegetal durante los periodos de Amazonia los peligros de erosión generalmente favorable de la pr de textura uniforme. Entre las bosques estacionales B tiene la erosionable (10%), en comparat bosques húmedos A y solamente

Estas afirmaciones no implican la Amazonia ya que todos los suelos una mala administración, y la oxisoles y ultisoles bien drenados que muchos autores han observado causadas por obras de ingeniería caminos, alcantarillados y sistemas ciudades, etc.). Esta situación por si se tala el bosque y no se reempl Esto rara vez sucede en las regiones cuando los cultivos o pastos secundarios de los bosques embargo, las cárcavas a lo largo sobrepastoreadas han creado un

Relaciones de humedad y su

La definición de los grandes grupos permite calcular la importancia del suelo en la Amazonia como se (Survey Staff, 1975). Cerca del de humedad del suelo údico o permanece húmedo durante 9 o 23 por ciento del área tiene un régimen anegamiento durante al año en restante tiene un régimen de humedad está seco por más de 90 pero menor

La situación de humedad no porque la subregión B, que cubre incluye regiones con regímenes

ústicos en suelos bien drenados. Ranzani (1978) en estudios detallados sobre el equilibrio hídrico del suelo realizados cerca del extremo de la subregión B (Marabá, Pará) clasificó los suelos bien drenados como ústicos.

Es pertinente señalar que la mayoría de los suelos en la subregión B están expuestos a la falta de humedad temporal pero aguda durante tres o cuatro meses del año, lo que sin duda afecta el crecimiento de las plantas. La estación seca claramente definida en las sabanas agudiza esta situación en los suelos bien drenados de la subregión C. Incluso en los suelos de la subregión A, con un régimen de humedad definitivamente údico, el estrés ocasionado por la falta de humedad temporal ocurre esporádicamente y afecta severamente cultivos como maíz y arroz de secano (Bandy, 1977). O sea que aparentemente las plantas en crecimiento en la mayoría de los suelos bien drenados de la Amazonía pueden sufrir de deficiencia de agua durante parte del año.

En comparación con otras muchas áreas de bosque tropical, las propiedades físicas de la mayoría de los suelos de la Amazonía son buenas. El predominio de cascajo grueso en la capa superficial del suelo con plintita en la parte inferior en gran parte del Africa Occidental equivalente a la subregión B constituye una de las mayores limitaciones para el desarrollo de la agricultura permanente en esta vasta región (Lal *et al.*, 1975). Este impedimento virtualmente no existe en la Amazonía, aun cuando si hay restricciones físicas de importancia tales como drenaje pobre en un 23 por ciento de la región, severo peligro de erosión en el 8 por ciento, y estrés por sequía temporal en general; no obstante, las propiedades físicas de los suelos amazónicos pueden considerarse favorables.

Propiedades Químicas del Suelo

En el caso de las propiedades químicas ocurre exactamente lo contrario. La gran mayoría de los suelos amazónicos son ácidos y con baja fertilidad natural cuando no han sido perturbados. Como se mencionó previamente, sólo el 8 por ciento de la región tiene suelos con un alto contenido de bases y una fertilidad relativamente alta. Los principales obstáculos químicos de los suelos de la región son la acidez, la deficiencia de P, la baja capacidad de intercambio catiónico efectiva, y una amplia deficiencia de N, K, S, Ca, Mg, B, Cu, Zn y, ocasionalmente, de otros nutrimentos (Sánchez y Cochrane, 1980). El Cuadro 8 muestra el área cubierta por éstos y otros parámetros de fertilidad en la Amazonía. El Cuadro 9 separa los datos de la capa superficial del suelo de acuerdo a las subregiones climáticas y a las posiciones topográficas. El Cuadro 10 interpreta esta información en función de las unidades de la CCF.

Cuadro 8. Resumen de los parámetros

Parámetro y rango	Clase del millo
pH del suelo:	
<5.3	
5.3-7.3	
% de materia orgánica	
>1.5	
1.5-4.5	
>4.5	
% de saturación de Al	
0-10	
10-40	
40-70	
>70	
Ca intercambiable (meq/100g)	
>0.4	
0.4-4.0	
>4.0	
Mg intercambiable (meq/100g)	
>0.2	
0.2-0.8	
>0.8	
K intercambiable (meq/100g)	
>0.15	
0.15-0.30	
>0.30	
CICE (meq/100g)	
<4	
4-8	
>8	
Disponibilidad de P (ppm)	
<3	
3-7	
>7	
Fijación de P	
Alta (>35 arcilla y % de F_2O_3 libre/% de arcilla)	
>0.15	
Baja	

Parámetro y rango	Subregión A- Bosque húmedo tropical				Subregión B- Bosque estacional semi-siempreverde				Subregión C- Sabanas			
	Drenaje pobre	Bien drenada			Drenaje pobre	Bien drenada			Drenaje pobre	Bien drenada		
		0-8%	8-30%	>30%		0-8%	8-30%	>30%		0-8%	8-30%	>30%
----- Millones de hectáreas -----												
pH (en H₂O)												
<5.3	29.1	64.2	23.2	10.9	21.0	128.8	63.6	15.1	10.0	16.5	3.3	1.2
5.3 - 7.3	20.6	14.9	6.6	1.2	25.7	13.0	3.3	0.8	2.2	2.1	0.6	0.6
% de materia orgánica												
>4.5	16.9	12.8	2.9	0.4	14.4	15.7	5.8	1.3	8.2	1.4	0.5	0.7
1.5 - 4.5	31.5	65.6	25.8	10.1	26.1	109.3	50.3	13.3	3.7	14.7	3.0	0.2
<1.5	1.2	0.6	1.1	1.6	6.2	16.7	10.8	1.2	0.2	2.4	0.3	0.9
% de saturación de Al												
>70	22.8	60.1	19.7	6.0	14.4	90.7	49.4	10.6	1.7	7.0	1.6	0.9
40 - 70	5.0	2.8	2.5	2.5	3.1	33.7	13.2	4.0	2.5	5.9	0.9	0.6
10 - 40	2.8	2.1	1.0	2.3	6.3	5.3	1.2	0.7	6.3	4.6	1.1	0.1
<10	18.9	14.0	6.6	1.2	22.9	12.0	3.1	0.5	1.7	10.2	0.3	0.1
Ca intercambiable (meq/100g)												
>4.0	19.2	14.9	7.9	2.8	22.4	18.9	7.0	2.5	5.1	0.9	0.1	0.0
0.4 - 4.0	19.3	30.5	4.9	3.4	12.3	39.5	25.1	7.1	3.1	6.4	1.7	1.4
<0.4	11.1	33.6	17.0	5.9	12.0	83.4	34.7	6.3	4.0	11.2	2.1	0.4
Mg intercambiable (meq/100g)												
>0.8	19.0	13.9	8.5	5.1	21.2	23.4	9.5	0.3	7.5	1.4	0.1	0.0
0.2 - 0.8	18.8	31.9	4.5	1.2	16.2	56.7	28.0	6.8	1.3	11.3	2.5	0.8
<0.2	11.7	33.2	16.8	5.8	9.3	61.6	29.3	6.0	3.4	6.0	1.3	1.0
K intercambiable (meq/100g)												
>0.3	16.0	7.7	3.4	4.2	20.5	12.9	2.9	0.6	2.9	0.5	0.0	0.0
0.15 - 0.3	11.9	19.1	5.8	1.1	6.9	29.1	15.5	4.1	5.5	6.7	1.8	0.9
<0.15	21.7	52.3	20.6	6.8	19.3	99.7	48.5	11.2	3.7	11.4	2.1	0.9
CICE (meq/100g)												
>8	33.9	30.5	8.7	3.5	31.1	34.1	10.8	3.3	7.5	2.0	0.1	0.0
4 - 8	15.9	47.9	20.3	8.3	12.3	77.1	38.4	10.9	1.4	2.7	0.8	0.7
<4	0.8	0.7	0.8	0.3	3.3	30.5	17.6	1.6	3.2	13.9	3.0	1.2
P disponible (ppm)												
>7	19.8	7.5	0.4	0.0	14.0	5.2	0.7	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0
3 - 7	24.9	34.7	7.4	5.3	21.5	33.6	16.1	2.5	1.5	6.2	1.9	1.1
<7	4.8	36.9	22.0	6.8	11.2	102.9	50.1	13.1	10.1	12.3	2.0	0.8

Cuadro 10. Extensión en área de las co-
capacidad de fertilidad pa

Combinación de modificadores de la CCF*
ak
a
aik
eak
ninguno
h
ea
hk
gak
gh
ga
chi
ghk
d
geak
daei
gak
dehk
ai
k
hi
dea
ehk
eai
deaik
gea
gai
dehk
deak
eaik
dh
dai
deh
gehk
geh
dak
Totales

* a = toxicidad de Al, k = bajas reservas de K, i
no tóxico, g = drenaje pobre, d = estació

Acidez del suelo

Los Cuadros 8 y 9 muestran que el 81 por ciento de la región amazónica tiene valores de pH del suelo inferiores a 5.3 en su estado natural, lo que indica no sólo una reacción ácida, sino también, la probable presencia de niveles tóxicos de Al intercambiable para muchas especies de plantas. La proporción de suelos ácidos es menor en las topografías casi planas, pobremente drenadas (55%) lo que sugiere una extensión igual de suelos ácidos y no ácidos para estas tierras.

La toxicidad de Al en las plantas es la consecuencia principal de la alta acidez del suelo. Las distintas especies y cultivares pertenecientes a una especie difieren en su tolerancia al Al; ésta se expresa en función del porcentaje crítico de saturación de Al. Las plantas muy sensibles al Al sufren con niveles de 10 a 60 por ciento de saturación de Al y este rango se indica con el modificador "h" en el Cuadro 10. En general, cuando hay un 60 por ciento de saturación de Al o más en los 50 cm de la capa superficial del suelo se considera que éste presenta toxicidad de Al. Tales suelos tienen el modificador "a" en el sistema CCF. El Cuadro 10 muestra que 315 millones de hectáreas, o el 73 por ciento de los suelos amazónicos, presentan toxicidad de Al en su estado natural. La Figura 12 muestra una impresión efectuada por computadora de los niveles de saturación de Al en Rondônia.

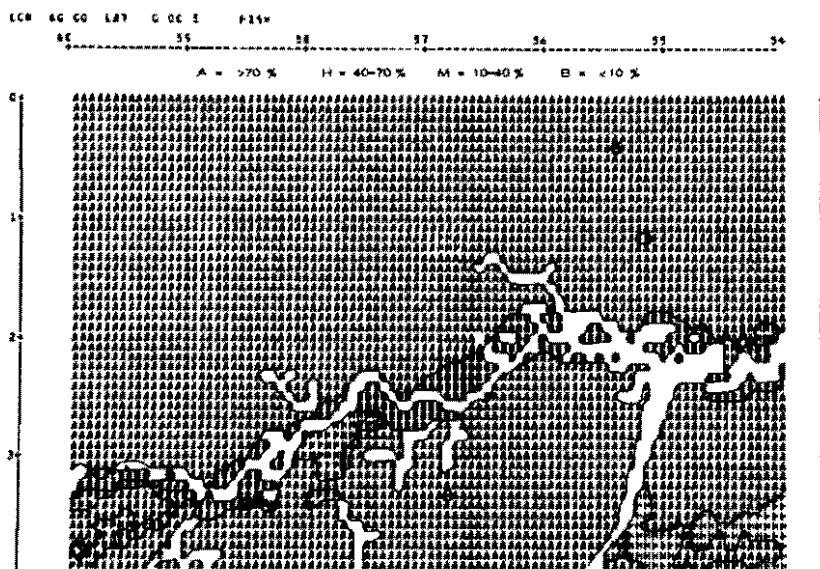


Figura 12 Porcentajes de saturación de Al en la capa superficial del suelo (Mapa SA-21).

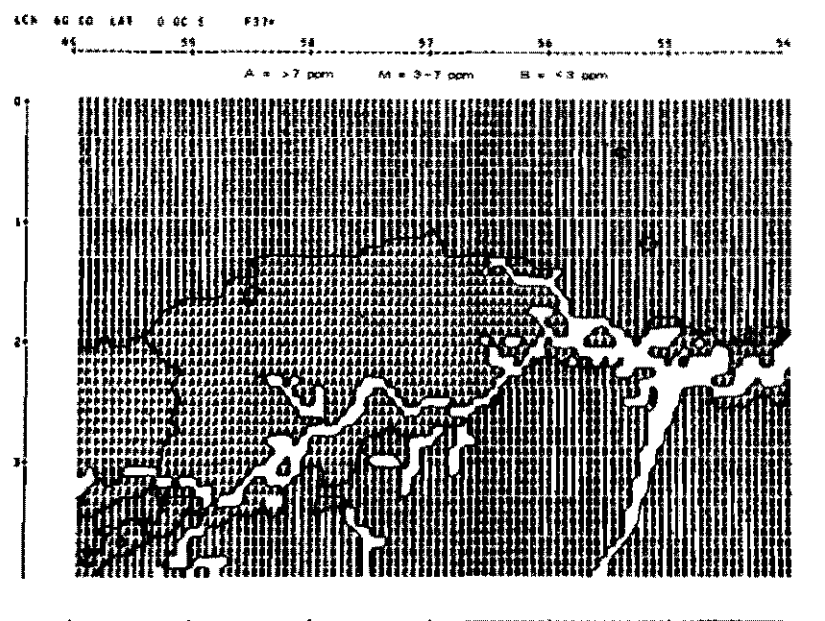
El desmante y la quema de l contenido de bases de la ceniza. sección de dinámica del suelo. l pruebas de suelo después del des necesidades de cal para cultiv Kamprath que consiste en aplic miliequivalente de Al extraíble intercambiable de la capa supe algunos suelos ácidos de la Am 1973-1978; Sánchez, 1977 a, b, c (1980) recientemente publicada para plantas de diferentes nivele cuando se van a cultivar en el mi niveles de Ca y Mg intercambia el nivel-deseado de saturación

En la Amazonía existen depé caracterizados, y aquellos en apagada para fines de construcc lo largo de la margen oriental transporte es el principal factor de la acidez del suelo tiene q describen en una sección poster intensivos, sin embargo, el enca el encalado elimina la toxicidad suelo, también disminuye los r después de uno a dos años (Villachica y Sánchez, en prens

Deficiencia de fósforo

El Cuadro 8 muestra que el 9 tiene niveles de P disponibles e ppm, de acuerdo con el méte distribución de los niveles de P 12. Puesto que el nivel crítico g en los oxisoles y ultisoles del E puede afirmar que casi todos necesario para la mayoría de l

Afortunadamente, esta vasta capacidad general alta para fij solamente el 16 por ciento de l alto para la fijación de P, com



como se muestra en el Cuadro disponible, este efecto es de restricción económica importa

Baja capacidad de intercam

La baja CICE es una rest susceptibilidad de los nutrime perfiles y el peligro de crear gra K, Ca y Mg. Los cuadros 8 y 10 Amazonía) presentan estos pro millones de ha (40%) en el su subregiones B y C, y ocur (Acrorthox y Acrustox), ultis ultisoles peruanos se han regist desequilibrios en la relación K- en prensa).

Deficiencias de otros nutrini

La región amazónica es un deficiencias de nutrimentos. E han registrado deficiencias de cultivos anuales, excepto Mn, Además de las deficiencias de Mg, S y Zn. La información lin efectuar una estimación geogr específicas y su relación con la

Los síntomas de deficiencias en cultivos anuales o perennes toda la Amazonía. Los autor deficiencia de K, Mg y Zn en un deficiencias de N y P comunes en el oriente del Amazonas se h 1976). Es mucho el trabajo que impedimentos. Es necesario análisis de plantas más efec fertilizantes.

Limitaciones que se present

El Cuadro 10 muestra qu conjuntamente en las mismas f

combinaciones de indicadores de la CCF. Solamente cerca del 7 por ciento de la Amazonía no presenta mayores limitaciones de fertilidad. El resto muestra varias combinaciones de toxicidad de Al (a), acidez pero no toxicidad de Al (h), baja capacidad de intercambio catiónico efectiva (e), bajas reservas de K (k), alta fijación de P (l), drenaje deficiente (g) y una estación seca de tres meses (d). Las combinaciones más frecuentes incluyen toxicidad de Al, bajas reservas de K, baja CICE y alta fijación de P. El Cuadro 5 muestra ejemplos de estas combinaciones para siete perfiles clasificados de acuerdo al sistema CCF.

Manejo de Suelos

Las secciones anteriores ilustran la gran variabilidad en las propiedades del suelo encontradas en la región amazónica y algunos de los problemas más comunes. El manejo del suelo incluye la manipulación de las propiedades del suelo y de las prácticas agrícolas para poder producir cultivos eficientemente. Los principios para tratar los obstáculos enumerados previamente son universales; por ejemplo, los aspectos químicos básicos son los mismos en la Amazonía que en Alaska. El manejo de estas propiedades para fines agronómicos, sin embargo, es específico para cada lugar y situación. La especificación del lugar incluye las propiedades de ese suelo en particular y otros atributos de la tierra para la finca en cuestión. La especificación de la situación incluye los cultivos que se van a producir y la estructura socioeconómica de la región lo que para la Amazonía generalmente significa agricultura de colonización y dificultades de logística y transporte.

La investigación sobre manejo de suelos en la Amazonía es supremamente limitada y tradicionalmente se ha centrado en un uso específico de la tierra tal como cultivos anuales, pastos, cultivos perennes o silvicultura. Esta sección resume los resultados de que disponían los autores. La mayor parte proviene de una revisión similar preparada hace menos de un año (Sánchez, 1979). En la actualidad existen otros proyectos en marcha pero los resultados todavía no están disponibles.

Métodos de desmonte

La elección de los métodos de desmonte es el primer paso y probablemente el más decisivo por la forma como afecta la futura productividad de los sistemas de labranza. Varios estudios comparativos realizados en la Amazonía confirman que los métodos de desmonte que incluyen quema son superiores a los diferentes tipos de desmonte mecánicos debido al valor fertilizante de la ceniza, la compactación del

suelo causada por el buldózer* del suelo con el desmonte mec

Aumento de nutrimentos por

La determinación directa del región amazónica se efectuó de 17 años en un ultisol en Yurima (1977) presentados en el Cuadro 11. Las cenizas sobre las propiedades permitió obtener rendimientos de una variedad de cultivos durante los últimos 17 años (Cuadro 12).

Cuadro 11. Contribución de nutrimentos en un ultisol de Yurimagua

Elemento

N
P
K
Ca
Mg
Fe
Mn
Zn
Cu

Fuente: Seubert *et al.*, 1977.

La variabilidad en la cantidad de nutrimentos se debe a las diferentes proporciones de biomasa del suelo. Se estimó que sólo un 20 por ciento de la biomasa se convierte en ceniza cuando se quema. Las propiedades del suelo, el patrón de uso y el estudio son muy similares a las de Bahía, Brasil. No obstante, la composición de las cenizas adyacentes al suelo observó grandes variaciones (0.06-4.4 meq de Ca/100 g, 0.1-0.5 meq de K/100 g). Esta información sugiere que pueden acumular nutrimentos

* Tractor con cuchilla frontal fija, inclinada, consagrado por el uso. (Nota del editor.)

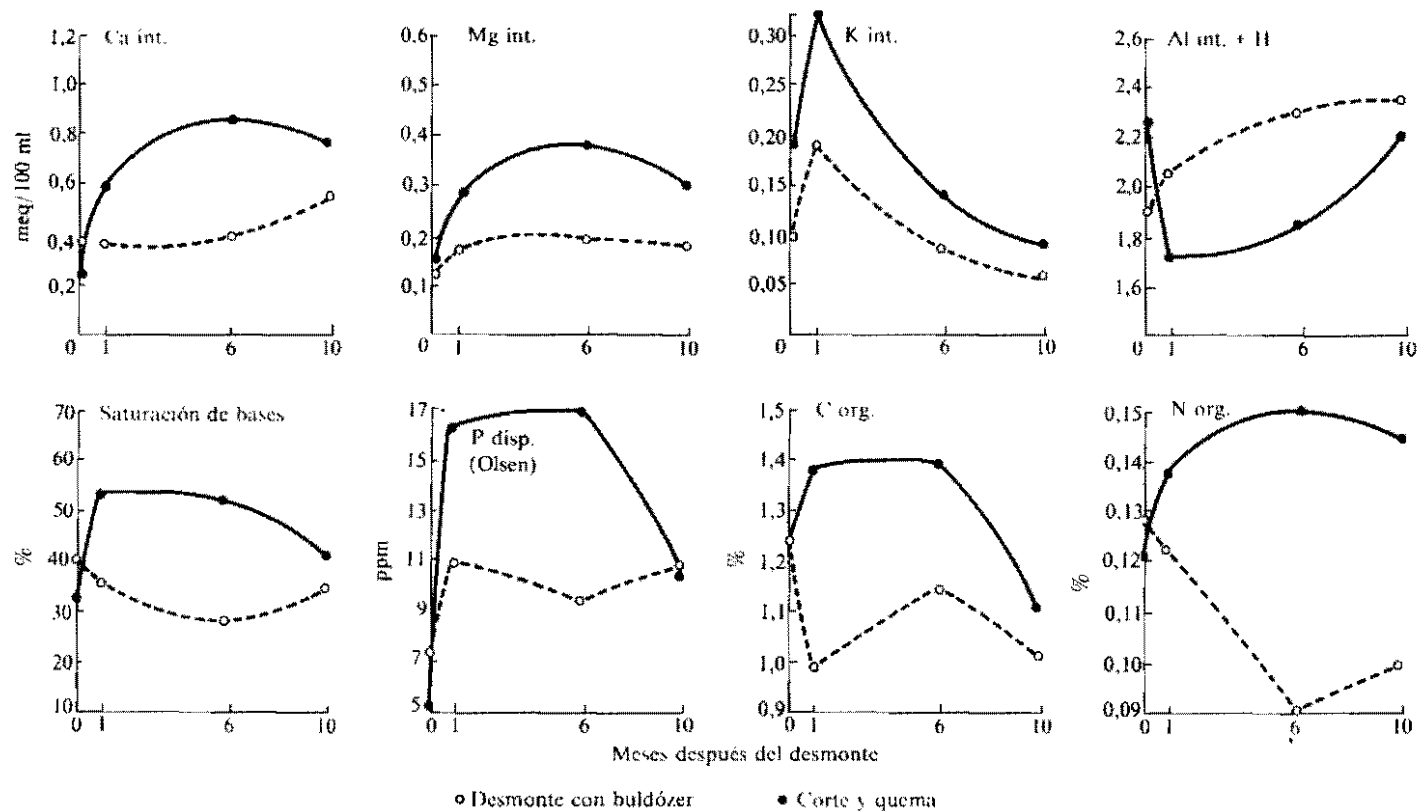


Figura 14. Efecto de dos métodos de desmonte sobre cambios en las propiedades de la capa superficial del suelo (0-10 cm) en un Paleudult típico de Yurimaguas, Perú. (Fuente: Seubert et al., 1977.)

Cuadro 12. Efecto de los métodos de fertilización en Yurimaguas. (El rendimiento está entre paréntesis.)

Cultivos	Nivel de fertilidad*
Arroz de secano (3)	O NPK NPK cal
Maíz (1)	O NPK NPK cal
Soya (2)	O NPK NPK cal
Yuca (2)	O NPK NPK cal
<i>Panicum maximum</i> (6 cortes al año)	O NPK NPK cal
Rendimientos relativos promedios	O NPK NPK cal

* 50 kg. ha de N, 172 kg. ha de P, 40 kg. ha de K.

** Rendimientos en grano del arroz, maíz y yuca, y rendimiento anual de materia seca de *Panicum maximum*.

Fuente: Seubert *et al.*, 1977.

El valor fertilizante de la cosecha en suelo fértil. Cordero (1964) encontró que la disponibilidad de P y K resultaba limitada en Cruz, Bolivia, no aumentaron los rendimientos si tenían ya un alto contenido de nutrientes.

La información adicional sobre los efectos de diferentes suelos y métodos de fertilización es significativamente el conocimiento de los niveles de fertilidad de los suelos.

además del valor nutricional de la ceniza, el grado de incorporación de la misma en la capa superior del suelo también es importante. En los alrededores de Manaus, los agricultores migratorios prefieren desmontar ultisoles francos o arcillosos muy pendientes, en vez de las áreas casi planas de los oxisoles arcillosos. Esto se debe a que las cenizas no quedan bien incorporadas en los oxisoles ("Latosol Amarelo textura muito pesada"), mientras que aparentemente esto no es problema en los ultisoles menos arcillosos.

Compactación del suelo

El uso convencional del bulldózer tiene el efecto claramente perjudicial de compactar el suelo, particularmente los ultisoles arenosos y francos. Se han registrado reducciones significativas en las tasas de infiltración, en los incrementos en densidad por unidad de volumen y en las disminuciones en la porosidad en los suelos de Surinam (Van de Weert, 1974), Perú (Seubert *et al.*, 1977) y Brasil (Schubart, 1977; Silva, 1979). El Cuadro 13 muestra las disminuciones en la infiltración en los últimos tres sitios mencionados. El método de desmonte y quema tuvo poco efecto en las tasas de infiltración pero el bulldózer las disminuyó drásticamente. Las comparaciones entre las localidades son difíciles debido a las diferencias en las medidas de tiempo usadas en la evaluación.

Cuadro 13. Efectos del desmonte con bulldózer en la disminución de las tasas de infiltración en ultisoles de Yurimaguas, Perú, Manaus y Barrolândia, Bahía, Brasil.

Método de desmonte	Yurimaguas	Manaus	Barrolândia
	----- cm/hora -----		
Bosque no perturbado	-	15	24
Corte y quema (1 año)	10	-	20
Bulldózer (1 año)	0.5	-	3
Corte y quema y 5 años en praderas	-	0.4	-

Fuente: Seubert *et al.*, 1977; Schubart, 1977; Silva, 1978.

Remoción de la capa superficial del suelo

La tercera consideración importante es el grado de remoción de la capa superior del suelo no por la cuchilla del bulldózer que normalmente no toca

el terreno, sino al arrastrar troncos. No hay datos cuantitativos disponibles sobre el rendimiento superior en los lugares altos y la pérdida de vegetación de bosque cerca de las áreas de corte que la remoción del subsuelo produce en el rendimiento (Sánchez, 1976). En Nigeria que los rendimientos de maíz aumentaron cuando se removieron los 2.5 cm de la capa superficial de datos similares para oxisoles y

Métodos alternos de desmonte

Los efectos negativos del desmonte por agricultores y organizaciones para las operaciones de desmonte fuertemente reducidos en la práctica de destruir completamente lo menos parcialmente antes de (1979) ha suministrado los principales beneficios de dicha práctica. El uso de bulldózer con la remoción de corte y la quema de los restantes las ventajas de la quema sobre las diferencias significativas en relación a la quema y se logró un aumento de rendimiento se debe probablemente a la quema realmente se quema.

Otras alternativas consisten en la quema, usando dos bulldózer y máquinas trituradoras de árboles para machucar los árboles talados. Con la última práctica uniforme (Toledo y Morales, 1979) en la cadena, los troncos restantes se queman en las operaciones combinadas permitiendo la quema de la ceniza, pero todavía producen cenizas de la capa superficial del suelo. El uso de corte y quema es el mejor método de las prácticas de fertilización y la quema de la fertilidad y por compactación del suelo. Se desmontan los bosques en última instancia el problema se resuelve con la quema. Se considera que muchos de los fructíferos que ha sido testigo tanto en

transmigración de Indonesia pueden atribuirse directamente a métodos inadecuados de desmonte.

Dinámica del suelo después del desmonte

Después del desmonte y quema de un bosque tropical se presentan los cambios siguientes en las propiedades del suelo durante el primer año: 1) Grandes pérdidas por volatilización del N y S de la biomasa como consecuencia de la quema; 2) el contenido de materia orgánica del suelo disminuye con el tiempo hasta que se alcanza un nuevo equilibrio en uno o dos años; 3) el pH de los suelos ácidos aumenta y la saturación de Al disminuye, debido al contenido de nutrientes de la ceniza. Estos cambios se invierten gradualmente con el tiempo pero su duración varía según las propiedades del suelo; 4) las temperaturas de la superficie del suelo aumentan, y los regímenes de humedad fluctúan más por cuanto más radiación solar entra en contacto con la superficie del suelo (Sánchez, 1976).

Las generalizaciones anteriores varían de un lugar a otro. La mayoría de la información disponible se basa en el muestreo de sitios cercanos para los cuales se asume una determinada edad después del desmonte, confundiendo de este modo las dimensiones de tiempo y espacio e incrementando la ya gran variabilidad de dichas muestras de suelo. La literatura de este tipo disponible hasta 1976 ya ha sido resumida (Sánchez 1973, 1976). Afortunadamente se están llevando a cabo estudios sobre la dinámica del suelo en función del tiempo: en Yurimaguas, Perú; Manaus, Belém, y Barro Colorado, sur de Bahía, en Brasil; y Cararé-Opón, en Colombia. Casi todos, sin embargo, se limitan a lo que sucede durante el primer año, pero algunos dan información hasta 13 años después del desmonte. A pesar de esto ilustran las diferencias que ocurren en la dinámica del suelo.

Materia orgánica en el suelo

De Las Salas y Folster (1976) estimaron que se perdían 25 kg/ha de C y 673 kg/ha de N hacia la atmósfera cuando un bosque virgen de un oxisol pobremente drenado en el Magdalena Medio en Colombia era talado y quemado. Ellos midieron los cambios de la biomasa antes y después de la quema, antes de las primeras lluvias. No se dispone de cifras comparables para los ecosistemas amazónicos que permitan determinar si estas pérdidas son representativas. No obstante, las pérdidas por volatilización responden por sólo 11 a 16 por ciento del C total del ecosistema, y por cerca de 20 por ciento del N total (De las Salas, 1978). En consecuencia, las afirmaciones de que la mayor parte del C y del N en la vegetación son volatilizados por la quema merecen un cuidadoso examen. Otro factor desconocido es si una

proporción de los elementos volátiles a través de la lluvia.

La influencia de la quema sobre la materia orgánica que incluye la interfase suelo-atmósfera también fue determinada por De Vries y colaboradores. Este material aumentó de 8 a 46% después de la quema. Las pérdidas por volatilización habrían sido de 10 a 20%.

La literatura tiene información sobre la pérdida de materia orgánica del suelo cuando se quema. Las pérdidas más grandes ocurrirán en suelos con alto contenido de materia orgánica original (Sánchez, 1976). En un estudio de campo el contenido de arcilla de la capa superficial (0-10 cm) (1969, 1977) encontró una relación inversa entre el contenido de arcilla y los contenidos de arcillas en el suelo.

Otro efecto supuestamente no es el efecto de la actividad microbológica del suelo. En un estudio en Bahía indica que no hubo diferencias en la actividad microbológica causadas por varios grados de quema. La actividad de la población de bacterias y actinomicetos fue similar después de la quema convencional y después de la descomposición de la celulosa en el suelo. La quema en realidad tuvo un efecto similar a la descomposición de la materia orgánica en el suelo. La quema de otros nutrimentos, y a las temperaturas de 400°C, la exposición directa de la capa superficial. Sin embargo, no sucedió lo mismo en el suelo. Probablemente a la remoción de la capa superficial y compactación. El efecto de la quema convencional puede explicar la actividad microbológica los primeros 25 días después de la quema.

La dinámica del C orgánico del suelo en un cultivo continuo de arroz de secano en un suelo de arcilla en la Figura 16. Hay un incremento en el contenido de C orgánico inmediatamente después de la quema. La quema contaminó de la ceniza. La quema en los primeros seis meses, después de la quema, hubo una reducción después de la primera quema. El equilibrio durante el primer año.

el primer año es del orden de 30 por ciento, pero esta tasa disminuye y la tendencia se invierte durante el segundo año de cultivo cuando los niveles de fertilidad son altos (Villachica, 1978). Esta aguda tasa de descomposición produjo un incremento considerable de N inorgánico en la capa superficial del suelo durante los primeros seis meses en Yurimaguas (80 kg de N/ha en los 50 cm superiores), el cual desapareció rápidamente como consecuencia de la lixiviación y/o de la absorción por el cultivo (Seubert *et al.*, 1977). Esta abundancia de N probablemente contribuye a la exuberancia del crecimiento inicial del primer cultivo después de la quema.

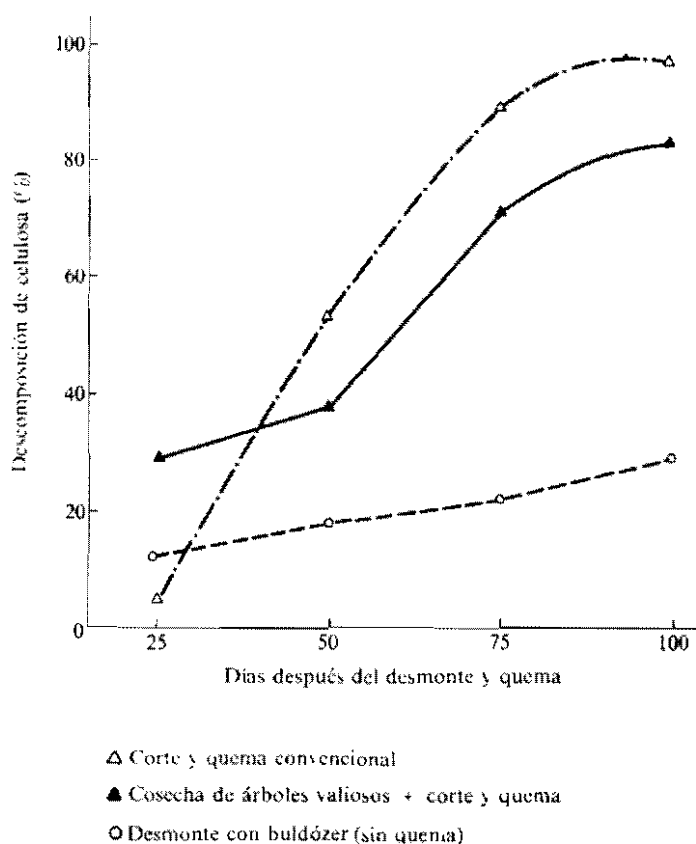


Figura 15. Efectos de la intensidad de la quema sobre la actividad microbiana medida con base en la tasa de descomposición de la celulosa en función del tiempo transcurrido después de la quema de un bosque húmedo en un ultisol del sur de Bahía, Brasil.

(Fuente: Adaptada de Silva, 1979).

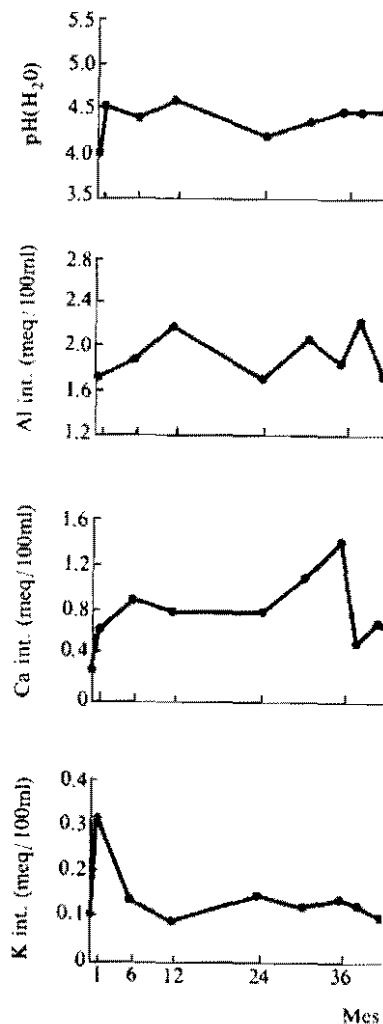


Figura 16. *Cambios en las propiedades del arroz de secano (8 cosechas).*
Fuente: Información tor (en prensa).

Turenne (1969, 1977) hizo válida la materia orgánica durante la fase conocida en oxisoles de la Guayana del segundo año de bosque en la superficie del suelo empezó a ser el ácido flúvico de la materia orgánica

proceso de enriquecimiento de N. Turenne también observó que la capa de hojarasca se restableció por sí misma después de cuatro años de descanso y que fabricó tanta materia orgánica en 10 años como la que se encuentra en un bosque de 11 años.

La Figura 17 muestra los resultados de un estudio en función del tiempo y el espacio llevado a cabo por De las Salas y Folster (1976) en Carare-Opón, Colombia. Inicialmente se notó un descenso agudo en C orgánico y N, pero la curva comenzó a ascender durante el segundo año y superó los niveles del bosque virgen en el barbecho de 16 años. Una pradera de 16 años compuesta de una mezcla de *Hyparrhenia rufa*, *Panicum maximum* y otras especies de gramíneas, produjo niveles de C orgánico y N iguales a los del bosque virgen. Aunque esta comparación es limitada debido a las posibles variables y al pequeño tamaño de la muestra (dos parcelas en cada tratamiento), debe arrojar duda en cuanto a las aseveraciones sobre los efectos nocivos de las praderas de gramíneas en los contenidos de materia orgánica en las regiones del bosque húmedo tropical.

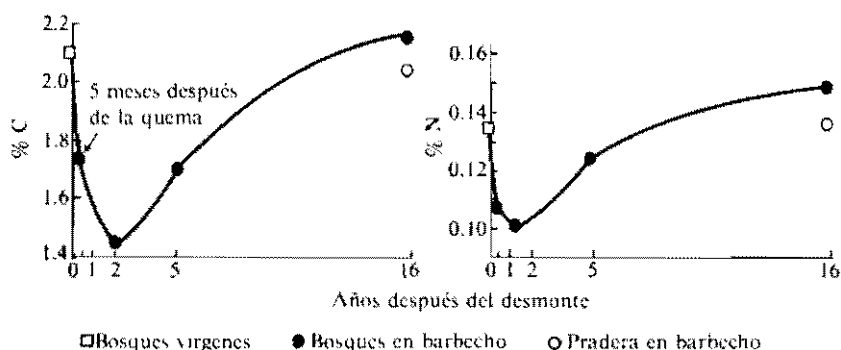


Figura 17. Estado de la materia orgánica en la capa superficial del suelo (0-10cm) en un bosque del Carare - Opón en el Valle del Magdalena Medio, Colombia, en sitios cercanos, de edad y tipo de vegetación conocidos. (Suelo Aérico Ochraquox con 3.8 de pH; 3000 mm de precipitación.) Fuente: Adaptada de De las Salas y Folster (1976), y De las Salas (1978).

Cambios en la acidez del suelo y en la disponibilidad de nutrimentos

Los cambios en las propiedades de la capa superficial del suelo antes del desmonte y durante el primer muestreo después de la quema en los que el tiempo y las muestras fueron debidamente tomados en varios estudios se resumen en el Cuadro 14. Este cuadro muestra las tendencias generales y las desviaciones que allí se originan. Los valores de pH del suelo aumentan después de la quema, pero no llegan a ser neutros. Los niveles de Ca + Mg intercambiables se duplican o triplican, pero hay una variación significativa entre las parcelas adyacentes en el mismo suelo como lo

demuestran los dos sitios en Yuri nivel inicialmente alto de base completa. Los contenidos de K el efecto es de corta duración probablemente explica por qué en la Chacra II en Yurimaguas y tomaron muestras a los tres y intercambiable disminuyó en Ca + Mg intercambiables lo que lugar más fértil al sur de Bal afirmación. Salvo un caso, la s bajos de los considerados c

Cuadro 14. Resumen de los cambios en antes y poco después de la la Amazonia.

Propiedad del suelo	Tiempo	Yuri (2 I
Meses después de la quema:		1
pH (in H ₂ O)	Antes	4.0
	Después	4.5
Ca + Mg interc. (meq/100g)	Antes	0.41
	Después	0.88
		Δ 0.47
K interc. (meq/100g)	Antes	0.10
	Después	0.32
		Δ 0.22
Al interc. (meq/100g)	Antes	2.27
	Después	1.70
		Δ (0.59)
Saturación de Al (%)	Antes	81
	Después	59
Disp. de P (ppm) (Olsen en Perú)	Antes	5
	Después	16
NC en Brasil)		Δ 11

Calculado con base en datos de:

- ¹ Seubert *et al.*, 1977, y Villachica y Sánchez
- ² Brinkmann y Nascimento, 1973,
- ³ Hecht (datos inéditos).
- ⁴ Silva, 1978.

El P disponible, generalmente considerado el nutrimento más limitante, también aumenta con la quema, superando el nivel en barbecho, pero de nuevo con una variación considerable según el sitio. Aparte de estas diferencias no hay duda de que la fertilidad de los suelos ácidos aumenta considerablemente después de la quema.

Patrón de deterioro de la fertilidad

Estas relaciones empiezan a invertirse por sí solas con el tiempo. La Figura 14 ilustra los cambios ocurridos en los primeros 10 meses después de la quema en Yurimaguas. Silva (1979) registró resultados casi idénticos al sur de Bahía, Brasil. El N inorgánico (no mostrado) y el K son los primeros elementos que se agotan, mientras que los otros disminuyen más lentamente.

La Figura 16 muestra la tendencia de cuatro años en parcelas sin fertilizar en Yurimaguas con dos cosechas de arroz de secano por año. Los rendimientos de las tres primeras cosechas fueron del orden de 1.2 ton/ha, disminuyendo a 0.5 ton/ha en la cuarta cosecha y a cantidades insignificantes en adelante (Bandy, 1977). El suelo era tan infértil que no se observaron casi malezas. Su superficie había sido compactada por la exposición a la lluvia, ya que el deficiente crecimiento del arroz no proporcionaba una cubierta adecuada.

Los agricultores migratorios rara vez continúan cosechando el mismo terreno por períodos tan largos. Normalmente, abandonan sus tierras cuando estiman que las bajas en rendimiento en la siguiente cosecha serán del 50 por ciento (Sánchez, 1976). La Figura 18 ilustra las posibles épocas en que esto podría suceder en suelos diferentes y con diferentes cultivos. En los molisoles fértiles de Petén, Guatemala, sólo se siembran dos cosechas de maíz porque el control de malezas es el principal factor limitante. En los alfisoles fértiles, pero pobremente drenados de Yurimaguas, se pueden producir más de tres cosechas consecutivas de arroz de secano si las malezas son controladas. En los infértiles pero bien drenados ultisoles de la misma localidad, sólo se puede contar con dos cosechas de arroz o yuca y una rotación de arroz-maíz-soya (en un año). Según la Figura 18, es evidente que el control de malezas es el principal factor limitante en los suelos más fértiles, mientras que el descenso en la fertilidad es la causa principal de los bajos rendimientos en los ultisoles ácidos.

Mantenimiento de la fertilidad del suelo con cultivos anuales

Experiencia de los agricultores en la selección de los mejores suelos: Altamira. Una estrategia directa para retardar el patrón de bajas en los rendimientos es la selección de mejores suelos. Morán (1977) cita un excelente ejemplo que muestra el ingenioso criterio de selección de una

clase de agricultores migratorios en la carretera transamazónica del Brasil. Los árboles de troncos delgados talados (*Orbignya martiana*) y morocós (*Alseodaphne*) atraen a los nuevos pobladores, atraídos por el gobierno, buscan los bosques vírgenes como acapú (*Vouacaponia americana*) y jaraná (*Holopyxidium jaraná*). Los métodos de corte y quema, las condiciones de vida son muy superiores a las de los colonos. Entre los caboclos les fue posible identificar la vegetación, mientras que los nuevos colonos no y oxisoles. Los caboclos cultivaban arroz y los colonos sembraron arroz, maíz y mandioca.

* Indios brasileños mestizos o puros. (Nota: Los datos son relativos a la población de 1980.)

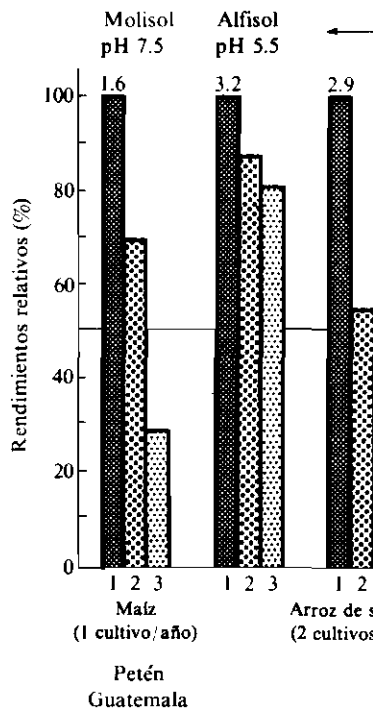


Figura 18. Patrón de descenso en rendimientos sin fertilización. (Fuente: FAO, 1980.)

Cuadro 15. Propiedades de la capa superficial del suelo (0-10 cm) en los suelos seleccionados por los caboclos y colonos cerca de Altamira, Pa., Brasil. Promedio de tres muestras tomadas un año después de la tala y quema.

Tipo de agricultor	Arbol indicador (ancho del tronco)	Color del suelo húmedo	pH	C org. %	Dispon. de P (N.C.) (ppm)	Al	Ca intercambiables meq/100g	K	CICE Satur. de Al %
Caboclo	Ancho	10 YR 4/4 -3/2	6.2	1.7	26	0	7.1	0.1	8.2 0
Colono	Delgado	7.5 YR 4/5 -3/3	4.3	2.3	2	5.5	1.1	0.2	6.8 81

Fuente: Morán, 1977.

Como resultado de la acertada selección de suelos y de cultivos adaptados, los agricultores tradicionalmente migratorios duplicaron sus ingresos en relación con los de los colonos (Morán, 1977). Aunque las especies indicadoras probablemente varían en otras regiones, este es un buen ejemplo de experiencia acumulada como un medio para aumentar la producción. Una cuantificación de estas diferencias con base en las especies de árboles mediante análisis químico sería muy útil.

Producción intensiva continua de cultivos: Yurimaguas

Los requisitos de fertilidad para la producción continua de cultivos en un ultisol de Yurimaguas después de la limpieza y quema de un bosque secundario de 17 años han sido investigados desde 1972 usando una variedad de sistemas de cultivo y de tasas de fertilización (North Carolina State University 1973, 1974, 1975, 1976; Sánchez 1977 a,b,c; Bandy, 1977; Villachica, 1978; Valverde *et al.*, 1979). La secuencia de las limitaciones de nutrimentos en su orden de aparición se describen en el Cuadro 16. En él se muestra el dinamismo del sistema y se explican los bajos rendimientos obtenidos sin fertilización. Los incrementos en rendimientos de la séptima cosecha en adelante se deben a la identificación y solución de estos problemas de fertilidad. Un plan de fertilización para esta situación se presenta en el Cuadro 17. La fertilización de mantenimiento como tal empieza en el segundo año, con el respaldo de un programa de análisis de suelos.

Este plan de fertilización es costoso (cerca de US\$875/ha/año) pero los rendimientos son altos. Bandy (1977) muestra que el plan es rentable con una ganancia neta de US\$2.90 por cada dolar invertido en fertilizantes y cal a precios de 1978 en Yurimaguas para la rotación arroz-soya-maní. Estos cálculos incluyen el alto costo del transporte de los fertilizantes desde áreas industriales al otro lado de los Andes.

**Cuadro 16. Época de aparición de las
secano-maíz-soya, después
Yurimaguas, Perú.**

Meses después del desmonte	
1	Incrementos iniciales micronutrientes. Efectos niveles tóxicos. Efectos
2	Suministro de N por de N. K intercambia Aparición de síntomas
10	Se completa la desequilibrio. Se incrementa equilibrio. Se incrementa toxicidad del 60% para (12 ppm de P vía método para soya y a 0.4 ppm para
12	El encalado a un pH por cultivo, excepto
	Las aplicaciones de desequilibrio cuando aplicaciones de Mg.
	El S, Cu y Mo por inmediatamente después bulldozer). La deficiencia
24	La remoción de nutrientes Las tasas de N, P, K
48	Aparecen deficiencias

Fuente: Villachica, 1978; Villachica y Sáenz

Cuadro 17. Esquema sugerido para el mantenimiento de la fertilidad para la producción de cultivos intensivos en Yurimaguas. Tres cultivos al año: arroz, maíz y soya o preferiblemente arroz, maní y soya.

Meses después del desmonte	Número de cosechas	Fertilización
0	1	Desmonte mediante corte y quema. Siembra de arroz de secano enano sin fertilización. Rendimiento de 3 ton/ha. Análisis de suelos próximos a la recolección para determinar saturación de Al.
5	2	Aplicación de cal dolomítica a 1 x Al intercambiable, incorporándola con tractor manual. Aplicación de 50 kg/ha de P como superfosfato simple para corregir deficiencias de P y S, y 60 kg/ha de K. Si no se dispone de cal dolomítica añadir 30 kg/ha de Mg por cultivo.
12 en adelante	5	Aplicaciones de mantenimiento (kg/ha cultivo) de 50 P, 50-80 K, Mg para conservar la relación K:Mg cerca de 1:2 kg de B y 1 g de Mo/kg de semilla. Las tasas de N deben ser de 80 para arroz, 120 para maíz y nada para soya y maní. Análisis de suelo cada 6 meses para verificar la toxicidad de Al, y los contenidos de P, K, Mg y micronutrientes. Aplicar 2 kg/ha de Cu cada tres cosechas.
24	9	Puede ser necesario añadir más cal. Observe si el contenido de Zn está decayendo a niveles críticos.

Fuente: Villachica, 1978, Sánchez, 1979.

Producción continua de cultivos Yurimaguas

Los altos requerimientos de fertilizantes para la adopción de un sistema intensivo son un problema fácilmente disponibles, así como los recursos. Otras estrategias fueron también utilizadas para reducir los costos de los cultivos con costos más bajos. Un ejemplo es el uso por medio del cultivo intercalado de leguminosas, las cuales producen 30 por ciento más que el monocultivo (Wade, 1978; B. Wade, 1978). El uso de kudzu (*Pueraria phaseolifolia*) como abono verde. Los tratamientos con abono verde, en formas, produjeron rendimientos similares a los del orden de 80 a 90 por ciento de los cultivos fuertemente fertilizados con abono verde en cultivos continuos.

Los análisis económicos de los costos de uso del sistema tradicional arrojan resultados similares y Coutu (1977), muestran que el uso del sistema familiar en Yurimaguas puede ser rentable. De capital de US\$1000 prorrateado por hectárea, los ingresos se requieren siete hectáreas de ingreso familiar compite muy bien con los ingresos de US\$750 para una familia de US\$1500 para el 25 por ciento de los cultivos bajos) de Lima, en su mayoría.

Mantenimiento de la fertilidad

La producción pecuaria basada en la tierra desmontada en la hoya de Yurimaguas es una controversia particularmente importante en las hectáreas de praderas cultivadas. De acuerdo a cálculos de Kirby (1979), el uso de *Panicum maximum* sin fertilizantes produce 10 UA/ha con una producción de carne de 10 toneladas anuales. Después de los primeros años de uso, el potrero empieza a decaer, hasta que el potrero lentamente cambia a bosque. Kirby (1979) estiman que el 20 por ciento de las hectáreas amazónicas brasileñas están en riesgo de ser suscitado serias dudas acerca de

en la Amazonía (Goodland e Irwin, 1975; Schubart, 1977; Fearnside, 1978). El gobierno brasileño ha suspendido los créditos para el desmonte de nuevas tierras para pastos y está concentrando sus esfuerzos en adecuar las praderas degradadas.

Una serie de estudios realizados principalmente en el área de Paragominas a lo largo de la carretera Belém-Brasilia, en el norte de Mato Grosso y cerca a Belém, ha brindado interesante información acerca de la dinámica del suelo con el transcurso del tiempo en la producción de pastos (Falesi, 1976; Baena, 1977; Serrão *et al.*, 1979; Fearnside, 1978; Hecht, 1978). Las muestras de suelo fueron tomadas en praderas de edad conocida en varias fincas. Aunque el tamaño de la muestra es pequeña, se emplea el método de tiempo y espacio confundidos y la variabilidad es alta, en estos estudios se observa una tendencia muy clara: Los pastos retardan la tasa de descenso de la fertilidad, manteniendo constante por varios años los beneficios de la quema, particularmente un pH alto del suelo, la eliminación de la toxicidad de Al, con niveles altos de Ca y Mg durante los primeros cuatro a cinco años y contenidos de P satisfactorios. Serrão *et al.* (1979) atribuyen este descenso a la deficiencia de N y P, y a la mala adaptación de *Panicum maximum* a este ambiente.

La Figura 19 resume los datos de un oxisol arcilloso de Paragominas y de un oxisol franco del norte de Mato Grosso. Los datos sugieren un grado notable de reciclamiento de nutrimentos y de mantenimiento de la fertilidad del suelo bajo pastos en el oriente de la Amazonía. Las observaciones sobre productividad animal indican que su descenso está asociado con la disminución de los niveles de P disponibles por debajo de 4 ppm. Serrão *et al.* (1979) afirman que la velocidad de este descenso es más rápida en suelos arcillosos que en los francos. Puesto que la fijación de P en oxisoles y ultisoles aumenta como una función del contenido de arcilla de la capa superficial del suelo y de los óxidos de Fe (Sánchez y Uehara, 1980), no es sorprendente que los oxisoles arcillosos muestren más pronto síntomas de degradación de los pastos que los oxisoles francos. Como *Panicum maximum* responde muy fuertemente a la fertilización fosfórica, tampoco es sorprendente que tienda a desaparecer y que sea ahogado por rebrotes forestales. Serrão y asociados encontraron que las cargas animales excesivamente altas también aceleraban la degradación de las praderas.

Una mirada a la Figura 19 sugiere que estas praderas son periódicamente quemadas como lo indican los marcados incrementos en los contenidos de bases y P disponible. También muestra una gran variabilidad entre localidades.

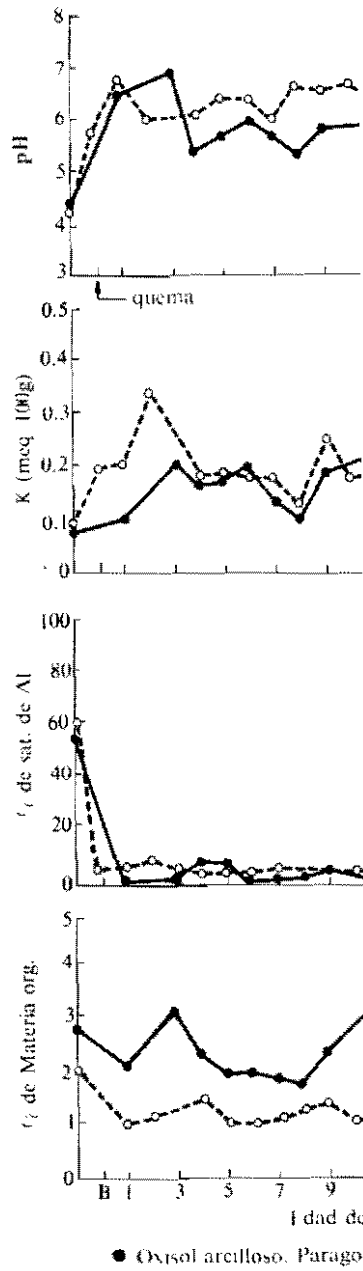


Figura 19. Cambios en las propiedades químicas y físicas de *Panicum maximum* de los suelos que fueron tomadas simultáneamente.

La solución a esta situación aparentemente irremediable es muy sencilla: Limpiar los rebrotes forestales ("juquira") a mano, quemar la pradera y distribuir al voleo 25 kg/ha de P, la mitad como superfosfato simple y la otra como roca fosfórica. Cuando Serrão *et al.* (1979) aplicaron estas medidas a una pradera degradada de 13 años en Paragominas, la composición botánica cambió de un 77 por ciento de malezas y rebrotes de bosque a un 92 por ciento de *Panicum maximum*. Experimentos en marcha sugieren que las ganancias de peso vivo de los animales aumentarán en igual proporción.

Todavía hay dudas acerca de la persistencia del *Panicum maximum* regenerado, puesto que sus requerimientos de fertilidad son relativamente altos, y se desconoce si los otros nutrimentos diferentes de P y S (los cuales fueron aplicados en el superfosfato simple) llegarán a ser limitantes. Los más preocupantes son el N y el K, con niveles de K cerca del nivel crítico. Se está estudiando la adaptación de especies de gramíneas que requieren niveles más bajos de P, como *Brachiaria humidicola* y *Andropogon gayanus*, y la introducción y prueba de persistencia para especies de leguminosas tales como *Pueraria phaseoloides*, *Desmodium ovalifolium* y muchas otras (CIAT, 1980). Un factor limitante adicional es la tolerancia de especies de pastos a ataques serios de insectos y enfermedades en la Amazonía, como el insecto salivazo en *Brachiaria decumbens* y la antracnosis en *Stylosanthes guianensis*. Es interesante anotar que el valor forrajero de los rebrotes de algunas especies forestales es considerable, de acuerdo a estudios recientes de Hecht (1979).

En el occidente amazónico, en la región de bosques estacionales semi-siempreverdes de Pucallpa, Perú, Toledo y Morales (1979) encontraron que las praderas de gramíneas y leguminosas fertilizadas con 22 kg de P/ha/año como superfosfato simple han persistido al menos por tres años, produciendo cerca de 377 kg/ha de peso vivo anual con una carga de 3 animales/ha, en mezclas de *Hyparrhenia rufa* y *Stylosanthes guianensis*. Sin la leguminosa, las praderas que recibieron una fertilización similar produjeron un máximo de 149 kg/ha de ganancias de peso vivo al año, con una carga de 2.1 animales/ha.

Estos datos son alentadores ya que ellos indican un potencial muy alto para la producción ganadera con un mínimo de insumos en praderas de la selva amazónica. Datos del Brasil también sugieren un nivel significativo de reciclamiento de nutrimentos en praderas con manejo extensivo. Las marcadas diferencias en el descenso de la fertilidad entre los datos de los cultivos mostrados en las Figuras 17 y 19 probablemente reflejan algo más que el efecto del reciclamiento de nutrimentos por los animales en pastoreo. El área de Paragominas tiene un régimen de humedad de suelo

ústico o casi ústico con un pe
subregión B. La contribución
quema es más intensa. La es
pérdidas por lixivación e inclu
caciones durante este período
malezas y los rebrotes de forraj
cual facilita el reciclamiento de
similar a la de Paragominas y M
pero desafortunadamente no se
suelos de Pucallpa.

El mantenimiento de la fertil
un descubrimiento nuevo. Un e
realizado por Bruce (1965) des
tropical en South Johnstone, Q
en el contenido de materia org
Panicum maximum sin fertil
orgánico original de la capa sup
Panicum maximum y *Centros
años (Figura 20). Los datos d
Carare-Opón, Colombia, tamb
el nivel de materia orgánica del
barbecho en la agricultura mig*

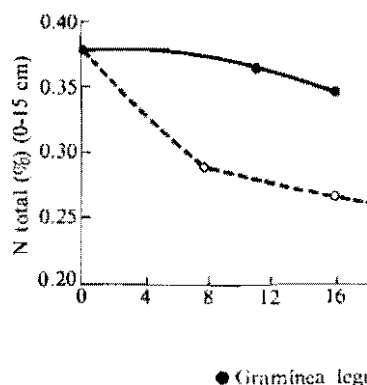


Figura 20. Efectos a largo plazo de fertilizar, con y sin *Centro* superficial del suelo después de South Johnstone, Australia. (F

Mantenimiento de la fertilidad del suelo bajo cultivos permanentes y silvicultura

En estos sistemas el ciclo original de nutrimentos entre el bosque virgen y el suelo es remplazado por otro ciclo de nutrimentos. Los datos cuantitativos sobre este tema son escasos, pero hay evidencia de plantaciones comerciales prósperas tal como las de *Gmelina arborea* en Jari, Brasil. La única información disponible al respecto son evidencias de un incipiente reciclamiento de nutrimentos en varios cultivos permanentes en un estudio de Silva (1979) en el sur de Bahía. El Cuadro 18 muestra un incremento en los contenidos de bases intercambiables en los 5 cm superiores del suelo 34 meses después de la quema. El incremento es más marcado en las plantaciones jóvenes de palmas de aceite con una cobertura de *Pueraria phaseoloides*, seguida por pastos y, en menor grado, en el cultivo intercalado de yuca y banano que precede a la plantación de cacao.

Aparentemente no existe información sobre el manejo de suelos en los sistemas agroforestales en la Amazonía (Sánchez, 1979). Este es un vacío evidente que debe ser llenado, interrumpiendo así el patrón actual de estudios de los suelos amazónicos en relación con una sola clase de uso.

Cuadro 18. Efectos de los sistemas de cultivo en el contenido de bases intercambiables en la capa superficial del suelo 34 meses después del desmonte de un bosque húmedo virgen en un ultisol al sur de Bahía (30 meses después de la siembra de cultivos y 18 después de la siembra de pastos).

Sistema	Meses después del desmonte	Suma de bases intercambiables (Ca + Mg + K) (meq/100g)
Bosque húmedo virgen	0	1.15
Después de la quema	1	2.09
Caucho - kudzu	34	2.60
Yuca - banano	34	2.80
Pastos	34	4.00
Palma oleaginosa-kudzu	34	4.50
DMS 0,05	34	2.00

Fuente: Silva, 1979.

Conclusiones

Existe una estrecha relación entre las clases de vegetación y los regímenes de ETPELL en la región amazónica. Esto indica que a menos que haya cambios climáticos sustanciales, cualquier fragilidad (en el sentido de

tierras desmontadas que no abandonarlas) probablemente sabanas bien drenadas y bosques. La mayoría de las tierras bien drenadas son aptas para los cultivos y pastos y para la silvicultura. Uno de los problemas para los rebrotes de las especies forestales es la falta de información para definir subregiones climáticas y edáficas aptas para los pastos en los trópicos.

A medida que los suelos de los trópicos se conocen en términos de su clasificación y, en menor grado, en términos de generalizaciones acerca de su comportamiento de los suelos entre las diferentes regiones topográficas puede servir como una herramienta para la información sobre cómo manejar los suelos. Los unos cuantos campos experimentales que toman las decisiones seleccionan los suelos que son aptos para la producción a un nivel específico de uso de insumos. Los datos de los pastos, cultivos permanentes y silvicultura para identificar suelos como los suelos en su estado natural.

La información disponible para los suelos de la Amazonía no es suficiente para la producción agrícola desde un punto de vista de este punto se presentan en términos de las principales restricciones son que las principales limitaciones del suelo son la fertilización y el uso de especies. Las principales limitaciones del suelo para cultivar estos suelos en forma de suelos lateríticos y la erosión catastrófica. Sin embargo, que sin una adecuada información sobre los sistemas agrícolas nuevos fructifera directamente del sistema de producción en el Amazonas. Es necesario, que la información es apropiada. Aunque hay varios países que están generando dicha tecnología, pero comparado con la magnitud de

La comparación de Marbut y otros para los suelos bien drenados de la An-

Estados Unidos ha soportado la prueba del tiempo. La última región evolucionó de la agricultura migratoria a un cultivo continuo durante el siglo pasado, pero la carencia de una adecuada tecnología ocasionó una vasta erosión en la región de piedemonte de los Estados Unidos. Muchos de estos suelos tienen actualmente una vegetación de bosque secundario pero productiva. Los científicos agrícolas pueden contribuir a prevenir una situación similar en la Amazonía mediante el desarrollo y la transferencia oportunos de la tecnología apropiada sobre manejo de suelos.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer la contribución de los ingenieros Luis Acevedo, CPAC-EMBRAPA, Brasil, y Luis F. Sánchez y Jorge Porras del CIAT, por el estudio computarizado de recursos de tierras de América tropical, el cual se utilizó ampliamente en la compilación de este informe.

Bibliografia

- Aero Service Corporation, Philadelphia.
Federal Amazonas. CODESUR.
- Alvim, P.T. 1972. **Desafío agrícola** d
- . **The balance between conserva**
reference to the Amazonia of Bra
forever. pp.347-352. New York
Cultura 30(1):9-16, 1978; en esp
1976].
- . 1978a. **A expansão da fronte**
- . 1978b. **Perspectivas de produ**
243-249.
- . 1979. **Agricultural production**
Tergas, L.E. (eds.) **Pasture Pro**
Colombia. pp. 13-23.
- ; da Silva, J.E. 1979. **Comp**
termos geoecológicos. In: V Sim
sión).
- Amaral Filho, Z.B.; Rego, R.S., dos
de uma area do Município de Br
monografias No. 19. IDESP, Bel
- Anderson, A. 1972. **Farming in the A**
15(40):61-64.
- Baena, A.R.C. 1977. **The effect c**
composition of the soil after cle
M.S. thesis, Iowa State Univ., A
- Bandy, D.E. 1977. **Manejo de suelos y**
selva amazónica del Perú. In: F
Conservación de Suelos, Lima, P
- ; Benites, J. 1977. **Proyecto inter**
de Alimentación, Lima, Peru. 32
- Barr, H.J.; Goodnight, T.M.; Sull, J
Statistical Analysis Service, Inc.,
- Bastos, T.X. 1972. **Zoneamento agríco**
das condições climáticas da Ama
54:68-122.
- Beek, J.; Bennema, J. 1966. **Soil reso**
Resources Report 22. Roma, Ital

- ; Bramao, L. 1969. **Nature and geography of South American soils.** Biogeography and Ecology in South America. Junk N. V. Publisher, La Haya, Países Bajos. Vol 1:82-112.
- Benavides, S.T. 1973. **Mineralogical and chemical characteristics of some soils of the Amazonia of Colombia.** Tesis de Ph.D., North Carolina State Univ., Raleigh, N.C., Estados Unidos. 216 p.
- Bennema, J. 1975. **Soil resources of the tropics with special reference to the Brazilian Amazon forest region.** In: Simpósio sobre Ecofisiologia de Cultivos Tropicais (Manaus). CEPLAC, Itabuna, BA, Brasil. Vol 1:1-47.
- Bersier, A. 1979. **Etude petrographique d'échantillons de roche et de gravier provenant des environs de Jenaro Herrera (Perou).** Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suiza. 30 p.
- Blacameaux, P.; Pouyllau, M.; Hernandez, S.; Araujo, J. 1976. **Estudio pedogeomorfológico sobre las formaciones graníticas de la región de Puerto Ayacucho, Territorio Federal Amazonas.** IV Congreso Venezolano de la Ciencia de Suelo, Agosto 22-27, Maturín, Venezuela.
- Blasco, M. 1968. **Información preliminar de los suelos del Amazonas colombiano.** Anal. Edafol. Agrobiol. 27:47-55.
- . 1970. **Formas del fósforo en los suelos del Amazonas colombiano.** Anal. Edafol. Agrobio. 29:643-648.
- Bertoni, J. 1967. **A conservação do solo na Amazonia.** In: Simpósio sobre a Biota Amazonica (Belém). Conselho Nacional de Pesquisa, Rio de Janeiro, Brasil. Vol. 17:69-77.
- Brinkmann, W.L.F.; de Nascimento, J.C. 1973. **The effects of slash and burn agriculture on plant nutrients in the Tertiary region of Central Amazonia.** Turrialba 28:284-290.
- Bruce, R.C. 1965. **Effect of *Centrosema pubescens* on soil fertility in the humid tropics.** Queensland J. Agr. Anim. Sci. 27:221-226.
- Budowski, G. 1976. **La conservación del medio ambiente. Conflicto o instrumento para el desarrollo?** Ciencia Interamericana 17(1):2-8.
- Buol, S.W.; Sánchez, P.A.; Cate, R.B.; Granger, M.A. 1975. **Soil fertility capability classification.** In: Bornemisza, E. y Alvarado, A. (eds.) Soil management in tropical America. North Carolina State Univ., Raleigh, N.C., Estados Unidos. pp. 126-141.
- ; Sánchez, P.A.; 1978. **Rainy tropical climates: Physical potential, present and improved farming systems.** Proc. 11th Int. Soil Sci. Congress (Edmonton) 2:292-312.
- Camargo, M.N.; Falesi, I. 1975. **Suelos del Planalto Central y la carretera transamazónica del Brasil.** In: E. Bornemisza y Alvarado, A. (eds.) Manejo de suelos en la América Tropical. North Carolina State University, Raleigh, N.C., Estados Unidos. pp. 25-44.
- ; Rodrigues, T.E. (eds.). 1979. **Guia de execução.** XVII Congresso Brasileiro de Ciencia do Solo (Manaus). Serviço Nacional de Levantamento de Conservação de Solos, Rio de Janeiro, Brasil. 71 p.

- Cate, R.B.; Coutu, A.J. 1977. **Int Yurimaguas en la selva amazón** Ordenamiento y Conservación d
- Centro Internacional de Agricultura
CIAT, Cali, Colombia. pp. A7-1
- . 1979. **Annual Report 1978**. B
- . 1980. **Annual Report 1979**. C
- Cochrane, T. T. 1973. **El potencial agr tierra**. Min. de Agricultura, La I
- . 1979a. **An ongoing appraisal o cattle production**. In: P. A. Sánc Soils of the Tropics. Centro Intern 1-12.
- . 1979b. **Agricultural ecosyst** Conferencia sobre Ensayos Reg CIAT, Cali, Colombia (en impre
- . 1979c. **Manganese and zinc d Cruz, Bolivia**. Trop. Agric. (Trin
- ; Porras, J. A.; Azevedo de G., **manual for CIAT's computerized** Colombia, 131 p.
- ; Jones, P. G. 1980. **Clima e computarizado dos recursos das** Botânica. Ilheus/ Itabuna, Brasil
- ; Salinas, J. G.; Sánchez, P. A. **compensate for Al tolerance**. Tro
- Correa, P. R. S. *et al.* 1976. **Levantam Roraima e parte do Estado de** (Campinas) pp. 317-320.
- Cordero, A. 1964. **The effect of land c Cruz, Bolivia**. M.S. thesis, Univ
- Cover, T. M.; Hart, P. E. 1967. **Neare on Information Theory**. Vol. IT-
- Cruz, E.; de Sousa, G. F.; Bastos, J. **Terra Roxa Estruturada, Altami Solos** 1(3):1-17.

- Custode, E.; Sourdat, M. 1978. **Suelos del nororiente. Características físico-químicas y su fertilidad.** Ministerio de Agricultura y Ganadería -Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. Quito, Ecuador. 28p.
- Day, T. H.; dos Santos, W. 1962. **Levantamento de solos e classificação dos terras-Fazenda São Salvador, Marajó, Pará.** Bol. Tec. Inst. Agron. Norte. 42:57-76.
- Drosdoff, M.; Quevedo, F.; Zamora, C. 1960. **Soils of Peru.** Proc. 7th Inter. Congress of Soil Sci. (Madison) 4:97-104.
- Dynia, J. F.; Moreira, G. N. C.; Bloise, R. M., 1977. **Fertilidade de solos da região da Rodovia Transamazônica. 2. Fixação de fósforo em Podzólico Vermelho-Amarelo e Terra Roxa Estruturada Latossólica.** Pesq. Agropec. Bras. 12:75-79.
- Eiten, G. 1972. **The cerrado vegetation of Brazil.** Botan. Rev. 38(2):201-341.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa esquemática dos solos das regiões norte, meionorte e centro-oeste do Brasil. 1975. Texto explicativo.** Divisão de Pesquisa Pedológica. Bol. Tex. 17, Rio de Janeiro, Brasil.
- El Swaify, S. A. 1977. **Susceptibilities of certain soils to erosion by water.** In: Greenland, D. T. y Lal, R. (eds). **Soil Conservation and Management in the Humid Tropics.** Wiley, New York. pp. 71-77.
- Estrada, J. A. 1971. **Mineralogical and chemical properties of Peruvian acid tropical soils.** Tesis de Ph.D., Department of Soil Science, University of California, Riverside, University Microfilms, Inc., Ann Arbor, Mich.
- Eyre, S. R. 1968. **Vegetation and soils: A world picture.** 2nd Edition. Arnold Publishers, Ltd., Londres. pp. 195-258.
- Falesi, I. C. 1964. **Levantamento de reconhecimento detalhado dos solos da Estrada de Ferro do Amapá: Trecho km. 150-171.** Bol. Tec. Pesq. Agropec. Norte (45):1-53.
- _____. 1966. **O estado atual dos conhecimentos dos solos da região Amazônica brasileira.** Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuárias do Norte, Belém. 30 p.
- _____. 1970. **Solos de Monte Alegre.** IPEAN Serie: Solos da Amazônia. 2(1):1-127.
- _____. 1972. **O estudo atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia brasileira.** Bol. Tec. Inst. Pesq. Agropec. Norte 54:17-67.
- _____. 1972. **Solos da Rodovia Transamazônica.** Bol. Tec. Inst. Pesq. Agropec. Norte 55:1-196.
- _____. 1974. **O solo da Amazônia e sua relação com a definição de sistemas de produção agrícola.** In: IICA; Reuniao do grupo interdisciplinar de trabalho sobre directrizes de pesquisa agrícola para a Amazônia. EMBRAPA, Brasília, Brasil. Doc. 2, 17 p.
- _____. 1976. **Ecossistema de pastagem cultivada na Amazônia brasileira.** Centro de Pesquisa Agropecuária do Tropico Úmido, EMBRAPA, Belém, Brasil. CPATU Bol. Tec. 1. 193 p.

- ; dos Santos, W. H.; Vieira, L. 1977. **Os solos de Altamira (região fisiográfica do rio Araguaia)**. Bol. Tec. Inst. Pesq. Agropec. N. 10.
- ; Cruz, E. S.; da Silva, B. N. R. 1977. **Os solos de Altamira (região fisiográfica do rio Araguaia)**. Bol. Tec. Inst. Pesq. Agropec. N. 10.
- ; Vieira, L. S.; da Silva, B. N. R. 1977. **Os solos de Altamira (região fisiográfica do rio Araguaia)**. Bol. Tec. Inst. Pesq. Agropec. N. 10.
- ; Vieira, L. S.; da Silva, B. N. R. 1977. **Os solos de Altamira (região fisiográfica do rio Araguaia)**. Bol. Tec. Inst. Pesq. Agropec. N. 10.
- FAO-UNESCO. 1971, 1975. **Soil map of the world**. Paris.
- Fassbender, H. W. 1977. **Ciclos de eletricidade e sua transformação com la agricultura**. Ordenación y Conservación de S.
- ; N. Díaz. 1970. **Contenido y distribución de la vegetación amazónica del Estado de Maranhão**.
- Fearnside, P. M. 1978. **Estimation of the impact of the Transamazonian highway colonization on the environment**. Ann Arbor, Mich., Estados Unidos.
- Fittkau, E. J.; Klinge, H. 1973. **On biotropical forest ecosystem**. Biotropica 5(1).
- Flores, S.; Alvarado, A.; Bornemisza, J. 1977. **Los suelos del bosque amazónico peruviano**.
- Friedman, I. 1977. **The Amazon basin**.
- Fundação João Pinheiro. 1975. **Levantamento agropastoril, das formações vegetais e dos solos de uma área do Município de Rondônia**. Belo Horizonte, Brasil.
- Gama, J. R. N.; Lopes, D. N.; Régo, J. 1977. **Os solos de uma área do Município de Belém, Brasil**. Ser. Monografias.
- Goodland, R. J. A.; Irwin, H. S. 1975. **The tropical world: Its environment and development**. Amsterdam. 155p.
- ; Irwin, H. S.; Tillman, G. 1977. **Cultura**, 30(3):275-289.
- Gourou, P. 1961. **The tropical world: Its environment and development**. Third edition translated by E. D.

Estructura y Función del Bosque Húmedo de Terra Firme en la Cuenca del Amazonas

El potencial de productividad de la cuenca del Amazonas es muy alto debido a las condiciones prácticamente ideales para la fotosíntesis: abundancia de agua, de radiación solar y de CO₂. Leith y Whittaker (1975) señalan que la productividad de la región amazónica puede superar las 8 ton/ha/año. Este hecho ha llevado tal vez a cálculos demasiado optimistas de la productividad agrícola de la región, tanto para la producción de alimentos como para la producción de bioenergía.

A pesar de tener un potencial de productividad muy alto, la región no ha sido desarrollada. A la par con los factores históricos, sociales y económicos, evidentemente importantes y que son cruciales para comprender el subdesarrollo de la Amazonia, existen importantes factores ecológicos que han limitado la explotación humana por medio de la agricultura convencional. Dos aspectos de los bosques amazónicos merecen atención especial: la diversidad de especies y el ciclo de nutrimentos.

Diversidad de especies

Investigaciones recientes han demostrado la diversidad extraordinariamente alta de especies en casi todas las formas de vida hallada en la cuenca. Klinge y Rodrigues (1975) encontraron 505 especies de plantas con una altura mayor de 1.5 metros correspondientes a 59 familias en 0.2 ha. Prance *et al.* (1976) identificaron unas 179 especies de árboles con diámetros mayores de 15 cm en un área de 1 ha. Schubart (1977) investigó la fauna de la capa de residuos vegetales del bosque y encontró 425 individuos de 61 especies de ácaros oribátidos en 800 cm³ de humus en bosques primarios. Estos son tan solo algunos ejemplos.

Estas numerosas especies interactúan y coexisten en una variedad de relaciones. Publicaciones tales como el Acta Amazónica Biotrópica, Tropical Biology and Ecology son fuentes excelentes de información que tratan de los complejos vínculos entre organismos en los trópicos húmedos. Vale la pena resaltar que las redes de alimentos tropicales y la competencia por los recursos son extraordinariamente complejas, además de que cada organismo probablemente participa en varias relaciones.

El gran número de especies y la complejidad de sus interrelaciones son una función de la historia evolutiva. Los factores que influyen en esta diversidad de especies han sido un área de activa investigación, ya que ellos son de considerable interés tanto teórico como práctico. En esta sección se

Cuadro 2. Tipos principales de vegetación

1. BOSQUE DE TERRA FIRME (sin inundación)

- a. Bosque de tierras altas con biomasa
- b. Bosque de lianas (cipo) principalmente
- c. Bosque de tierras bajas con poca biomasa
- d. Bosque de campina sobre suelo arenoso
- e. Bosque seco de áreas de transición
- f. Bosque montano y nublado
- g. Bosques de bambú del estado de Acre
- h. Otras clases de bosques abiertos de tierras firmes

2. BOSQUES EN AREAS INUNDADAS

- a. Regularmente inundados
 - i. Inundaciones causadas por el río
 - Bosques inundados con agua dulce
 - Bosque inundado con aguas saladas
 - ii. Inundados por las mareas
 - Agua salada = manglares
 - Agua fresca = várzea de marea
 - iii. Inundaciones causadas por inundaciones de corta duración
- b. Permanentemente inundados = bosques de turbera

3. SABANA DE TERRA FIRME (sin inundación)

- a. Amapá
- b. Cachimbo - Cururu
- c. Madeira
- d. Roraima
- e. Trombetas-Paru
- f. Marajó
- g. Llanos-Gran Sabana
- h. Otros

4. SABANA DE VARZEA (inundada)

5. CAMPINAS (vegetación baja sobre arena)

- a. Caatingas del alto Río Negro
- b. Campinas del bajo Río Negro
- c. Otros

6. VEGETACION DE MONTANO EN LA ZONA AMAZONICA

7. VEGETACION COSTERA (dunas)

8. PLAYAS RIBEREÑAS

Fuente: Prance, 1978.

(Brasil 1973, 1979), como ya se mencionó, publicó mapas fitoecológicos detallados de la Amazonía brasileña, que aún no han sido interpretados. En este trabajo se adoptará la clasificación presentada por Prance (1978) con las observaciones compiladas por Brown (1979).

El Cuadro 2 muestra los principales tipos de vegetación de la región amazónica de acuerdo a Prance (1978). Los bosques de terra firme cubren 85 por ciento de la región. En el área cartografiada por el Proyecto RADAMBRASIL, que incluye algunas áreas no amazónicas y omite pequeñas fajas del sur de la Amazonía, los bosques tropicales cubren el 75 por ciento de la superficie total.

Los bosques de bambú se encuentran en el estado de Acre, y abarcan 3 por ciento del área cartografiada. Los bosques de las zonas permanente o periódicamente inundadas cubren 5 por ciento, mientras que formaciones abiertas tales como sabanas, campinas, vegetaciones montañosa, costera o ribereña representan el 15 por ciento. Durante el estudio de la vegetación efectuada por el Proyecto RADAMBRASIL en 1971, 4 por ciento de la región tenía vegetación secundaria y actividades agrícolas. Hoy esta cifra debe haberse duplicado (Brown, 1979).

Los bosques con una gran biomasa son el tipo de vegetación predominante. El Proyecto RADAMBRASIL subdividió estos bosques en algunos tipos principales cuya distribución parece estar relacionada más bien con la división geológica de la región que con la flora. La vegetación del escudo brasileño es más variada que la del escudo guyanés. Grandes extensiones continuas de un solo tipo de vegetación son frecuentes en el escudo de la Guyana, mientras que el escudo brasileño muestra un mosaico de tipos de vegetación (por ejemplo, los bosques altos y bosques abiertos con o sin palmeras). Esto podría ser un efecto de transición entre los bosques de las tierras bajas amazónicas y el altiplano cubierto por vegetación de cerrado del Brasil central o podría ser resultado de la historia climática.

Las campinaranas, las cuales abarcan 3 por ciento del área cartografiada, ocurren en amplias extensiones, puras o mezcladas con bosques altos en las zonas de mayor altitud atravesadas por el río Negro.

Siempre en asociación con podzoles y suelos hidromórficos, las campinaranas contribuyen inevitablemente a la formación de las aguas negras del río Negro (Klinge, 1967).

Lagos

Durante el período termal Monast más arriba del nivel actual. Con el templada, las grandes cantidades de de hielo produjeron un descenso en 100 metros, profundizando los valles período pospleistocénico de los últimos fueron inundados al subir los niveles rías". Las bocas de los ríos Tapajo y M proceso. Los grandes "lagos de rías" agua blanca en muchos casos se ha formado amplias vegas ribereñas en várzea" más pequeños (Irion, 1978).

Productividad biológica

Las mejores condiciones para la p en los lagos de várzeas que son relativamente ricas en electrolitos. C sedimentan, la penetración de la luz primaria de estas aguas se debe a lo claras, aunque pobres en nutrientes tienen una productividad intermedia productivos debido a la extrema pob penetración de la luz (Sioli, 1968b; I

El nivel del agua de los ríos de la A anual de inundaciones más o menos (10 m) y altamente impredecible (proximidades de las desembocaduras acuáticos y terrestres es muy estre grandes extensiones de las várzeas (blanca) e igapós (vegas ribereñas i sumergidas. Cuando el nivel del r ocupan los bosques inundados y muc los árboles (Gottsberger, 1978; Sm obtienen nutrientes de la inundaci (1980) indica, estos bosques también producción secundaria de los ríos y

Vegetación

Hay varios estudios sobre la veg 1953; Pires, 1973; Prance, 1975a, 19

La calidad del agua y la morfología de los ríos y lagos claramente reflejan la división geológica y pedológica de la Amazonia que se acaba de describir. Sioli confirma este hecho en muchos de sus trabajos (1950, 1951, 1957, 1968a, 1975b). Este autor describe tres tipos principales de ríos de la región amazónica, a saber: ríos de agua blanca, de agua clara, y de agua negra.

Ríos de agua blanca

Los ríos de "agua blanca" se caracterizan por tener aguas turbias, con un alto contenido de partículas en suspensión (40-300 mg/lit). La mayor parte de estos ríos tienen sus cabeceras en los Andes o en las regiones preandinas, y transportan cantidades relativamente grandes de electrolitos disueltos, y de arcillas minerales (montmorillonita e illitas) en suspensión (Irion, 1976a). En tanto que los ríos Amazonas, Madeira y Purus son ríos clásicos de este tipo, el río Branco que nace en las regiones altas del escudo guyanés, transporta cerca de 90 por ciento de caolinita en su material suspendido (Irion, 1976a) y tiene un nivel bajo de electrolitos disueltos. El término "ríos blancos", sin embargo, generalmente se refiere a los ríos que transportan sedimentos de los Andes.

Ríos de agua clara

Las "aguas claras" van de una coloración amarillo-verdosa a oliva claro. Estos ríos son claros y transparentes por cuanto la carga de partículas suspendidas nunca es mayor de 5 mg/lit. Sus cabeceras están localizadas en las altiplanicies del escudo brasileño, en el escudo guyanés o en la "Formación Barreiras", y drenan suelos arcillosos cubiertos por formaciones de bosque tropical. Sus aguas se caracterizan por un bajo nivel de electrolitos disueltos, y valores de pH entre 4.5 y 7.8.

Ríos de agua negra

Son ríos de color verde oliva, pardo oscuro o pardo rojizo, transparentes, con menos de 5 mg/lit de partículas en suspensión. Sus cabeceras están situadas en los altiplanos y drenan generalmente podzoles muy profundos (Klinge, 1967) cubiertos por "campinaranas" (bosque ralo sobre suelos arenosos), "campinas" (monte bajo sobre arena blanca) y praderas sobre suelo arenoso. Estas aguas tienen un contenido muy bajo de electrolitos disueltos, con un pH entre 3.8 y 4.7. Las sustancias orgánicas disueltas le dan su color especial a los ríos Negro y Cururu y a muchos otros ríos y arroyos pequeños. En la misma área pueden encontrarse arroyuelos tanto de aguas claras como de aguas negras. Los primeros tienen su origen en Latosoles, y los últimos están asociados con suelos podzólicos.

Suelos que cubren los depósitos amazónica suroccidental

Estos suelos empezaron a evolucionar millones de años durante la orogénesis andina. Los suelos de grano fino, y generan suelos pobres en nutrientes. Presenta montmorillonitas de "carga baja". Los ríos que drenan estos suelos contienen montmorillonitas, 30 por ciento de ilita y 70 por ciento de feldespato en la fracción de arena. La transformación mineral no está tan avanzada como donde este mineral ya no se halla presente. El Ca y Na, tienen niveles relativamente bajos. El alto contenido de ilita y montmorillonita en la Amazonía es considerable.

Suelos que cubren las vegas ribereñas

Estos suelos se han desarrollado a lo largo de los Andes. Cerca del 12 por ciento de la superficie cubren los sedimentos (Sternberg, 1975). Los principales minerales de los sedimentos son la sudoita se encuentran en los depósitos de arcilla formando por acumulación de hidratos de calcio intermedias de la ilita original; la caolinita debido a la presencia de K como un mineral cristalino. La elevación de las vegas ribereñas por la variación de las alturas de los ríos de la Amazonía resume el contenido de nutrientes de los suelos. La pena resaltar la pobreza relativa de los suelos. Formación Barreiras, principalmente de arcilla predominantes (60%) en la Amazonía.

Aguas

Los recursos acuáticos del Amazonas son importantes para la región. Si bien este trabajo se centra en los terrestres, es necesario destacar que los recursos acuáticos están interrelacionados y deberían estar integrados en el amplio de paisajes regionales (Hasler, 1975). La utilización de tierras podría dañar irreversiblemente los cuales son la principal fuente de agua para los habitantes de la Amazonía.

Cuadro 1. Composición química (valores promedio en ppm) de las arcillas en los suelos de la región amazónica.

	Na	K	Ca	Mg	Zn	Co
Formación Barreiras	160	225	350	100	27	1.5
Escudo de Guyana	600	700	700	280	50	3
Paleozoico:						
Drenaje moderado	1,125	750	375	290	38	4
Drenaje deficiente	5,900	17,100	900	2,500	-	2
Depósitos cretáceos-terciarios de la región sudoeste de la Amazonia	1,630	15,100	1,300	5,000	126	5
Várzeas:						
Llanuras pleistocénicas	1,650	15,200	940	5,600	115	8
Llanuras holocénicas	3,200	17,800	9,800	11,700	-	16
Suelos andinos	2,680	19,080	7,360	30,120	147	15

Fuente: Adaptado de Irion, 1976a y 1978.

A menudo la Formación Barreiras está extremadamente cortada o disecada. Sedimentos de cuarzo erosionados provenientes de estas rocas ácidas han sido depositados sobre áreas de la parte norte de la cuenca del Amazonas. Este material, en su mayor parte arenas blancas, está sumamente empobrecido, y la vegetación de este sustrato es muy esclerofítica. La capa ácida de residuos generados por la vegetación produce lixiviados con altos contenidos de agentes quelantes lo que da como resultado la podzolización o los famosos suelos "Podzoles gigantes" (Turenne, 1977).

Suelos de las fajas Paleozoicas

La mayoría de las rocas sedimentarias de las zonas Paleozoicas son relativamente impermeables y el proceso de meteorización no es tan avanzado como en los suelos de la "Formación Barreiras" y de los escudos. En los suelos relativamente permeables los primeros decímetros del perfil son también caoliniticos, mientras que el Mg y el K aumentan a profundidades de 0.5 a 1.5 m debido a la presencia de illita parcialmente descompuesta. En los suelos pobremente drenados, el contenido de elementos nutrientes de importancia para las plantas es relativamente alto (Cuadro 1), debido a la presencia de corrensita (una estructura de capas mezcladas de montmorillonita y clorita) y rectorita (una estructura de capas mezcladas de pirofilita y vermiculita) en los horizontes superficiales del suelo. El área ocupada por este tipo de suelos en la región amazónica es pequeña.

identificado vastas áreas de las riberas de los ríos Solimoes y sus afluentes al oeste del río Amazonas. Irion calculó que estas vegas cubren entre 300,000 a 400,000 km², y consisten de depósitos de los periodos termales e interglaciales, los cuales se formaron a un nivel de alto nivel del mar. El depósito más reciente se formó hace cerca de 100,000 años. El problema de los depósitos del sudoeste del Amazonas ha sido estudiada por Irion en la "Formación de las Pleistocénico.

Várzeas. Las vegas ribereñas periódicas de los ríos Solimoes y Amazonas así como las áreas de inundación constituyen las várzeas. Estas fueron formadas por los ríos serpentinos. Irion (1976c, 1977) ha encontrado que los depósitos superiores de los depósitos es marcado por las regiones geológicas con características particulares, que tienen implicaciones importantes en la morfología de los suelos amazónicos.

Suelos de los escudos y de la Formación Barreiras

Los suelos de los escudos y de la Formación Barreiras cubren el 20 por ciento de la cuenca del Amazonas. Los suelos de la Formación Barreiras son, en general, suelos de feldespato; estos suelos son bastante meteorizados por las condiciones tropicales. Los suelos de la Formación Barreiras son en caolinita (Irion 1976a, 1978). Los suelos de la Formación Barreiras son de tipo ancho con un alto contenido de Fe y Mn. La goetita, normalmente se encuentra en los suelos de la Formación Barreiras.

Los primeros metros de este perfil de los suelos de la Formación Barreiras son clasificados como suelos de arcillas ocreas. Los depósitos de un lago que existió durante el Pleistoceno (Sombroek, 1966; Fittkau, 1974). Los suelos de la Formación Barreiras son bimodales y la presencia de una zona de arcillas se formaron *in situ* por meteorización ácida que ocasionó la formación de minerales inorgánicos, crítica para la biosfera. La capacidad de intercambio catiónico es de 100 meq/100g.

físicos son deliberadamente vagos; así, una especie vegetal es tanto un ecosistema como lo es una vertiente. Las fronteras del ecosistema dependen realmente del enfoque de la investigación.

La Amazonía es una región de una alta diversidad biótica. Esta diversidad puede correlacionarse con diferencias en el paisaje, suelos, clima, al igual que con la historia climática (Ab'Saber, 1971). En las páginas siguientes se revisarán: 1) las áreas geológicas y geomórficas más extensas de la Amazonía a fin de comprender mejor la variedad de los ecosistemas encontrados en la región; 2) la estructura y función del bosque húmedo de *terra firme**; y 3) las relaciones entre el bosque húmedo amazónico y el clima, ya que ellas reflejan fluctuaciones climáticas cuaternarias, el equilibrio actual bosque-clima y las posibles consecuencias de la tala extensiva en el clima.

Diversidad Ecológica de la Región Amazónica

Los ecosistemas de bosque de las tierras bajas de la Amazonía, aunque superficialmente uniformes, encierran considerable diversidad ecológica. El proyecto RADAMBRASIL (1973-1979), al cartografiar la región ha incluido datos sobre geomorfología, geología, suelos, vegetación, y uso potencial de la tierra, empleando una escala de 1:1,000,000. El estudio fue hecho con imágenes de radar, fotografía infrarroja y multispectral, y tomando muestras *in situ* con el fin de establecer bases reales. El proyecto RADAM es un inventario en gran escala y una importante fuente de información. Sin embargo, es necesario emprender estudios mucho más detallados sobre utilización y evaluación de la tierra en sitios específicos.

Geología, Geomorfología y Suelos

Formaciones geológicas básicas

Terra firme. Los escudos precámbricos de Brasil y Guyana formados por rocas ígneas y metamórficas están localizados hacia el norte y sur del Valle del Amazonas. Las fajas de sedimentos paleozoicos donde predominan esquistos devónicos se encuentran al este del meridiano 60 y cerca de los límites del escudo. El área central entre estas fajas paleozoicas está ocupada por la "Formación Barreiras". Compuesta básicamente por sedimentos fluviales de textura gruesa, depositados desde el período Cretáceo al período Terciario, la "Formación Barreiras" se originó como resultado de la erosión de los escudos precámbricos. Los sedimentos de agua de mar y algunos de agua fresca al sudoeste de la Amazonia brasileña se formaron aparentemente durante la orogénesis andina. Irion (1976b y c, 1978) ha

* Porciones elevadas de tierra no afectadas por las inundaciones.

Los Usos de la Tierra en Los Sistemas Naturales

Herbert O. R. Schubart*
Eneas Salati*

Introducción

El objetivo de este informe es sintetizar la investigación sobre los ecosistemas y la vez que éstos afectan el desarrollo de los usos de la tierra. Debido a limitaciones de espacio, se concentrará principalmente en la Amazonia. La revisión crítica de toda la literatura existente es el trabajo de un equipo con diversos especialistas en los estudios realizados recientemente (Golley, 1974) y para los trópicos húngaros. Otras fuentes de información sobre los ecosistemas (1952), Odum y Pigeon (1970), Golley (1978).

Los estudios ecológicos pueden contribuir a la regional, a la evolución de los sistemas de manejo de los recursos naturales y a los sistemas de producción estuviesen regulados por procesos naturales, podrían reducir los insumos tales como pesticidas, fertilizantes sumamente costosos en la Amazonia. Es importante comprender la estructura y función de los ecosistemas para una utilización adecuados.

Los ecosistemas son unidades biológicas puestas por una comunidad biótica. La definición de ecosistema es básica.

* Jefe del Departamento de Ecología y Director de la Amazonia. Caixa postal 478, 69.000 Manaus. A

- . 1978. **Maintenance of soil fertility under continuous cropping in an Ultisol of the Amazon jungle of Perú.** Tesis de Ph.D., North Carolina State Univ., Raleigh, N.C., Estados Unidos, 269 p.
- ; Bornemisza, E.; Arca, M. 1973. **The effect of lime and phosphate treatments on yield and macronutrient content of pangola grass grown on a soil from Pucallpa, Perú.** *Agrochimica* 18:344-353.
- ; Bornemisza, E.; Arca, M. 1974. **Efecto de la aplicación de cal, fósforo y zinc en el rendimiento y la concentración de zinc, magnesio y hierro en el pasto pangola.** *Turrialba* 24:132-140.
- ; Cabrejos, O. 1974. **Efecto de la cal, nitrógeno y magnesio en el rendimiento y la concentración de nutrimentos en el maíz.** *Turrialba* 24:319-326.
- ; Sánchez, P.A. 1980. **Maintenance of soil fertility in the Amazon of Peru. 1. Soil dynamics. 2. Crop performance.** (En impresión.)
- ; Sánchez, P.A. 1980. **Importance of cationic balance for continuous cultivation in the Amazon Jungle of Perú.** (En impresión.)
- Wade, M.K. 1978. **Soil management practices for increasing crop production for small farmers in the Amazon Jungle of Perú.** Tesis de Ph.D., North Carolina State Univ., Raleigh, N.C., Estados Unidos. 243 p.
- Wang, C.H.; Lieru, T.H.; Mikklesen, D.S. 1976. **Development of sulphur deficiency as a limiting factor for rice production.** *IRRI Tech. Bull.* 47.
- Watters, R.F. 1971. **Shifting cultivation in Latin America.** FAO Forestry Dev. Paper No. 16.
- Wilms, F.W.W.; Bastos, J.B.; Stolberg, A.G.Z. 1979. **Efeito do fósforo na produção de feijão caupi e milho e sua disponibilidade em Latossolo Amarelo (Oxisol).** UEPAE-EMBRAPA, Manaus, Brasil. 13p.
- ; Stolberg, A.G.Z.; Carvalho, O.X.; Bastos, J.B. 1979. **Efeito de adubação continua de feijão, caupi e milho na fertilidade de um Latossolo Amarelo (Oxisol).** UEPAE-EMBRAPA, Manaus, Brasil. 17p.
- Zamora, C. 1972. **Regiones edáficas del Perú.** Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, Lima. Perú. 15p.
- . 1972. **Esquema de los podzoles de la región selvática del Perú.** Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, Lima, Perú.
- . 1975. **Los suelos de las tierras bajas del Perú.** In Bornemisza, E. y Alvarado, A. (eds.) *Manejo de Suelos en América Tropical.* North Carolina State University, Raleigh, N.C., Estados Unidos. pp.45-60.
- Zavaleta, A., Arca, M. 1963. **Grandes grupos de suelos identificados en forma generalizada en el Perú.** *Agronomía* 30:37-53.

- Turenne, J. F. 1969. **Déforestation et préparations physico-chimiques de l'horizon supérieur**. Francesa.
- . 1977. **Culture interante et jachère forcée**. Simposio Internacional de Ecología Tropical (Mimeo.)
- Tyler, E. J.; Buol, S. W.; Sánchez, P. A. 1978. **Soil area in the upper Amazon of Perú**. Soil
- U.S. Geological Survey. 1977. **Eros Data**. Washington, D.C. 28p.
- Valverde, C.; Bandy, D. E.; Sánchez, P. A.; M. **Proyecto Yurimaguas en la zona amazónica Agraria (INIA)**, Lima, Perú. 26p.
- Van der Weert, R. 1974. **The influence of mechanical resulting effects on root growth**. Trop. A
- ; Lenselink, K. J. 1972. **The influence of physical and chemical soil properties**. Sur
- ; Lenselink, K. J. 1973. **The influence of** Surinaamse Landbouw 21:100-111.
- Van Wambeke, A. 1978 **Properties and potential (Venezuela)** 3:233-242.
- Vettori, L. 1969. **Método de análise de solo**. Fertilidade do solo Rio de Janeiro, Brazil
- Vieira, L. S. 1971a. **Laterita hidromórfica**. In Serie Monografías 5. 38p.
- . 1971b. **O conteúdo de fósforo de** Económico-Social Pará. IDESP Serie M
- ; dos Santos, W. H. 1962. **Contribuição** Agron. Norte 24:33-55.
- ; Bornemisza, E. 1968. **Categorías de suelos en la Amazonía de Brasil**. Turria
- ; Oliveira, N. V. C.; Bastos, T. X. 1971. **Económico-Social Pará**. IDESP Cadern
- Villachica, J. H. 1973. **Respuesta del sorgo al calcio, magnesio y microelementos**. Fito

- Soares, A.F.; Lima, A.A.C.; da Silva, J.M.L.; Santos, P.L. *et al.* 1975. **Zoneamento agrícola da microrregião II.** EMBRAPA, Belém, Brasil. 158p.
- Soil Survey Staff. 1975. **Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys.** U.S. Dept. Agr. Handbook 436. Washington, D.C., Estados Unidos.
- Sombroek, W.G. 1966. **Amazon Soils. A reconnaissance of the Brazilian Amazon region.** Center for Agricultural Publications and Documentation, Wageningen, Países Bajos. 292p.
- . 1979. **Soils of the Amazon region.** International Soils Museum, Wageningen, Países Bajos. 15 p.
- Soudart, M.; Custode, E. 1977. **Reconocimiento morfológico y edafológico de la Amazonía ecuatoriana, zona nororiental.** Ministerio de Agricultura y Ganadería, Programa Nacional de Zonación Agraria, Quito, Ecuador. 15p.
- Stark, N. 1970. **The nutrient content of plants and soil from Brazil and Surinam.** Biotropica 2:51-60.
- . 1971a. **Nutrient cycling. I. Nutrient distribution in some Amazonian soils.** Trop. Ecol. 12:24-50.
- . 1971b. **Nutrient cycling. II. Nutrient distribution in Amazonian vegetation.** Trop. Ecol. 12:177-201.
- . 1978. **Man, tropical forests and the biological life of a soil.** Biotropica 10:1-10.
- Struchtemeyer, R.A.; Chaves, D.M.; Bastos, J.B.; de Souza, G.F. *et al.* 1971. **Necessidade de calcário em solos da Zona Bragantina.** IPEAN Serie: Fertilidade de Solo 1(1):1-21.
- Toledo, J.M.; Ara, M. 1977. **Manejo de suelos para pasturas en la Selva Amazónica.** In: FAO/SIDA: Reunión Taller sobre Ordenación y Conservación de Suelos en América Latina, Lima, Perú. 46p.
- ; Morales, V.A. 1979. **Establishment and management of improved pastures in the Peruvian Amazon.** In P.A., Sánchez y L.E., Tergas (eds.) Pasture Production in Acid Soils of the Tropics. CIAT, Cali, Colombia. pp.177-194.
- Tosi, J. 1974. **Desarrollo forestal del trópico americano frente a otras actividades económicas.** In: IICA, Reunión Internacional sobre Sistemas de Producción para el Trópico Americano. Informes sobre Cursos, Conferencias y Reuniones No. 41, IICA, Zona Andina, Lima, Perú. pp. II.F.1-13.
- Tranarg, C.A. 1970. **Informe del estudio agrológico de reconocimiento de la zona San Juan de Manapiare, Departamento Atures, Territorio Federal Amazonas.** Instituto Agrario Nal. Caracas, Venezuela. 42p.
- . 1971. **Informe del estudio agrológico de reconocimiento del Amazonas, Territorio Federal Amazonas.** Instituto Agrario Nacional, Caracas, Venezuela. 90p.

- ; Cochrane, T.T. 1980. **Soil constraints in tropical America**. Soil Constraints Co-
- ; Uehara, G. 1980. **Management and nitrogen fixation capacity**. In: F.E. Madison (ed.) *Soil Nitrogen in the Americas*, Madison, Wisc., Estados Unidos.
- ; Buol, S.W.; Couto, W. 1980. **The application to land evaluation guidelines**. Univ., Raleigh, N.C., Estados Unidos.
- Santhirasegaram, K. 1976. **Adelantos recientes en la agricultura peruana**. Rev. Mundial Zoot. 17:34-38.
- Schargel, R. 1978. **Soils of Venezuela with local significance**. State Univ., Raleigh, N.C., Estados Unidos.
- Schubart, H.O.R. 1977. **Criterios ecológicos para el uso de las tierras firmes da Amazônia**. Acta Amazonica 7:1-10.
- ; June, W.J.; Petrere, Jr. M. 1976. **Soil fertility and land use**. 28(5):507-509.
- Scott, G.A.J. 1975. **Soil profile changes resulting from deforestation in the Montaña of Perú**. Great Plains - Research 10:1-10.
- Serrão, E.A.S.; Falesi, I.C.; Veiga, J.B.; et al. 1978. **Soil fertility and pastures in low fertility soils of the Amazon basin**. (eds.) Pasture Production in Acid Soils 226.
- Setzer, J. 1967. **Impossibilidade do uso racional das terras do Brasil**. Bras. Geogr. 21(1):102-109.
- Seubert, C.E.; Sánchez, P.A.; Valverde, C. 1978. **Soil properties and crop performance in an acid soil**. (Trin.) 54; 307-321.
- Silva, L.F. da. 1979. **Influência do manejo do solo em solos de "Tabuleiro"**. Resúmenes de la 1ª Reunión Científica Centro de Pesquisas do Cacau, CEPLAC, 1979.
- Silva, B.N.R.; Araujo, J.V.; Rodrigues, T. 1978. **Soil fertility in the Cacao Pirera-Manacapuru**. IPEAN Soils 1:1-10.
- Silva, J.M.L. da; Lima, A.A.C.; Soares, J. 1978. **Soil fertility and agricultural production in the microrregião 12**. EMBRAPA, 1:1-10.
- Sioli, H. 1951. **Sobre a desimentação na várzea do Rio Negro**. Norte 24:45-65.
- Smith, N.J.H. 1978. **Agricultural productivity in the Amazon Ecosystems** 4:415-432.

- Sánchez, P. A. (ed). 1973. **A review of soils research in tropical Latin America**. N.C. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. 219.
- . 1976. **Properties and management of soils in the tropics**. Wiley, New York. 619p.
- . 1977a. **Alternativas al sistema de agricultura migratoria en América Latina**. In: FAO/SIDA: Reunión-Taller sobre Ordenación y Conservación de Suelos en América Latina. Lima, Perú.
- . 1977b. **Advances in the management of Oxisols and Ultisols in Tropical South America**. In: Proceeding Int. Seminar on Soil Environment and Fertility Management in Intensive Agriculture. Society of Soil Science and Manure, Tokyo. pp.535-566.
- . 1977c. **Manejo de suelos tropicales en la Amazonia suramericana**. Suelos Ecuatoriales 8:1-11.
- . 1977d. **Manejo de solos da Amazônia para produção agropecuária intensiva**. Bol. Inf. Soc. Bras. Ciencia Solo 2(3):60-63.
- . 1979. **Soil fertility and conservation considerations for agroforestry systems in the humid tropics of Latin America**. In: Mongi, H.O. y Huxley, P.A. (eds.): Soils Research in Agroforestry. ICRAF Oole. Inst. Council. Res. Agrofor., Nairobi, Kenya. pp.79-124.
- . 1980a. **A legume-based pasture production soil management strategy for the acid infertile soils of tropical America**. In: Symposium in Soil Erosion in the Tropics. American Society of Agronomy (en impresión).
- . 1980b. **The subhumid tropics: technology and management strategies for rainfed agriculture**. Agricultural Sector Symposium, World Bank, Washington, D.C. (en impresión).
- ; Buol, S.W. 1971. **Características morfológicas, químicas y mineralógicas de algunos suelos principales de la Selva Amazónica Peruana**. Progr. Nac. Arroz, Inf. Téc. 56, Lambayeque, Perú. 22p.
- ; Nureña, M.A. 1972. **Upland rice improvement under shifting cultivation in the Amazon Basin of Peru**. North Carolina Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. 210.
- ; Buol, S.W. 1974. **Properties of some soils of the Amazon Basin of Peru**. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 38:117-121.
- ; Seubert, C.E.; Tyler, E.J.; Valverde, C.; López, C.E.; Nureña, M.A.; Wade, M.K. 1974. **Investigaciones sobre el manejo de suelos tropicales en Yurimaguas, Selva Baja del Perú**. In: IICA: Reunión Internacional sobre Sistemas de Producción para el Trópico Americano. Informes Conferencias, Cursos y Reuniones No. 41. IICA, Zona Andina, Lima, Perú. pp.II. B.1.-II. B.37.
- ; Buol, S.W. 1975. **Soils of the tropics and the world food crisis**. Science 188:598-603.
- ; Tergas, L.E. (eds.) 1979. **Pasture production in acid soils of the tropics**. CIAT, Cali, Colombia. 488p.

- _____. 1978. **Levantamento de recursos naturais das Minas e Energia**, Rio de Janeiro, B
- _____. 1978. **Levantamento de recursos naturais das Minas e Energia**, Rio de Janeiro, B
- Ranzani, G. 1978. **Alguns solos da Transamazônica**. 8:333-335.
- _____. 1979. **Identificação e caracterização de solos da Silvicultura Tropical do INPA**. Acta Amazonica 9:1-10.
- Rego, R.S.; Vieira, L.S.; do Amaral Filho, J. 1978. **Relatório detalhado de uma área de município de Parnaíba**. Pam. Cadernos paraenses 9. 119 p.
- Reis, A.C.F. 1972. **O impacto amazônico e o desafio dos trópicos**. Ed. Paralelo, Rio de Janeiro.
- Richards, P.W. 1977. **Tropical forests and agriculture**. Cambridge University Press.
- Rodrigues, T.E.; da Silva, B.N.R.; Araújo, J. 1978. **Projeto de colonização do Alto Turi, Pará**. Amazônia 3(1):1-110.
- _____; Morikawa, I.K.; dos Reis, R.S. 1978. **Relatório agropecuario de Suframa**. Trecho km 30, Trecho Belém-Brasília, Marabá. Bol. Tec. Inst. Pesq. 70:1-10.
- _____; dos Reis, R.S.; Morikawa, I.K.; Falesi, I.C. 1978. **Relatório dos solos do IPEAAOc**. Bol. Tec. Inst. Pesq. 70:1-10.
- _____; Baena, A.R.C.; Lopes, E.C.; Baena, A.R.C. 1978. **Relatório de implantação do projeto seringueira**. S. 96p.
- _____; Baena, A.R.C. 1974. **Solos da rodovia Açú-Paragominas**. Bol. Tec. Inst. Pesq. 66:1-10.
- _____; Morikawa, I.K.; dos Reis, R.S. 1978. **Relatório semidetalhado dos solos da Estação Experimental Agropec. Norte**. 58:89-146.
- _____; da Silva, B.N.R.; Falesi, I.C.; dos Reis, R.S. 1978. **Relatório 70; trecho Belém-Brasília, Marabá**. Bol. Tec. Inst. Pesq. 70:1-10.
- Sakamoto, T. 1960. **Rock weathering on "terra preta" of the Amazon**. J. Fac. Sci. Tokyo Univ. Sec. 1:1-10.
- Salas, G. De las. 1978. **El sistema forestal de la Amazonia**. Nacional de Investigación y Fomento Científico.
- _____; Folster, M. 1976. **Bioelement loss from Amazonian soils**. 26(2):179-186.

- Ponte, N.T.; Libonati, V.F. 1964. *Influência do esterco de curral e da calagem na produção de feijão vigna Latossolo Amarelo, da região de Belém*. IPEAN Circ. 9. 19p.
- ; Thomas, M.C.; Libonati, V.F., 1971. *Experimento de adubação em arroz de sequeiro*. B. Esc. Agron. Amaz. (Belém) 4:5-13.
- Poullau, M.; Blancaneaux, P. 1976. *Inventario geomorfológico del Territorio Federal Amazonas y Estado Bolívar. Cuenca del Ventuari y Orinoco medio*. IV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo, Agosto 22-27, Maturín, Venezuela.
- Projeto Radambrasil. 1972-1978. *Levantamento da Região Amazônica*. Vols. 1-12. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Rio de Janeiro, Brasil.
- . 1974. *Levantamento de recursos naturais*. Folha 5B-22-Araguaia. Vol. 4. Ministério das Minas e Energia. Rio de Janeiro, Brasil. 405p.
- . 1974. *Levantamento de recursos naturais*. Folha 5A.22. Belém. Vol. 5. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, Brasil. 408p.
- . 1974. *Levantamento de recursos naturais*. Folha NA/NB.22-Macapá. Vol. 6. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, Brasil. 389p.
- . 1975. *Levantamento de recursos naturais*. Folha 5B.21. Tapajós. Vol. 7. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, Brasil. 409p.
- . 1975. *Levantamento de recursos naturais*. Folha NA. 20-Boa Vista. Vol. 8. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, Brasil. 426p.
- . 1975. *Levantamento de recursos naturais*. Folha. Na. 21. Tumucumaque. Vol. 9. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, Brasil. 360p.
- . 1976. *Levantamento de recursos naturais*. Folha. SA.21. Santarém. Vol. 10. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, Brasil. 510p.
- . 1976. *Levantamento de recursos naturais*. Folha Na. 19. Pico da Neblina. Vol. 11. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, Brasil. 374p.
- . 1976. *Levantamento de recursos naturais*. Folha SC. 19-Rio Branco. Vol. 12. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, Brasil. 458p.
- . 1977. *Levantamento de recursos naturais*. Folha SB/SC. 18-Javari-Contamana. Vol. 13. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, Brasil. 413p.
- . 1977. *Levantamento de recursos naturais*. Folha SA. 19. ICA. Vol. 14. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, Brasil. 446p.
- . 1977. *Levantamento de recursos naturais*. Folha SB. 19. Jurva. Vol. 15. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, Brasil. 430p.
- . 1978. *Levantamento de recursos naturais*. Folha SC. 20. Porto Velho. Vol. 16. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, Brasil. 663p.

- Nicholaides, J. J. 1978. **Crop production system**. D. W. Thorne y M. D. Thorne (eds.) Soil Science Society of America, Wesport, Conn., E.U. pp. 243-277.
- Nortcliff, S.; Thorne, J. B.; Waylen, M. J. 1978. **Soil science approach**. Amazoniana 6(4):557-568.
- North Carolina State University. 1972, 1973. **Tropical Soils - Annual Reports**. Soil Science Society of America, Raleigh, N.C., Estados Unidos.
- Nureña, M. A.; Sánchez, P. A. 1970. **Cultivos tropicales en el Perú**. Progr. Nac. Arroz. Inf. Tec. 25. C.
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. 1978. **Integración de los recursos naturales de la zona de estudio**. ONERN, Lima, Perú.
- . 1967. **Estudios de suelos de la zona de estudio**. ONERN, Lima, Perú.
- . 1967. **Estudio del potencial de los recursos naturales de la zona de estudio**. ONERN, Lima, Perú. 46 p.
- . 1968. **Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de estudio Tambo-Gran Pajona**. ONERN, Lima, Perú.
- . 1969. **Inventario de estudios de suelos de la zona de estudio**. Lima, Perú.
- . 1970. **Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de estudio Rica - Puerto Pachitea**. ONERN, Lima, Perú.
- . 1972. **Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de estudio ríos Inambari y Madre de Dios**. ONERN, Lima, Perú.
- . 1975. **Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de estudio Iquitos, Nauta, Requena y Colonia Agraria**. ONERN, Lima, Perú.
- . 1976. **Inventario y evaluación de los recursos naturales de la zona de estudio Cencapa-Alto Marañón**. ONERN, Lima, Perú.
- . 1977. **Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de estudio Iñapari**. ONERN, Lima, Perú. 376p.
- . 1978. **Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de estudio Pucallpa-Abujao**. ONERN, Lima, Perú.
- Pazos, P.; Vicuna, L.; Legarda, L.; Arias, A. 1978. **Putumayo, Amazonas Colombiano**. FAO, Nariño, Pasto, Colombia. 16p.
- Peters, W.; Urdaneta, I.; Materano, G.; Alviola, J. 1978. **Estudio de los recursos naturales en los alrededores de Puerto Ayacucho**. Territorio Federal Amazonas. Universidad de

- Loczy, L. 1967. **Paleogeography and history of geological development of the Amazon basin.** Jb. Geol. B. A. (Austria) 106:449-502.
- López, C.E. 1979. **Nutritional requirements for *Panicum maximum* production in the Amazon jungle of Peru.** Tesis de Ph.D., North Carolina State Univ., Raleigh, N.C., Estados Unidos.
- Marbut, C.F.; Manifold, C.B. 1925. **The topography of the Amazon Valley.** Geogr. Rev. 15:617-643.
- , Manifold, C.B. 1926. **The soils of the Amazon Basin in relation to agricultural possibilities.** Geogr. Rev. 16:414-442.
- McNeil, M. 1964. **Lateritic soils.** Sci. Amer. 211(5):96-102.
- Miller, E.V., Coleman, N.F. 1952. **Colloidal properties of soils from western equatorial South America.** Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 16:239-244.
- Moorman, F.R., van Wambeke, A. 1972. **The soils of the lowland rainy tropical climates, their inherent limitations for food production and related climatic restraints.** Trans. 11th Congr. Int. Soc. Soil Sci. (Edmonton) 2:292-312.
- Morán, E.F. 1977. **Estratégias de sobrevivência: O uso de recursos ao longo da rodovia Transamazônica.** Acta Amazônica 7:363-379.
- Moreira, G.N.C.; de S. Britto, D.P.P.; Dynia, J.F.; Bloise, R.M. 1977. **Fertilidade de solos da região da Rodovia Transamazônica. 3. Ensaio de adubação.** Pesq. Agropec. Bras. 12:81-89.
- Muro, J.C. 1966. **Naturaleza y fertilidad de los suelos de la región tropical húmeda en el Perú.** Reunión Internacional sobre los Trópicos Húmedos de América Latina, Ministerio de Agricultura, Lima, Perú. p. 18.
- National Academy of Sciences. 1977. **World food and nutrition study: The potential contribution of research.** National Research Council, Washington, D.C., Estados Unidos. pp. 88-90.
- Navas, J.; Munévar, F.; Ponce, J. 1977. **Utilización del bosque húmedo tropical: Levantamiento detallado, caracterización y clasificación taxonómica de perfiles de suelos seleccionados de la Intendencia del Caquetá.** ICA Programa Nacional de Suelos. Tibaitatá, Colombia. Informe de Progreso 44.
- , Munévar, F.; Perea, J. 1977. **Utilización del bosque tropical: Erodabilidad y manejo de algunos suelos amazónicos.** ICA. Programa Nacional de Suelos, Tibaitatá, Colombia. Informe de Progreso 46.
- , Munévar, F.; Perea, J. 1977. **Utilización del bosque húmedo tropical. Transformaciones de la materia orgánica y el nitrógeno en suelos bajo diferentes sistemas. Efecto de las quemadas en las propiedades del suelo. Aporte de nutrimentos para la hojarasca del bosque.** ICA. Programa Nacional de Suelos, Tibaitatá, Colombia. Informe de Progreso 52.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
económico de la región oriental, parte I.
agropecuaria del INIAP. Quito, Ecuador.

Irion, G. 1978. **Soil infertility in the Amazonian**

Jordan, C.F. 1975. **Nutrient cycling in an Amazonian forest.**
Symposium on Environmental Biogeography.

Kawano, K.; Sánchez, P.A.; Nureña, M.A. 1977. **Rice in the Amazonian**
jungle. In: Rice Breeding, International Symposium, 1977, pp.637-643.

Kirby, J. 1976. **Agricultural land use and settlement in the Amazonian**
132.

Kirk, M.; Bravo, O. 1974. **Mapa del estudio de suelos en el**
Orinoco entre San Fernando de Atabapo y el río
Federal Amazonas. Ministerio de Agricultura y Ganadería
Venezuela.

Klinge, H. 1968. **Litter production in an Amazonian forest.**
Mineral nutrient content of the litter. Acta Agron. (Manaus) 1(1):69-72.

———. 1971. **Matéria orgânica e nutrientes no solo da floresta**
Amazônica 1(1):69-72.

———. 1975a. **Bilanzierung von Hauptanhangsparten in der**
(Manaus) - Vorläufige Daten. Biogeographica 1(1):69-72.

———. 1975b. **Root mass estimation in lowland Amazonian forest.**
Brazil. III. Nutrients in fine roots from the forest floor.

———; Rodrigues, W.A. 1968. **Litter production and nutrient content**
organic carbon and total nitrogen content of the litter. Acta Agron.

———; Rodrigues, W.A. 1971. **Matéria orgânica e nutrientes no solo da floresta**
Manaus. Acta Agron. (Manaus) 1(1):69-72.

Lal, R.; Kang, B.T.; Moorman, F.R.; Juo, O. 1977. **Manejo de suelos y posibles soluciones**
Alvarado, A. (eds) Manejo de Suelos en la Amazonia. Raleigh, N.C., Estados Unidos. pp. 38-40.

Lathrop, D. W. 1970. **The Upper Amazon. The University of Chicago Press.**

Leao, A.C.; Carvalho Filho, R.; 1977. **Solo da floresta de Itabuna, BA, Brasil. CEPLAC Bol. Técnico 1(1):69-72.**

Lima, J.J. de; Corsini, P.C.; Politano, W. 1977. **Soil fertility in the Amazonian**
localized in the State of Acre. Científica 1(1):69-72.

discuten teorías generales aplicables a la Amazonía de diversidad en los trópicos. La evolución del patrón de densidad de especies ha sido ampliamente descrita como función de tres categorías principales de agentes causales: a) factores próximos o geográficos; b) interacciones dentro de las comunidades mismas; y c) inestabilidad dinámica.

Factores próximos

Estabilidad climática. Según esta teoría, las regiones con climas muy moderados sin grandes fluctuaciones de temperatura estacionales o diurnas permiten la evolución de adaptaciones mas refinadas que las áreas donde los regímenes climáticos son más irregulares. Una planta o un animal en un régimen climático estable no necesita tener la variedad de respuestas de comportamiento indispensables para sobrevivir en áreas de variaciones climáticas más grandes. Las especializaciones refinadas permiten la adaptación de muchas clases de organismos diferentes (MacArthur, 1969).

Hipótesis de productividad. La hipótesis de productividad relaciona dos factores básicos: 1) el potencial del medio ambiente para la producción de biomasa es más alto que el de otros ecosistemas (Leith y Whittaker, 1975), y 2) sólo una pequeña proporción de la energía asimilada por un organismo será usada en actividades regulatorias (Connell y Orias, 1964), lo que deja una alta proporción disponible para el crecimiento y la reproducción. Esto puede dar como resultado grandes poblaciones las cuales posteriormente se aíslan y se constituyen en especies. Baker (1970) hace una crítica muy detallada de esta hipótesis.

Hipótesis de heterogeneidad espacial. Esta hipótesis sostiene que la complejidad del medio ambiente y los gradientes son más pronunciados a medida que uno se aproxima a los trópicos. En las vastas extensiones de los bosques húmedos de las tierras bajas de la Amazonía este hecho se hace un poco más problemático. Pianka (1966) y Balker (1970) se preguntan si a ese micronivel hay realmente tanta diversidad en el habitat. Ashton (1969) argumenta convincentemente que, en efecto, parte de la diversidad de especies en los bosques Dipterocarpos de Malasia puede ser explicada mediante esta hipótesis. Se ha señalado que la distribución de epífitos se correlaciona con la diferenciación del microhabitat. Baker (1970) opina que a esta teoría debe dársele algún reconocimiento aun cuando no se aplicaría igualmente a todos los animales y plantas.

Inestabilidad climática. Esta teoría goza de popularidad entre los investigadores como un medio para explicar la extrema diversidad

encontrada en la Amazonía. Si el bosque húmedo retrocedió a los piedemontes y la costa. Este origen para especies de bosque otras durante períodos de refugios del Pleistoceno para evidencia paleontológica y geológica cobertura diferente de la vegetación discute en detalle más adelante.

Hipótesis de tiempo disponible

Las comunidades tienden a ser más antiguas y más jóvenes. Si las comunidades tropicales templadas (cuyas especies tienen diversidad de especies queda en los bosques tropicales no fueron afectados por el hielo y que las zonas templadas de la glaciación y por lo tanto

Las teorías geográficas explicadas basadas en una amplia gama de factores, parte a la estabilidad climática, está lo que Baker (1970) denota el calor durante todo el año y la alta condiciones para que una variedad de resultado una alta diversidad de

Interacciones

Otra clase de teorías trata de

Competencia. La primera de "competencia", desarrollada por Dobzhansky, relativamente estables de crecimiento llegan a ser más importantes interacciones bióticas. La naturaleza biológica teóricamente ocasiona

Predación. Esta hipótesis sugiere que influyen en la diversidad biológica tanto de hospedantes como de depredadores monopolizan los recursos (e.g., Janzen (1970) sobre este tópico).

Además, las poblaciones de plagas actúan como un fuerte tamiz genético y son probablemente importantes en la evolución de compuestos químicos secundarios.

Inestabilidad de la comunidad

Huston (1979) ha propuesto que la alta diversidad en los bosques tropicales se mantiene debido a varios factores que incluyen las tasas de crecimiento, los factores dependientes de la densidad de población (tales como predación) y otros aspectos de la estructura de la comunidad que impiden el equilibrio y el dominio por parte de cualesquiera ración dinámicamente inestable. De muchas maneras, Huston concilia las teorías previas al destacar su importancia en el mantenimiento de un desequilibrio dinámico, en el que pueden convivir un mayor número de especies.

Implicaciones

En la discusión anterior se han revisado las hipótesis que explican la diversidad forestal. La naturaleza muy dinámica de los bosques tropicales significa que la explotación de estos ecosistemas es extremadamente difícil. A las probabilidades de por sí muy altas de que las malezas, insectos y enfermedades se conviertan en plagas, se suma la falta de un control estacional fuerte como sucede en las zonas templadas durante el invierno. Solamente las inundaciones periódicas actúan de una manera similar en las várzeas.

Ciclo de nutrimentos

Para entender la dinámica de los bosques húmedos, es necesario discutir algunos aspectos del ciclo de nutrimentos. El Agua, el CO_2 y el N tienen una fase gaseosa en su ciclo biogeoquímico que da lugar a reservas atmosféricas e hidrosféricas. Sin embargo, pueden existir grandes reservas de estos elementos y su disponibilidad estar limitada por factores climáticos, como es el caso de los suelos de los bosques de Manaus que carecen de agua durante la estación seca (Franken, comunicación personal), o por otros elementos que reducen la actividad biótica y la absorción de nutrimentos tales como Ca, Mg, P, Na, Zn, etc., los cuales tienen ciclos biogeoquímicos sedimentarios. La presencia de estos elementos en los ecosistemas de la Amazonía es una función del substrato geológico (el cual como se ha visto es frecuentemente muy pobre) y de la absorción de nutrimentos a partir de la precipitación. El ciclo cerrado de nutrimentos es una de las claves de los bosques tropicales y ayuda a explicar muchas de las características de estos ecosistemas.

Klinge y Fittkau (1972) determinaron los nutrimentos del bosque alto de Manaus con latosoles amarillos. (Klinge 1973, 1975, 1976a, b, c, Fittkau 1976) se resumen en el Cuadro 3. Este cuadro muestra que el N y del P está presente en la fracción orgánica por ciento de los nutrimentos restantes. Rodríguez (1971) examinaron la fijación y el retorno de elementos en el bosque alto de Belém que evaluaron la producción de maíz, várzea e igapó, confirmaron la fijación de nutrimentos (en kg/ha) retornados. Los valores fueron: N 106, P 2.2, Ca 18.4, Mg 1.2, K 1.2, minerales devueltos al suelo como N 106, P 2.2, Ca 18.4, Mg 1.2, K 1.2, profundidad así como las reservas de nutrientes cuando la información sobre los nutrientes es incompleta (Northcliff y Thornley 1977, en prep.), los datos disponibles sobre los elementos más limitantes.

No se han hallado evidencias de la fijación de leguminosas o de la actividad de bacterias primarias o en los secundarios sobre la fijación (Bradley *et al.*, 1980). La fijación de N en suelos fértiles con mayores contenidos de N (suelos aluviales) o en los suelos ácidos podría ser un problema. Estos suelos podrían ser un factor limitante de la fijación de N pesada. Serrão *et al.* (1978) han estudiado la degradación de las maderas e insectos interesantes de la fijación de N en el tracto aluvial. Las termitas fijan N en el tracto aluvial, un hallazgo que tiene implicaciones para la Amazonía. Se desconoce la fijación de N en los bosques amazónicos.

Las micorrizas han recibido mucha atención en los húmedos tropicales (Went y Starbuck 1972, Singer y Araujo (1979) encontraron micorrizas en bosques altos en latosoles amarillos. Se ha encontrado una amplia gama de basidiomicetos de la familia de campina, sin embargo, observados en los bosques altos en latosoles amarillos.

Cuadro 3. Distribución de materia orgánica, agua (durante la estación seca) y nutrimentos minerales en diferentes compartimentos de un ecosistema de bosque húmedo de terra firme sobre un latosol pesado amarillo en la región de Manaus.

	Vegetación viva		Vegetación muerta		Suelo		Total
	Partes aéreas	Raíces			0-30 cm	30-100 cm	
Biomasa vegetal (ton/ha)	406 (80.6)*	67 (13.3)	31 (6.2)	-	-	-	504
Humus (ton/ha)	-	-	-	113 (48.2)	120 (51.5)	-	233
Suelo mineral (sin humus) (ton/ha)	-	-	-	3346 (26.3)	9376 (73.7)	-	12,722
Agua (ton/ha)	279 (5.2)	188 (3.5)	33 (0.6)	1569 (29.5)	322 (61.1)	-	5,321
Nitrógeno (ton/ha)	2.43 (19.9)	0.56 (0.5)	0.29 (2.4)	4.26 (34.9)	4.66 (38.2)	-	12.2
Fósforo (kg/ha)	59 (27.3)	7 (3.2)	3 (1.4)	71 (32.9)	76 (35.2)	-	216
Potasio (kg/ha)	434 (77.2)	62 (11.0)	8 (1.4)	58 (10.3)	0	-	562
Calcio (kg/ha)	424 (80.3)	83 (15.7)	21 (4.0)	0	0	-	528
Magnesio (kg/ha)	202 (67.8)	55 (18.5)	18 (6.0)	17 (5.7)	6 (2.0)	-	298
Sodio (kg/ha)	193 (66.3)	45 (15.5)	3 (1.0)	35 (12.0)	15 (5.2)	-	291
pH (KCl)	-	-	-	3.3-3.7	3.7-4.1	-	-
C/N	-	-	-	15.4	15.0	-	-

* Las cifras en paréntesis son los valores porcentuales.

Fuente: Adaptado de Klinge, 1976c.

Cuadro 4. Tasa de transferencia de nutrientes desde la caída de hojas y otros residuos vegetales al suelo y en las partes aéreas de la vegetación.

Componente
Producción de hojarasca (kg/ha por año)
Suelo 1 m de profundidad (kg/ha)
Vegetación (partes aéreas) (kg/ha)
Porcentaje en relación con el suelo
Porcentaje en relación con la vegetación

Singer (1978) y Singer y *et al.* (1978) han estudiado la descomposición de los residuos vegetales en las montañas de las campinas, donde la diversidad de especies vegetales puede atribuirse posiblemente a compuestos químicos secundarios esclerofíticos, hay gran acumulación de hojarasca.

Los ríos y arroyos que drenan las montañas de las campinas tienen un escaso contenido de nutrientes. El contenido de nutrientes del agua de los ríos de las campinas (Brinkman y Santos, 1973; Furches y *et al.*, 1978) y los bajos contenidos de nutrientes en las rocas liberados por las rocas son escasos, lo que resulta en un reciclamiento de nutrientes.

Herrera *et al.* (1978) han descrito la conservación de nutrientes en las montañas de las campinas, fertilidad bajo condiciones de alta acidez.

1. Formación de una densa capa de hojarasca y de nutrientes.
2. Ciclo directo de nutrientes vía los hongos micorrízicos.
3. Conservación de nutrientes
 - a. Reducción de herbívoros y de sustancias químicas protectoras.
 - b. Reabsorción de nutrientes.
4. Adaptación fisiológica de árboles a altos niveles de Al.

5. Disposición de las hojas caídas sobre los suelos del bosque de tal manera que el tiempo de permanencia del agua sobre la hojarasca se reduce minimizando la lixiviación.
6. La estructura forestal multi-estratificada actúa como filtro para remover nutrimentos de las aguas de lluvia. Los organismos epifíticos aparentemente desempeñan un importante papel en este proceso.

Dinámica del bosque

La dinámica del bosque o sea los mecanismos mediante los cuales los bosques se mantienen y regeneran por sí mismos, son prácticamente desconocidos para la región amazónica. Este tipo de información, de gran importancia para las prácticas silviculturales así como para la regeneración y recuperación de sitios degradados, es una de las áreas menos investigadas de la biología tropical. Las siguientes ramas de la investigación merecen atención:

1. Biología reproductiva de los árboles del bosque, incluyendo:
 - a. biología de la polinización
 - b. fenología
 - c. biología de la germinación
 - d. ecología de las plántulas
 - e. mecanismo para la dispersión de semillas
2. Adaptación ecofisiológica de los árboles del bosque
3. Sucesión secundaria
4. Dinámica de las poblaciones de insectos y vertebrados
5. Población herbívora

Bosques y Clima de la Amazonía

En esta sección se esbozarán brevemente las fluctuaciones paleoclimáticas que pueden haber afectado la biogeografía de la región amazónica, el presente equilibrio bosque/clima y las modificaciones climáticas e hidrológicas generadas por la destrucción en gran escala o por la sustitución del bosque.

Fluctuaciones paleoclimáticas

La glaciación en la zona tropical está relacionada con la expansión del hielo en las regiones tropicales (Flenley, 1977). Los paleoclimas cuaternarios de la Amazonia han sido estudiados principalmente por geomorfólogos (Trenberth, 1977) y paleontólogos (Van der Ham, 1976; Absy, 1979). Según Damstra (1976), la arena arcósica en sedimentos proglaciales indica erosión bajo climas semi-áridos, lo que sugiere que estas arenas son material de las cuencas que fueron erosionadas durante el Pleistoceno cuando el nivel del mar estaba 100 m más alto. En los períodos térmicos más moderados, durante los períodos secos, los bosques de galería mantienen un microclima más húmedo y están cubiertas por bosque aparentemente cerrado o de caatinga (Ab' Sáber, 1973). El bosque ha tenido una profunda influencia en las plantas y animales; los organismos se refugian dentro de estas "islas" climáticas. Los refugios ayuda a explicar la extinción de las áreas de la Amazonia así como la supervivencia de especies de pájaros (Haffer, 1979; Vanzolini, 1970, 1973), mariposas (Haffer, 1973, 1977). A medida que el clima cambia, las de hoy, el bosque de galería fue "refugios" en expansión para formar nuevas áreas donde los refugios se juntan y crean un tipo excepcional.

La importancia de las áreas con implicaciones para el uso práctico de la extrema diversidad y endemismo de la Amazonia. El germoplasma de dichas áreas es necesario para la existencia de centros de diversidad genética. La diversidad de la Amazonia hay una gran importancia estructural, los cuales tienen implicaciones en el manejo de plagas. Esto significa que pueden afectar determinados organismos de control desarrollados en una región y en otras.

Ciclos climáticos e hidrológicos

Los climas en el mundo no son estáticos sino fluctuantes. Las razones para estas fluctuaciones no son muy claras pero posiblemente están relacionadas con las variaciones en la actividad solar. Estas fluctuaciones climáticas han sido asociadas con las mayores extensiones de las principales formaciones de vegetación (e.g., desiertos, bosques tropicales, sabanas) en otras partes del mundo. No hay duda que el clima en un sentido general determina la vegetación de una región y parece improbable a primera vista que la destrucción en gran escala de bosques podría modificar los climas.

La vegetación y el clima son interdependientes y la habilidad de los bosques para modificar los microclimas está bien documentada (ver, por ejemplo, Kittredge, 1948). El bosque tropical y el clima existen en un equilibrio dinámico porque el bosque tiene un importante efecto sobre la cantidad de vapor por agua en la atmósfera (evapotranspiración), y aumenta el tiempo de permanencia del agua en una región dada. En los últimos cinco años ha surgido literatura considerable que cuantifica el ciclo hidrológico de la Amazonía y muestra la naturaleza dinámica del equilibrio bosque-clima (Márquez, 1976, 1978; Márquez *et al.*, 1977; Molion, 1975; Salati *et al.*, 1978, 1979; Villa Nova *et al.*, 1976). Estos trabajos indican que cerca del 50 por ciento de la precipitación en la región amazónica se origina a partir del vapor del Océano Atlántico llevado hacia la cuenca del Amazonas por los vientos alisios. El 50 por ciento restante se debe a la evapotranspiración del bosque.

Aunque no es posible predecir exactamente las consecuencias de la destrucción o de la sustitución de los bosques por otros tipos de vegetación, si se pueden inferir algunas de las clases de cambios que podrían ocurrir si la sustitución fuera radical:

- La tala masiva del bosque reduciría el tiempo de permanencia del agua en la cuenca debido a un descenso en la capacidad de retención de agua del suelo (Schubart, 1977). Esto aumentaría la corriente superficial y reduciría el almacenamiento subterráneo de agua. La pérdida de permeabilidad probablemente ocasionaría severos desbordamientos de los ríos en la estación lluviosa y disminución del volumen del agua durante las estaciones secas debido a la reducción en las reservas del subsuelo.
- Los tipos de vegetación que transpiran a tasas más bajas que las del bosque reducirían la disponibilidad de vapor en la atmósfera y, por consiguiente, la precipitación. Este efecto sería más marcado durante la estación seca.

- El área amazónica actualmente las regiones adyacentes. D continúa de vapor de agua d región, o sea que es posible central de Sudamérica deper en la Amazonia. Las interru cuencas del Amazonas desconocidas así que el efect movimiento de sur a norte
- El promedio de energía sola cal/cm²/día y es utilizada p del agua. Entre el 50 y 60 p proceso. Si la tala de bos modificaría este uso de la e energía solar se destinaría a esto pudiera tener en la c Amazonas o en las regiones actualmente.
- En las regiones tropicales se pierde por la radiación de o un balance neto positivo d templadas el balance de rad mecanismos más importan climático global podría transferencia de calor de lo

El CO₂ y el clima

El bosque amazónico no es una una formación clímax y en cons que produce en la respiración acumulada progresivamente. Si h detectaría por la materia orgánica ácidos orgánico y fúlvico. La pre ríos de aguas negras puede ind podrían estar contribuyendo al C sucesión un poco anterior al de o no existen datos cuantitativos, l probablemente pequeña.

Los bosques son uno de los planeta. El volumen de CO₂ fijad

cerca de tres veces el de la atmósfera (Woodwell, 1978; Woodwell *et al.*, 1978). El CO_2 en la atmósfera se determina mediante las interacciones con el océano y la fitomasa global, que generan un equilibrio de CO_2 cuando éste alcanza cerca de 290 ppm. A comienzos de este siglo la quema acelerada de combustibles fósiles y la tala de bosques pudieron haber roto el equilibrio de CO_2 , ocasionando un aumento en los valores de la concentración atmosférica de CO_2 del orden de 1 ppm/año. Degens (1979) señala que las actividades humanas liberan 10,000 millones de toneladas de CO_2 anualmente. Cerca de la mitad del CO_2 generado proviene de la destrucción de bosques. De estos 10,000 millones de toneladas, 2500 permanecen en la atmósfera y 7500 son absorbidos por las plantas o por el océano.

Las concentraciones de CO_2 absorben radiaciones de onda larga y pueden reducir la tasa de retorno de estas radiaciones al espacio. Cuando la radiación de onda larga se mantiene en la atmósfera produce un "efecto de invernadero" al calentar la atmósfera. Una duplicación de los niveles actuales de CO_2 podría aumentar las temperaturas atmosféricas en 2°C lo cual podría afectar gravemente el clima a nivel mundial.

Los bosques amazónicos almacenan cerca del 20 por ciento del CO_2 de la biomasa del planeta.

Recomendaciones para el Uso de la Tierra y el Desarrollo Agrícola en la Amazonía

En vista de la variedad de ecosistemas de la Amazonía, los programas de desarrollo deberían ser concientes de los diferentes atributos del medio ambiente de las áreas propuestas en las etapas de planeación e implantación de proyectos. El potencial de utilización de la tierra es variable y los reconocimientos topográficos a escalas de 1:1,000,000 contribuyen a la complejidad de un área geográfica determinada. Van Wambeke (1978) hace un interesante análisis de las limitaciones para evaluar los recursos de la Amazonía con base en mapas a escala muy amplia.

En nuestro concepto, dada la pobreza de los suelos en la mayoría de las regiones altas de la Amazonía, la escasa infraestructura y la dificultad del manejo agronómico, el desarrollo agrícola debería tener lugar primordialmente en otras regiones donde existe la infraestructura o es más fácil establecerla y conservarla, y donde la intensificación sea una posibilidad real. Nos referimos no solamente a los cerrados sino a otras áreas del centro y sur de Brasil.

Terra firme

Los suelos tan pobres de la F extremadamente difíciles de manejar tipos de vegetación, tales como satisfactoria (Serrão *et al.*, 19 actividades netamente orientadas aconsejables aun cuando ésta Amazonía desde el siglo diecisei

Nos oponemos a esta clase de los productos de las industrias producción. Brinman (1972) calcula entre 1950 y 1967 representó una de S, 381 ton de K, 16 ton de Na, 1 las nueces del Brasil nunca h nutrimentos.

Bosques

Las áreas de suelos pobres pod se debe evitar la tala de áreas ex en la Amazonía, y es indispensable monocultivos en gran escala no s eficiencia del ciclo de nutrimentos y las probabilidades de que aume necesario ser cuidadoso porque injerta con las raíces de otros á excelente desde el punto de vista infecciones radicales. Lo más silvicultura que imitan en lugar

La producción en pequeñas pa como *Inga* debería incluirse en leña. Además se debería hacer carbohidratos nativas al desarro

Reservas

No se tiene un conocimiento a en cuanto a la dinámica del bos (1979). Como estos recursos gené el futuro, la delimitación de la (Gottlieb y Mors, 1978; Pranc

germoplasma es esencial en las regiones interfluviales especialmente en aquellas de alto endemismo y diversidad (Brown, 1979; Wetterberg *et al.*, 1976).

Las áreas de los indígenas también deben ser definidas. Si bien su preservación en su estado primitivo no es probablemente deseable ni realista, deben evitarse las confrontaciones extremadamente destructivas entre las poblaciones de indios y de colonos. Nuestra mayor fuente de conocimiento en este momento acerca del uso potencial de los recursos forestales se deriva de las informaciones indígenas. La delimitación de las reservas indígenas debe ser prioritaria puesto que su herencia cultural y biológica es irrecuperable una vez destruida. Empleando las palabras de Prance (1977), "la extinción es para siempre".

Várzeas

Las várzeas son las vegas ribereñas anualmente inundadas con sedimentos de los ríos. Las inundaciones a menudo consideradas como un obstáculo para el desarrollo de muchas áreas, es uno de los medios para controlar las plagas y también influye en la renovación de la fertilidad del suelo. Debe darse prioridad al desarrollo integrado de las várzeas incluyendo la piscicultura. Los recursos acuáticos han sido la principal fuente de proteínas de la Amazonía históricamente y continúa siéndolo en el presente (Smith, 1979; Goulding, 1979; Junck y Honda, 1976). Las vegas ribereñas del Pleistoceno que no se inundan actualmente pero tienen una fertilidad mayor también son de interés para la agricultura. Los sedimentos del fondo de los lagos de las várzeas podrían ser muy valiosos como fertilizantes en áreas adyacentes de terra firme (U. M. Santos, comunicación personal). Estos estudios se deben integrar con estudios sobre la economía y sociología de los pobladores ribereños quienes tienen experiencia en la colonización de várzeas (Sternberg, 1956) a fin de determinar los modelos más apropiados para proyectos agrícolas.

Programas del INPA

Se ha destacado que el desarrollo de la Amazonía debe proseguir con cautela y con el respaldo de la investigación. Esta investigación debe ser de tipo ecológico sobre sistemas naturales y aplicada al desarrollo de los sistemas agroforestal, agrícola y pesquero.

El Instituto Nacional de Pesquisas de Amazônia (INPA) ha estado trabajando en varios proyectos tendientes a alcanzar estos objetivos. El proyecto sobre manejo ecológico de los bosques húmedos tropicales es similar al estudio de Hubbard Brook; en él se determina el equilibrio

hídrico y energético y el ciclo de la cuenca de 20 km². En una cuenca se aplican varias técnicas de manejo, tanto para verificar el impacto de varias técnicas, realizando investigaciones sobre

Otro de los proyectos del INPA es el estudio mínimo crítico de los ecosistemas de recolonización, las tasas de diversidad ecológica en bosques de praderas. Este proyecto tiene prácticas como teóricas.

Otro campo de acción del INPA es la producción de bosques, tecnología de producción de bosques básicos, los cuales comprenden la producción de una variedad de árboles frutales nativos. Los suelos del INPA está investigando el papel de los microorganismos en los suelos y el papel de los microorganismos en los suelos cultivados así como nativos. Se están desarrollando de nutrientes basados en la producción de bosques sobre plantaciones mixtas de árboles. La tecnología de energía muestra que el uso de la energía solar son especialmente importantes. También hay proyectos de pesca.

Bibliografia

- Ab'Sáber, A.N. 1971. **A organização das paisagens inter e subtropicais brasileiras.** In: Ferri, M.G. (ed.) III Simpósio sobre o cerrado. Ed. E. Blucher & Ed. USP. pp. 1-44.
- . 1977. **Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários.** Inst. Geogr. USP. Paleoclimas 3: 1-19.
- Absy, M.L.; van der Hammen, T. 1976. **Some palaeoecological data from Rondônia, southern part of the Amazon Basin.** Acta Amazonica 6(3): 293-299.
- . 1979. **A palynological study of Holocene sediments in the Amazon Basin.** Tesis de Ph.D., Amsterdam. 86p.
- ANON. 1972a. **Die Ionenfracht des Rio Negro, Staat Amazonas, Brasilien, nach Untersuchungen von Dr. Harald Ungemach.** Amazoniana 3(2): 175-185.
- . 1972b. **Regenwasseranalysen aus Zentralamazonien, ausgeführt in Manaus, Amazonas, Brasilien, von Dr. Harald Ungemach.** Amazoniana 3(2): 186-189.
- Ashton, P.S. 1969. **Speciation among tropical forest trees: some deductions in light of recent evidence.** Biol. J. Linn. Soc. (Londres). 1: 155-196.
- Baker, H.G. 1970. **Evolution in the tropics.** Biotropica. 2(2): 101-111.
- Brasil. 1973-1979. **Levantamento dos recursos naturais.** Departamento Nacional de Produção Mineral, Projeto RADAMBRASIL, Rio de Janeiro. Vols. 1-18.
- Brinkmann, W.L.F. 1972b. **Nährstoffeverluste in Amazonaswäldern durch Brasilnuss - export.** Umschau 72(6): 190-191.
- ; Santos, A. 1973. **Natural waters in Amazonia. VI. Soluble calcium properties.** Acta Amazonica 3(2):33-40.
- Brown, K.S., Jr. 1977. **Centro de evolução, refúgios quaternários e conservação de patrimônios genéticos na região neotropical: Padroes de diferenciação em Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae).** Acta Amazonica 7(1):75-137.
- . 1979. **Ecologia geográfica e evolução nas florestas neotropicais.** Tese de Livre Docência, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil. 265 p.
- Connell, J.H.; Orcas, E. 1964. **The ecological regulation of species diversity.** Am. Nat. 98:399-414.
- Damuth, J.E.; Fairbridge, R.W. 1970. **Equatorial Atlantic deep-sea arkosic sands and ice-age aridity in tropical South America.** Bull. Geol. Soc. Amer. 81:189-206.
- Degens, E.T. 1979. **CO₂ -Bilanz und vegetationsänderungen.** Naturwissenschaften 66 (12):611.
- Dobzhansky, T. 1950. **Evolution in the tropics.** Am. Sci. pp 209-221.

- Ducke, A.; Black, G.A. 1953. **Phytogeography of Brazil**. Acad. Bras. Cienc. 25(1):1-46.
- Farnworth, E.G.; Golley, F.B. (eds.). 1974. **Ecology of the Amazon basin**. 258 p.
- Fittkau, E.J. 1974. **Zur ökologischen Entwicklung Amazoniens**. Amazonienvierteljahrhefte 1:1-10.
- ; Klinge, H. 1973. **On biomass and productivity of a tropical forest ecosystem**. Biotropica 5(1):2-10.
- ; Irmiler, U.; Junk, W.J.; Reiss, F. 1975. **Population dynamics in Amazonian tropical ecological systems**. Springer-Verlag, New York.
- Flenley, J.R. 1979. **The equatorial rain forest**. 162 p.
- Furch, K. 1976. **Haupt- und Spurenelemente in der Amazonenregion (Ergebnisse)**. Biogeographica 7:27-43.
- Golley, F.B.; Medina, E. (eds.). 1975. **Tropical ecology**. John Wiley, New York. 398 p.
- ; McGinnis, J.T.; Clements, R.C. 1977. **Minerals em um ecossistema de floresta tropical**. EDUSP, São Paulo. 256p.
- Gottlieb, O.R.; Mors, W.B. 1979. **Fitoquímica de plantas da Amazônia**. Interciência 3(4):252-263.
- Gottsberg, G. 1978. **Seed dispersal by fish**. Ecology 59(3): 170-183.
- Goulding, M. 1979. **Ecologia da pesca da Amazônia**. 100 p.
- Haffer, J. 1969. **Speciation in Amazonia**. Systematic Zoology 18:1-10.
- Hammen, T. van der 1974. **The Pleistocene of South America**. Biogeogr. 1:3-26.
- Hasler, A.D. (ed.) 1975. **Coupling of land and water**. 309p.
- Hecht, S.B. 1981. **Cattle ranching in the Amazon**. Tesis de Ph.D. inédita. University of California.
- Herrera, R.; Jordan, C.F.; Klinge, H.; Medina, E. 1977. **Amazonian ecology and functioning with particular emphasis on the role of the forest**. 100 p.
- Huston, M. 1979. **A general hypothesis of community structure**. Ecology 60:1-10.

- Irion, G. 1976a. Mineralogisch-geochemische Untersuchungen an der pelitischen Fraktion amazonischer Oberböden und Sediment. *Biogeographica* 7:7-25.
- . 1976b. Quaternary sediments of the upper Amazon lowlands of Brazil. *Biogeographica* 7: 163-167.
- . 1976c. Die Entwicklung des zentral-und oberamazonischen Tieflands im Spät-Pleistozän und im Holozän. *Amazoniana* 6(1):67-79.
- . 1978. Soil infertility in the Amazonian rain forest. *Naturwissenschaften* 65:515-510.
- Irmiler, U. 1978. Matas de inundação da Amazônia central em comparação entre águas brancas e pretas. *Ciência e Cultura* 30(7):813-821.
- Janos D. 1975. Effects of vesicular - arbuscular mycorrhiza on lowland tropical rainforest trees. In: Sanders F.; Norens B.; Tinker B. (eds.) *Endomycorrhizae*. Academic Press, Londres. pp. 437-446.
- Janzen, D.H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *Am. Nat.* 104:501-528.
- Journaux, A. 1975. Recherches geomorphologiques en Amazonie brésilienne. *Bull. Center. Geomorph. (Cahen)* 20:3-68.
- Junk, W.J.; Honda, E.M.S. 1976. A pesca na Amazônia. Aspectos ecológicos e econômicos. In: Vargas, J.J.; Loureiro, C.G.C.; Andrade, R.M. de (eds.) *Anais do I Encontro Nacional sobre Limnologia, Piscicultura e Pesca Continental*. Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, Brasil, pp.211-226.
- Klinge, H. 1967. Podsol soils: a source of blackwater rivers in Amazonia. In: Lent, H. (ed.) *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica*, Rio de Janeiro, Brasil. pp. 117-125.
- . 1973. Root mass estimation in lowland tropical rain forests of Central Amazonia, Brazil. I. Fine root masses of a pale yellow latosol and a giant humus podzol. *Trop. Ecol.* 14:29-38.
- . 1975. Root mass estimation in lowland tropical rain forests of Central Amazonia, Brazil. III. Nutrients in fine roots from giant podsoles. *Trop. Ecol.* 16(1):28-38.
- . 1976a. Root mass estimation in lowland tropical rain forests of Central Amazonia, Brazil. IV. Nutrients in fine roots from latosols. *Trop. Ecol.* 17(2):79-88.
- . 1976b. Nährstoffe, Wasser und Durchwurzelung von Podsolon und Latosolen unter tropischem Regenwald bei Manaus/Amazonien. *Biogeographica* 7:45-58.
- . 1976c. Bilanzierung von Hauptnährstoffen im Ökosystem tropischer Regenwald (Manaus)-vorläufige Daten. *Biogeographica* 7:59-77.
- . 1977a. Preliminary data on nutrient release from decomposing leaf litter in a neotropical rain forest. *Amazoniana* 6(2): 193-202.
- . 1977b. Fine litter production and nutrient return to the soil in three natural forest stands of Eastern Amazonia. *Geo-Eco-Trop.* 1(2): 159-167.

- . Rodrigues, W.A. 1968. **Litter production in the Amazonian rain forest**. I, II. *Amazoniana* 1(4):287-310.
- . Rodrigues, W.A. 1971. **Matéria orgânica do solo na floresta amazônica de Manaus**. *Acta Amazônica* 1(1):69-72.
- . Rodrigues, W.A.; Bruning, E., Fitzpatrick, J.E. 1973. **Amazonian rain forest**. In: Golley, F. (ed.) *Amazonian rain forest*. Springer-Verlag, New York. pp. 113-120.
- Lieth, H.A.; Whittaker, R.H. (eds.) 1975. **Biogeography and ecology of the Amazon basin**. Springer-Verlag, New York. 339p.
- MacArthur, R. 1969. **Patterns of community structure**. Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Marques, J. 1976. **Contribuição ao estudo da vegetação da Amazônia**. ESALQ, Piracicaba. São Paulo, Brazil.
- . 1978. **A transferência horizontal de matéria orgânica na floresta amazônica**. Tesis de Ph.D. ESALQ, Piracicaba, São Paulo, Brazil.
- . Santos, J.M.; Villa Nova, N.A., et al. 1979. **Carbon flux between Belém and Manaus, Amazonia**. *Amazoniana* 5(2):155-160.
- Molion, L.C.B. 1975. **A climatonic approach to the Amazon basin with considerations for the future**. Wisconsin. 133 p.
- Nortcliff, S.; Thornes, J.B. 1978. **Water and the Amazon environment I. Objectives, experimental design**. *Amazonica* 8(2):245-258.
- Odum, H.T.; Pigeon, R.F. (eds.) 1970. **A study of the Amazon basin**. Oak Ridge, Ten., Estados Unidos, 300p.
- Pires, J.M. 1973. **Tipos de vegetação da Amazônia**. *Brasil*. 20:179-202.
- Prance, G.T. 1973. **Phytogeographic support for the Amazon Basin, based on evidence from the Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae and other families**. *Amazoniana* 1(4):287-310.
- . 1975a. **Flora and vegetation**. In: *Amazonian rain forest*. Springer-Verlag, New York. pp. 113-120.
- . 1977. **The phytogeographic support for the Amazon Basin, based on evidence from the Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae and other families**. In: *Amazonian rain forest*. Springer-Verlag, New York. pp. 113-120.
- . 1978. **The origin and evolution of the Amazon basin**. In: *Amazonian rain forest*. Springer-Verlag, New York. pp. 113-120.
- . Rodrigues, W.A., Silva, M.A. da. 1979. **terra firme no Km 30 da estrada Manaus-Belem**. *Amazoniana* 5(2):155-160.

- _____.; Elias, T.S. (eds.) 1977. **Extinction is forever**. The New York Botanical Garden, N.Y., Estados Unidos. 437p.
- Richards, P.W. 1952. **The tropical rain forest. An ecological study**. University Press, Cambridge. 450p.
- Salati, E.; Marques, J.; Molion, L.C.B. 1978. **Origen e distribuição das chuvas na Amazônia**. Interciência 3(4):200-206.
- _____.; Dall'Olio, A.; Matsui, E.; Gat, J.R. 1979. **Recycling of water in the Amazon Basin: An isotopic study**. Water Resources Research 15(5): 1250-1258.
- Santos, A.; Ribeiro, M.N.G. 1975. **Nitrogênio na água do solo do ecossistema campina amazônica**. Acta Amazônica 5(2):173-182.
- Schmidt, G.W. 1972. **Chemical properties of some waters in the tropical rain forest region of Central Amazonia along the new road Manaus-Caracará**. Amazoniana 3(2): 199-207.
- Schubart, H.O.R. 1977. **Crêterios ecológicos para o desenvolvimento agrícola das terras firmes da Amazônia**. Acta Amazônica 7(4): 559-567.
- _____. 1979. **Exame da situação atual da Hileia brasileira: ecologia florestal, atividade humana recente e preservação da biota**. In: Costa, J.M.M. da (ed.) *Amazônia: desenvolvimento e ocupação*. Rio de Janeiro, EPEA/INPES, Monogr. 29:89-102.
- Serrão, E.A.S.; Falesi, I.C.; Veiga, J.B. da; Teixeira Neto, J.F. 1978. **Produtividade de pastagens cultivadas em solos de baixa fertilidade das áreas de floresta do trópico úmido brasileiro**. EMBRAPA-CPATU, Belém, Brasil. 73p.
- Singer, R. 1978. **Origins of the deficiency of Amazonian soils - A new approach**. Acta Amazonica 8(2):315-316.
- _____.; Araújo, I.J.S. 1979. **Litter decomposition and Ectomycorrhiza in Amazonian forest. I. A comparison of litter decomposing and ecto-mycorrhizal Basidiomycets in latosol-terra-firme forest and white podzol campinarana**. Acta Amazonica 9(1):25-41.
- Sioli, H. 1950. **Das Wasser in Amazonasgebiet**. Naturwissenschaften 41(49):456-457.
- _____. 1951. **Estudo preliminar das relações entre a geologia e a limnologia da Zona Bragantina (Pará)**. Bol. Téc. Inst. Agron. N. 24:67-76.
- _____. 1967. **Studies in Amazonian waters**. In: Lent, H. (ed.) *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica*, 3 (Limnologia), Rio de Janeiro, Brasil. pp. 9-50.
- _____. 1968a. **Hydrochemistry and geology in the Brazilian Amazon region**. Amazoniana 1(3):267-277.
- _____. 1968b. **Principal biotypes of primary production in the waters of Amazonia**. In: Misra, R.; Gopal, B. (ed.) *Proc. Symp. Recent Adv. Trop. Ecol.*, ISTE, Varanasi. pp.591-600
- _____. 1975a. **Amazon tributaries and drainage basins**. In: Hasler, A.D. (ed.) *Coupling of land and water systems*. Springer-Verlag, New York, pp. 199-213.

- . 1975b. **Tropical rivers as express**.
F.B.; Medina, E. (eds.) **Tropical ec**
275-288.
- Smith, N.J.H. 1979. **A pesca no Rio Am**
- Sombroek, W.G. 1966. **Amazon Soils. A r**
region. Centre for Agricultural I
Netherlands. 292 p.
- Stark, N.; Jordan C. 1979. **Nutrient reten**
Ecology 59:434-437.
- Sternberg, H.O.R. 1956. **A água e o hom**
concurso á Cátedra de Geografia do
Brasil.
- . 1975. **The Amazon river of Bras**
- Silvester-Bradley, R.; Bandeira, A.G.; Oliv
de acetileno) em cupins (insecta:ls
8(4):621-627.
- ; Oliveira, L.A.; Podestá Filho, J
nitrogenase activity -fixing Azosp
Amazonia. Agro-Ecosystems (en pr
- Tricart, J. 1974. **Existence de périodes sèch**
voisines. *Revue Géomorph. dyn.* 23:
- Turenne, J.F. 1977. **Modes d'humifica**
toposéquences guyanaises. *Mém. OH*
- United Nations Educational, Scientific a
ecosystems: A state-of-knowledge re
Paris. 683p.
- Van Wambeke A. 1978. **Properties and po**
3(4):233-242.
- Vanzolini, P.E. 1970. **Zoologia sistemátic**
USP, Série Teses e Monografias 3:
- . 1973. **Paleoclimates, relief, and**
Megger, B.J.; Ayensu, E.S.; Duckw
comparative review. *Smithsonian In*
- ; Williams, E.E. 1970. **South An**
evolution of the Anolis chrysolepis s
Paulo, Brasil) 19:1-298.

- Villa Nova, N.A.; Salati, E.; Matsui, E. 1976. Estimativa da evapotranspiração na bacia amazônica. *Acta Amazônica* 6(2):215-228.
- Walker, I. 1978. Rede de alimentação de invertebrados das águas pretas do sistema Rio Negro. I. Observações sobre a predação de uma Ameba do tipo *Ameba discoides*. *Acta Amazônica* 8(3):423-438.
- Went, F.W.; Stark, N. 1968. *Mychorrhiza*. *Bioscience* 18: 1035-1039.
- Wetterber, G.B.; Pádua, J.M.T.; Castro, C.S. de; Vasconcelos, M.C. 1976. Uma análise de prioridades em conservação da natureza na Amazônia. PRODEPEF Série Técnica No. 8, PNUD/FAO/IBDF BRA/Brasília, IBDF, 44p.
- Yanase, C. da C.F. 1979. *Statistical aspects of hydrology in the Amazon River Basin*. Tesis de MS, Massachusetts Institute of Technology, Estados Unidos. 103p.

Investigación Agrícola

Producción de Cultivos Alimenticios Anuales en la Amazonia

Carlos Valverde S.*

Dale E. Bandy**

Introducción

No ha sido sorprendente constatar una vez más que, aunque se comenta mucho sobre la rica y exuberante Amazonía, poco se ha hecho para conocerla desde el punto de vista de su adaptabilidad para cultivos alimenticios anuales. Estos le permitirían sostener futuras migraciones que inevitablemente tendrán lugar como consecuencia de la presión demográfica existente y la necesaria expansión de las fronteras agrícolas de países como Brasil, Perú y Ecuador.

La vigencia del mito de la Amazonía, y la controversia sobre su futuro como área potencial para conjurar el espectro del hambre, se deben en gran parte a predicciones contradictorias que no han sido científicamente probadas y que han desorientado la toma de decisiones. Sin embargo, hoy en día existe información, aunque escasa, que sugiere que con el conocimiento científico adecuado (Sánchez y Buol, 1975; Alvim 1978, 1979; Serrão *et al.*, 1979; Toledo y Morales, 1979, etc.) es posible desarrollar su potencial agrícola en forma gradual, mediante una adecuada manipulación de las condiciones existentes y la coexistencia equilibrada de cultivos anuales, perennes y forestales, y del manejo animal.

La información que aquí se presenta está basada principalmente en las experiencias del INIA-NCSU*** en la zona de Yurimaguas (Perú) en un ultisol, y en la información obtenida por la UEPAE de Manaus**** en suelos ultisoles y de várzea vegas ribereñas de bosque húmedo estacionalmente inundadas) en Brasil.

* Jefe Programa Nacional de Investigación en Suelos y Director Ejecutivo Adjunto, Instituto Nacional de Investigación Agraria - Sinchi Roca 2778, Lima Perú.

** Jefe del Proyecto Yurimaguas INIA NCSU, Yurimaguas, Perú.

*** Proyecto de Investigación Agronomica y Económica en Suelos Tropicales, Convenio INIA-North Carolina State University Contrato AID csd 2806.

**** Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA.

La zona comprendida por el edáficas y climáticas y variables de la Amazonía (bosques húmedos de las condiciones de la subre siempreverde.

El Sistema de Agricultura Mi

El sistema de agricultura p
Amazonía es de tipo primitivo y
predominio de suelos muy mete

La agricultura migratoria es ampliamente (Popenoe, 1960; 1976). En Perú, ésta consiste en abandonar el bosque durante la época menos lluviosa, o picacheo, la quema y, finalmente, los campesinos usan instrumentos primitivos con el cual abren orificios en el suelo para los cultivos tales como maíz, arroz, etc. Los cultivos permanecen en el terreno hasta ser destruidos después de dos o tres años; luego se retiran y rebrote y crecimiento del bosque. Después de ocho a 20 años después, según la zona, se repite el ciclo.

Este sistema de agricultura mixta es el más adecuado para el cultivo en el trópico húmedo para el cultivo de maíz, practicado por más de 200 millones de personas en el mundo. Se estima que cubre el 44 por ciento de la superficie terrestre habitada y es el más rentable de los trópicos (FAO).

La agricultura migratoria, a pesar de que los salarios son bajos, podría ser considerada una unidad de mano de obra y por lo tanto el sistema conserva un equilibrio cuando los salarios son bajos, pero cuando esta relación se invierte, cuando la mano de obra masiva, ya sea por colonización o por migración, la agricultura con cultivos anuales se vuelve insostenible.

En el trópico húmedo los asentamientos se basaron en la agricultura migratoria. En los asentamientos de Tournaville, Caquetá (Colombia) y Marabá-

Los colonos han adoptado sistemas como pastoreo extensivo de bajo costo o cultivos de plantas permanentes en forma muy restringida, pero su subsistencia sigue supeditada al cultivo de las plantas anuales bajo agricultura migratoria (Kirby, 1977). Un análisis de esta situación, y la experiencia estudiada por Morán (1977) de colonos y nativos ("caboclos") en la Trans-amazónica, indica claramente que el éxito de la agricultura en la Amazonía está íntimamente ligado al conocimiento de las peculiaridades del clima, del suelo y de los recursos nativos. Efectivamente, el conocimiento de los suelos ha permitido a los caboclos seleccionar aquellos con un nivel de fertilidad muy superior al que seleccionan los colonos y utilizar especies adaptadas como la yuca. Los colonos, en cambio, siembran arroz, maíz, frijol y otros cultivos, generalmente sin fertilización y sin tecnologías apropiadas, en oxisoles y ultisoles de baja fertilidad.

Factores de Producción

El paso de la agricultura migratoria a la agricultura continua con cultivos anuales requiere análisis cuidadoso de los factores ambientales. El suelo puede aprovecharse mediante técnicas de manejo que incluyen principalmente un adecuado sistema de desmonte, aplicación de fertilizantes y enmiendas, incorporación de residuos y periodos de descanso (barbechos).

Las plantas se pueden también manipular mediante técnicas de manejo tales como la identificación de especies y variedades mejor adaptadas, sistemas de cultivo secuencial intercalado y de relevo, control de plagas, enfermedades y malezas.

El clima es manejable sólo indirectamente mediante las épocas de siembra y el uso adecuado del agua-lluvia. Los suelos de la Amazonía se tratan ampliamente en el capítulo de Cochrane y Sánchez, por lo cual nos limitaremos a la experiencia obtenida hasta ahora en relación con el manejo de los suelos en los cultivos anuales principalmente en el Proyecto Yurimaguas.

Factores climáticos

En el Cuadro 1 se presentan, con fines comparativos, los datos climáticos de las principales zonas de colonización de Colombia, Ecuador, Perú y Brasil en el área de influencia de la Amazonía y los correspondientes a la zona de Yurimaguas. El clima de ésta es tropical húmedo, con temperatura media anual de 26°C, con máxima absoluta anual de 35.8°C, mientras que la mínima promedio está en el orden de los 22°C, y la precipitación anual promedio es de 2359 mm/año, según datos de 21 años, de la Corporación

Cuadro 2. Distribución mensual de la precipitación durante 1975 y 1976 en Yurimaguas, Perú.

Variable	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Annual
1975													
Total (mm)	231	235	396	53	296	182	140	87	141	177	195	360	2493
(%)	9	10	16	2	12	7	6	4	6	7	8	15	100
1976													
Total (mm)	382	67	222	245	167	93	65	126	129	401	230	219	2345
(%)	16	3	10	10	7	4	3	5	6	17	10	9	100
Promedio 23 años													
Total (mm)	222	218	220	240	182	102	91	94	157	216	210	206	2158
(%)	10	10	10	11	9	5	4	4	7	10	10	10	100
Temperatura promedio para 1977 (°C)													
Máxima	30.8	31.5	31.0	30.5	30.6	30.6	33.1	32.0	32.6	32.1	31.7	31.1	31.2
Mínima	22.0	22.2	22.3	21.9	22.5	21.9	17.9	19.9	19.6	21.1	21.1	21.2	21.1

La evapotranspiración potencia determina que el suelo permanente permite el cultivo de plantas a precipitación, el problema fundamental es la irregular distribución de las lluvias en junio de 1976, más del 70% consecutivos. Durante el resto del déficit de agua. Por el contrario, distribuyeron en 19 días lluviosos agua. Con un escalonamiento a manejo agronómico se podrían

Métodos de desmonte

Las técnicas de desmonte se describen en Serrão en este libro; nosotros nos limitamos a lo pertinente a los cultivos anuales. Se comparó utilizando un tractor de orugas con cuchilla corriente, en un bosque de la Estación Experimental de Yuruatama, en cultivos de arroz, maíz, soya, yuca, y otros, los cuales se aplicaron tratamientos con una enmienda calcárea (Cuadro 1). Los tratamientos tradicionales de roza, tumba y quema, y adicionales (Seubert *et al.*, 1977) se compararon con el desmonte mecanizado usando principalmente a: a) la ausencia de nutrientes, b) la incorporación a través de las cenizas, c) por acción del equipo pesado, d) la infiltración, y e) remoción de la capa superficial natural desnivel de los suelos en

Las cenizas y el material pariente se aplicaron como aporte en nutrimentos, y los análisis de pH del mismo, y en P, Ca, Mg, y K, mostraron una disminución del Al intercambiable (Seubert *et al.*, 1974). La adición de 53 kg/ha de cenizas fue importante debido a la gran deficiencia de nutrientes para la producción (Villachica, 1978).

Con respecto a la compactación del suelo, se aplicó agua al cabo de un mes (Figura 1) para el desmonte manual y con tractor mecanizado. Esta diferencia fue

desmante; estos resultados indican que este ultisol con capa superficial arenosa es muy susceptible a la compactación cuando se usa maquinaria pesada.

Cuadro 3. Efecto de dos métodos de desmante en la producción de cultivos en Yurimaguas. (Los rendimientos son el promedio del número de cosechas indicadas en paréntesis.)

Cultivos	Nivel de fertilidad*	Método de desmante		Ventaja: (bulldózer vs. quema)
		Roza, tumba y quema	Bulldózer	
		t/ha**		%
Arroz de secano (3)	Ninguno	1.3	0.7	53
	NPK	3.0	1.5	49
	NPK-cal	2.9	2.3	80
Maíz (1)	Ninguno	0.1	0.0	0
	NPK	0.4	0.04	10
	NPK-cal	3.1	2.4	76
Soya (2)	ninguno	0.7	0.2	24
	NPK	1.0	0.3	34
	NPK-cal	2.7	1.8	67
Yuca (2)	Ninguno	15.4	6.4	42
	NPK	18.9	14.9	78
	NPK-cal	25.6	24.9	97
<i>Panicum maximum</i> (6)				
	Ninguno	12.3	8.3	68
	NPK	25.2	17.2	68
	NPK-cal	32.2	24.2	75
Rendimientos relativos promedio				
	Ninguno			37
	NPK			47
	NPK-cal			48

* 50 kg/ha de N, 172 kg/ha de P, 40 kg/ha de K, 4 ton/ha de cal.

** Rendimiento de granos de arroz, maíz y soya; raíces frescas de yuca; materia seca anual de *Panicum maximum*.

Fuente: Seubert *et al.*, 1977

La remoción parcial de la capa superficial del suelo al usar maquinaria pesada disminuye la materia orgánica. Esta situación ha sido constatada por Seubert y colaboradores (1977), quienes observaron que las parcelas limpiadas con bulldózer tenían menores cantidades de N total y C orgánico. Los efectos negativos del desmante mecánico en el suelo también han sido observados en Surinam (Van der Weert, 1974).

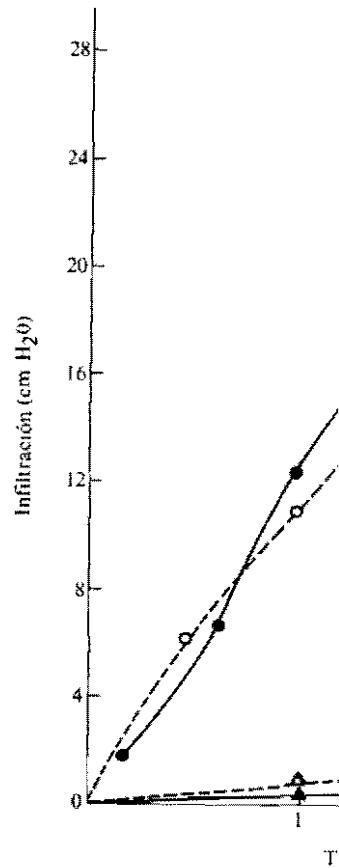


Figura 1. Efecto de dos métodos de desmonte en la infiltración de agua, seis meses después de desmontar en Yurimaguas, Perú. (Fuente: S. ...)

Estudios preliminares realizados en un oxisol (latosol amarillo arcilloso) como mecanizado no dan lugar a una alta tasa de infiltración y la compactación de nutrientes disponibles a través de la necesidad de agregar fertilizantes fosforados.

Los métodos de desmonte tienen implicaciones no solamente desde el punto de vista técnico sino también económico. Por ejemplo, en el caso del Perú, los costos de desmonte mecanizado de una hectárea de bosque son tres veces más altos que los del método tradicional. En vista de las dificultades del desmonte mecanizado, los métodos tradicionales continúan siendo los más prácticos.

Adaptación de Cultivos Anuales a la Amazonía

Entre los cultivos anuales se encuentran arroz de secano, maíz, soya, maní, caupí y yuca. El Cuadro 4 presenta los caracteres agronómicos descriptivos de estos cultivos. Las experiencias obtenidas se refieren a los aspectos de adaptación varietal y manejo agronómico con énfasis en la interacción con el suelo.

Arroz. El sistema más común de cultivo del arroz en la Amazonia es el de secano, en el cual se cultiva como cualquier otro producto, es decir, sin inundación, trasplante o formación de diques, y depende completamente del régimen de lluvias. El arroz de secano cubre parte del área sembrada en agricultura migratoria en la Amazonía. Una amplia revisión del arroz de secano como cultivo para la selva amazónica del Perú ha sido hecha por Sánchez (1972), Kawano y otros (1972) y en términos globales por el International Rice Research Institute (IRRI).

Desde 1969 se han probado en la zona de Yurimaguas cientos de líneas procedentes del IRRI y del Programa Nacional de Arroz del INIA. Solamente una introducción, IR-4-2, ha demostrado continuamente buena tolerancia al añublo causado por *Pyricularia oryzae*. Incluso en condiciones de deficiente humedad del suelo, rara vez el ataque ha afectado más del 2 por ciento de la población. En condiciones de deficiencia de K y/o humedad del suelo, esta variedad sufre ataques severos de helminthosporiosis (*Helminthosporium oryzae*). En condiciones de buena fertilidad y humedad del suelo (ultisol), da rendimientos experimentales de 4.5 ton/ha.

En agosto de 1979, se introdujeron nueve líneas de arroz de secano de la serie TOX con cierta resistencia al añublo, procedentes del International Institute for Tropical Agriculture (IITA) de Nigeria, las cuales han sido comparadas con el IR-4-2 y con una variedad de porte alto, tradicional de Yurimaguas, denominada "Carolino". Estas introducciones han mostrado excelente resistencia al añublo, buen rendimiento potencial, precocidad y ausencia de síntomas de ataque de *Helminthosporium oryzae* y escaldado de la hoja (*Rhizoctonia oryzae*).

Cuadro 4. Caracteres agronómicos descriptivos de seis cultivos anuales de importancia en la agricultura de los trópicos húmedos de la Amazonia.

Cultivo	Especie	Características	Adaptación	Defectos	Utilización
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	Herbácea erecta de 0.60 a 1.50 m de altura; período vegetativo 110 a 150 días.	Resistencia a insectos y enfermedades; no requiere inundación.	Bajo rendimiento potencial; relativa respuesta a la aplicación de fertilizantes.	Consumo directo en la alimentación.
Maíz	<i>Zea mays</i>	Erecta de 1.50 a 2.00 m de altura; período vegetativo de 90 a 120 días.	Poco resistente a suelos ácidos y Al; poco resistente a altas temperaturas diurnas y nocturnas.	Muy atacado por insectos y enfermedades.	Verde para la alimentación; cultivo industrial para harinera.
Soya	<i>Glycine max</i> (L) Merr.	Herbácea, erecta de 0.30 a 1.50 m de altura; buen potencial	Requiere condiciones favorables de fertilidad y humedad.	Baja viabilidad de la semilla; requiere de <i>Rhizobium</i> especial	Industrial; consumo directo; forraje y

En el área amazónica, principalmente en Brasil, se ha dado fuerte impulso al cultivo de arroz en las várzeas, y el potencial de estos suelos para el cultivo estacional del arroz parece ser promisorio. En Perú se han adaptado en la Estación Experimental de San Roque, Iquitos, dos variedades ("Chancay" e "Inti") con rendimientos de 3.5-4.0 y 4.0-5.0 ton/ha, respectivamente; ambas son resistentes al añublo y tienen un período vegetativo de 120 a 130 días. En el caso de Brasil, la UEPAE de Manaus ha introducido líneas provenientes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia, del IRRI (Filipinas), y del Instituto Agronomico de Campinas (IAC) en Brasil. Los resultados preliminares indican rendimientos entre 4.0 y 5.0 ton/ha. Actualmente se está sembrando la variedad denominada BR-1, cuyo rendimiento a nivel experimental alcanza 5.0 ton/ha.

Maíz. Es el cultivo alimenticio que ocupa el segundo lugar en cantidad producida en América tropical, a pesar de ocupar el primer lugar en área sembrada. En la Amazonía, el maíz es parte de los sistemas de la agricultura migratoria; sin embargo, los cultivares normalmente empleados son de baja productividad, de porte alto, susceptibles al volcamiento, a la baja fertilidad y, sobre todo, a la toxicidad por Al.

La selección de variedades en Yurimaguas se inició en 1976 con el objeto de obtener: a) variedades de alto potencial productivo en sistemas de cultivo con alta y baja energía; b) tolerancia a las enfermedades y plagas prevalentes, como helmintosporiosis (*Helminthosporium* sp.), pudrición de la mazorca (*Diplodia* sp.) y barrenador del tallo (*Ostrinia nuvelalis*); c) plantas de porte bajo para evitar el volcamiento; y d) selección de poblaciones no híbridas a fin de que los agricultores puedan seleccionar y producir su propia semilla.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) tiene amplia información sobre este cultivo. Cerca de 20 selecciones tropicales provenientes del germoplasma del Programa Nacional de Maíz y del CIMMYT se han probado, utilizando como testigo un compuesto denominado "Amarillo Planta Baja" y las variedades tradicionales Polvozero y Cuban Yellow, y un híbrido específico para la selva del Perú, el PMC-747. Estas selecciones han demostrado buen potencial productivo, buena distribución fotosintética y buenas cualidades de llenado de grano, aunque el tamaño de las plantas es una de sus principales desventajas.

En Brasil, la UEPAE de Manaus está probando 20 cultivares oriundos del CIMMYT y compuestos mejorados con genotipos existentes en la Amazonía (Crioula de Roraima, Cavalo, Común, Boca de Acre y Vermelho). Los resultados hasta el presente indican que para suelos de

várzea, la variedad Piranão sem rendimientos de 4.5 ton/ha. En variedades Piranão, Mezcla Amadentado (BR-104), Tropical Inter buen comportamiento.

Soya. En los últimos tiempos área de cultivo. Principalmente Colombia. Aunque su habitat se húmedas (Rachie y Roberts, elevaciones intermedias y latitud literatura sobre el cultivo de la para el caso de la cuenca amazónica escasa.

En Yurimaguas el cultivo fue Programa de Suelos Tropicales rotación de arroz-maíz-soya. La y rendimientos de grano que llega de manejo y fertilidad de suelo.

La mayoría de los cultivares de Estados Unidos, siendo los má y Jupiter. De los tres, Jupiter se fertilidad de los suelos y, sobre importante el hecho de que los usan para consumo doméstico y constante demanda, y se está harina y queso de soya.

La selección del cultivo de soya a enfermedades que impiden periodos de lluvia prolongados. (*Cercospora sojina*), tizón de la (*D. varsojiae*) y mancha púrpura (rendimientos y calidad de la época de llenado del grano. Otro genotipos con buena viabilidad

Al respecto, desde septiembre seleccionados para los trópicos Soybean Program (INTSOY). potencial de rendimientos y bu Hardee, Davis, Tunia e Improve

Maní. Cultivo introducido en 1974 a la zona de Yurimaguas para rotación dentro del Proyecto Internacional de Suelos Tropicales INIA-NCSU. El maní aparentemente no tiene limitaciones en cuanto a la fecha de siembra, su nodulación es abundante y las bacterias nitrificantes nativas son muy eficientes.

Uno de los problemas del maní es la incidencia de trips, probablemente *Schtothrips dorsalis* y *Frankliniella schultzeae* que podrían ser agentes causales de una virosis incipiente. En cuanto a la roya (*Puccinia arachidis*), la resistencia a ésta se encuentra precisamente en el cultivar nativo peruano Blanco de Tarapoto (PI 259747), que está siendo utilizado en los programas de mejoramiento a nivel mundial.

Los bajos niveles de Ca en el suelo parecen ser el principal factor limitante; sin embargo, con el encalado se vienen observando excelentes resultados.

Caupí. Es un producto de gran importancia en la dieta de la población amazónica, y está considerado como el cultivo más extendido en el Estado de Amazonas (Brasil) debido a sus propiedades organolépticas, su alto contenido proteínico y calórico.

El caupí ha adquirido especial importancia en el trópico húmedo en razón de que allí el frijol común (*Phaseolus vulgaris*) no se adapta a las condiciones ecológicas y es muy susceptible a plagas y enfermedades; además, la demanda local y nacional de caupí es mayor que la del arroz.

Con la ayuda del IITA, 28 líneas, 19 indeterminadas semierectas y 9 determinadas, se han comparado con un cultivar local determinado en Perú. Los resultados preliminares indican que las líneas indeterminadas son las que mejor se adaptan a las condiciones del área para el caso de cultivos en rotación consecutiva, debido principalmente al mayor período de floración y formación de la vaina que determina una menor susceptibilidad a la sequía, al aborto de flores y al ataque de trips, y al mejor aprovechamiento del N residual, que permite a las plantas permanecer verdes durante todo el período de cosecha. De esta manera se puede incorporar una mayor masa vegetal en el suelo, y la actividad de los nódulos no se paraliza durante el período de llenado de la vaina.

Cuando se trata de cultivos intercalados, un cultivar precoz del tipo determinado es el más deseable debido a la menor competencia con el crecimiento lento del cultivo acompañante.

En el Estado de Amazonas (cultivares que han sido probados destacándose la variedad IPEAN es de 1.5 ton/ha, y tiene un gran pH húmedo.

Yuca. Se la conoce también en mandioca y tapioca. Es una raíz t infértiles, frecuentemente muy á condiciones de baja fertilidad, a m dentro de un ciclo rotativo de cu

En el pasado, el mejoramiento pero en años recientes el CIAT le merece.

Las experiencias en el llano am grandes áreas de oxisoles y u desarrollarse con niveles bajos traciones elevadas de Al y Mn. comporta bien aun en áreas don distribuidas.

En la Amazonía se calcula q promedio de 65 kg/habitante fertilizantes, varían de 8 a 20 ton

Los programas de identificació aquellos más adaptados a las conc el área de influencia de Yurimag recolectadas en el Huallaga Cent han determinado como las más p periodos vegetativos de 11 meses: (30 ton/ha), Motelo Blanco-HC y Chica (26 ton/ha). No existen ma cuanto a enfermedades e insectos

En la zona amazónica de Brasil satisfactorias para tierra firme so que para áreas de várzea las mejor ton/ha), Macaxeira Amarela (1 ton/ha). También se encuentran banco de germoplasma del Centr Fruticultura (CNPMPF) con la

rendimientos superiores a los actuales. El principal problema encontrado en esta área es el superalargamiento causado por el hongo *Sphaceloma manihoticola*.

Sistemas de Cultivos con Plantas Anuales

Los cultivos anuales como parte de los sistemas agrícolas han sido examinados en la zona del trópico húmedo amazónico.

Sistema intercalado. Es el cultivo de dos o más especies que se desarrollan simultáneamente, ya sea en el mismo surco o surcos alternos en una misma área, o en la misma área pero no en surcos.

Sistema de relevo. Consiste en sembrar un segundo cultivo antes de cosechar el primero, particularmente durante su floración.

Sistema consecutivo. Es la siembra de un cultivo subsiguiente después de haber sido cosechado el anterior, que puede ser una misma especie (monocultivo) o diferentes especies (rotación).

Sistema intercalado

Es el más utilizado de todos los sistemas de cultivo en el trópico húmedo amazónico. La práctica común en esta zona es sembrar simultáneamente arroz de secano, maíz, yuca y plátano, y a veces piña.

El arroz es el primer cultivo que normalmente se siembra a distancias aproximadas de 50 a 60 cm; el maíz y la yuca se siembran con un espaciamiento de 1.0 a 2.0 m, y el plátano y la piña a una distancia de 3.0 a 5.0 m, lo que permite un adecuado desarrollo de su follaje después de la cosecha del arroz. Después de cosechada la yuca, en algunos casos se siembran plantas horticolas o leguminosas, a las que no afecta la sombra, para utilizar el espacio entre las plantas de plátano.

Los resultados experimentales obtenidos en Yurimaguas (Wade, 1978) indican que cultivos intercalados de maíz y soya en el mes de mayo, yuca en los surcos del maíz en el mes de julio, yuca y caupí en crecimiento en el mes de septiembre (Figura 2), presentan una Relación de Equivalencia de Tierra (RET) (Land Equivalent Ratio) de 1.15. Un valor RET mayor de 1 refleja la ventaja relativa del cultivo intercalado en relación con el monocultivo, y los dos primeros decimales, el porcentaje de diferencia.

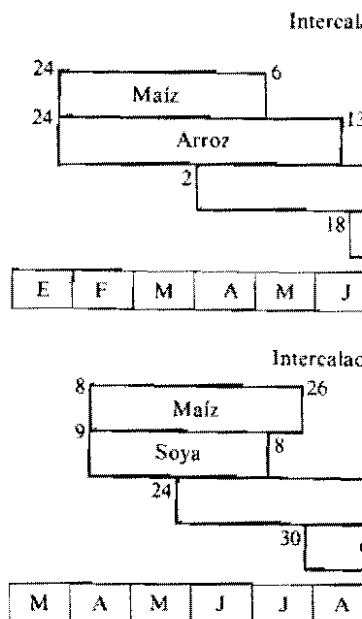


Figura 2. *Sistemas de cultivo*
(Fuente: North Carolina State University)

Wade (1978) incrementó el rendimiento del arroz utilizando el modelo de la Figura 2. Sin embargo, las condiciones generales disminuyó el rendimiento del arroz en ton/ha (Cuadro 5). Sin embargo, en los sistemas intercalados fue siempre superior al cultivo de combinación arroz-maíz, sin aplicación de fertilizante.

El cultivo intercalado maíz-arroz se desarrolla más rápidamente que el arroz solo, ya que se cosecha antes del espigado. El arroz es retardado por el maíz y después de la cosecha del maíz, los rendimientos relativamente altos del arroz se radica en la diferencia en el período de crecimiento: 105 días y el arroz a los 140 días de crecimiento en suelos de várzea (César, 1980). La rentabilidad económica del cultivo intercalado es superior al cultivo de sembrado 30 a 45 días después de la cosecha del maíz.

Cuadro 5. Rendimiento de los cinco sistemas intensivos de cultivos múltiples en Yurimaguas, 1975.

Sistema de cultivo	Cultivo	Niveles de fertilizante		
		Nada	Bajo NPK-cal*	Alto NPK-cal**
			ton/ha	
1. Secuencia de cultivo triple	Arroz	1.78	2.37	2.34
	Maíz	0.24	0.64	0.79
	Mani	1.59	1.72	1.43
2. Intercalado en surcos en relevo	Arroz	1.42	1.42	1.57
	Maíz	0.10	0.30	0.60
	Mani	0.68	0.61	0.53
	Yuca	12.10	15.60	17.00
3. Intercalado en relevo. 2 semanas de su-perposición	Arroz	2.07	2.04	2.30
	Maíz	0.68	0.77	1.05
	Mani	0.78	0.95	1.22
	Caupí	0.23	0.21	0.17
4. Intercalado en relevo. 4 semanas de su-perposición	Arroz	2.21	2.65	2.67
	Maíz	0.14	0.36	0.40
	Caupí	0.47	0.62	0.52
5. Intercalado en filas. 3 secuencias	Arroz	1.31	1.40	1.57
	Maíz 1	0.06	0.34	0.62
	Mani	1.33	1.25	1.44
	Maíz 2	0.05	0.46	1.09
	Caupí	0.61	1.77	0.36
	Maíz 3	0.53	0.55	1.79

* 0.5 ton de cal/ha y 48 kg/ha de P incorporados antes de la primera siembra. El N y K aplicados a cada cultivo como sigue: (kg/ha de N y kg/ha de K), arroz 30y19; maíz 50y30; mani y caupí 0y30; mani y caupí 0y30; yuca 0y0.

** El doble de las cantidades anteriores.

Las ventajas inherentes a este sistema radican en la reducción de la competencia por la luz, agua y nutrimentos, en que se utiliza mejor la energía solar disponible y el manejo de los suelos, y el control de las enfermedades, insectos y malezas son más eficientes. Además permite el crecimiento de diferentes cultivos al año y, por ende, la diversificación de los alimentos. También se adapta mejor a las condiciones del pequeño agricultor quien normalmente dispone de mano de obra, pero carece de crédito para la compra de insumos y tiene áreas limitadas de cultivo.

Cuando se usan solamente cultivos anuales, estas experiencias no pueden generalizarse para cualquier área de la Amazonía, ya que un diseño

de cultivos intercalados requiere tipo de suelo y fertilidad, tipo de períodos críticos de mano de obra. Los cultivos intercalados son los más dinámicos y producen altos niveles de productividad económica y tecnológica. En efecto, en la agricultura intensiva y comercial, el cual requiere altos rendimientos que los cultivos intercalados, ser más adecuado que el sistema de cultivos, discutirá más adelante.

Es necesario aclarar, sin embargo, que los cultivos perennes y anuales ofrece perspectivas de desarrollo suficiente capital. Así, por ejemplo, en el caso con éxito un sistema intercalado de cultivos permanentes de caucho (*Hevea*).

Sistema de relevo

La siembra de un segundo cultivo durante la floración o cosecha del primero es el sistema de mayor número de cultivos anuales en un año consecutivo en rotación. Las ventajas de inversión de capital y mano de obra son menores, una sola preparación y fertilización, menor competencia entre cultivos, pero los rendimientos son altos que los otros sistemas intercalados.

Este sistema ha sido experimentado en El Salvador (Benites, 1977), y los resultados muestran que los cultivos al año con la adición de un cultivo obtuvo en El Salvador hasta siete cultivos. Los factores locales para el cultivo, variedad, espaciamiento, y el control de malezas sobre el siguiente cultivo Bandy de la yuca dentro del surco del maíz, su crecimiento acelerado; sin embargo, el maíz no es afectado. El Cuadro 6 muestra los resultados de la siembra al mismo tiempo, en comparación con después de la yuca.

Cuadro 6. Rendimientos de maní y yuca intercalados en tres modalidades de relevo.

Siembra del maní respecto a la yuca	Rendimiento	
	Maní	Yuca
	kg. ha	
Al mismo tiempo	1264	15,400
20 días después	596	16,800
20 días después (las plantas de yuca se cortan a una altura de 15 cm)	948	16,500

Monocultivos

El sistema de cultivo continuo de una misma planta, según la experiencia de Yurimaguas, ha producido una drástica y continua disminución del rendimiento de cultivos anuales tales como maíz, arroz, soya y maní. El Cuadro 7 muestra la reducción de rendimientos debido al clima, enfermedades e insectos en la práctica del monocultivo.

Cuadro 7. Reducción de rendimientos (en ton/ha) debida a la práctica del monocultivo en Yurimaguas.

Cultivo	Secuencia de monocultivos					
	1	2	3	4	5	6
Maíz	4.0	4.4	2.7	1.5	1.7	1.6
Arroz	3.9	3.3	3.1	2.5	1.4	1.3
Soya	3.4	2.5	3.5	3.4	2.2	1.0
Maní	3.3	3.0	2.5	2.0	2.5	2.1

En el caso del arroz de secano, el principal factor limitante para su cultivo continuo es la falta de lluvia en ciertos períodos del año y la alta incidencia de helmintosporiosis causada por *Helminthosporium oryzae*. Durante períodos de falta de humedad, normalmente la población de plantas es pobre, no sólo por la sequía, sino porque el arroz se vuelve susceptible al fuerte ataque de topo-grillos o verraquitos de tierra (*Gryllotalpa sp.*), que devoran las plántulas poco después de la germinación.

El monocultivo del maíz, además de sufrir escasez de agua, presenta una incidencia gradual de infestación del barrenador del tallo (*Ostrinia*

nuveladis). La maduración de la soja por la precipitación ocasiona dificultad por la presencia de hongos que afectan la calidad de la pudrición de la mazorca.

En el caso de la soja, la distribución de las enfermedades por la humedad durante la estación lluviosa, tanto en la soja como en el maíz, es muy frecuente. Por otro lado, el exceso de humedad afecta la formación de la vaina y el llenado de las vainas abortan, y los granos que se forman son de menor calidad.

No parece haber restricciones para el cultivo del maíz; sin embargo, se presenta una enfermedad estrechamente relacionado con la alta población de nemátodos (*Pratylenchus*) que afecta el rendimiento económico.

Se puede concluir que el monocultivo de la soja es una alternativa económica para el cultivo de la soja en un sistema que crea ambientes propicios para la proliferación de patógenos; no obstante, la mayor producción de soja no se presenta en un sistema de cultivo.

Sistema consecutivo de cultivo

Este sistema de cultivo continuo se estudió bajo las condiciones estudiadas en el presente trabajo, los factores limitantes encontrados en el monocultivo. La rotación de cultivos de una especie anual, las condiciones climáticas y la humedad del suelo adecuada a fin de evitar la proliferación de enfermedades. La Figura 3 muestra el resultado cuando se cambió de una secuencia de arroz-soya-maíz a arroz-soya-maíz. Como consecuencia de los niveles de fertilización, los que se aplicaron a la soja y el maíz; sin embargo, el rendimiento de la soja y el maíz no se incrementó y la fertilización no se incrementó solamente por efecto de la rotación.

La posibilidad práctica y económica de la rotación en una misma área por la rotación (Figura 4).

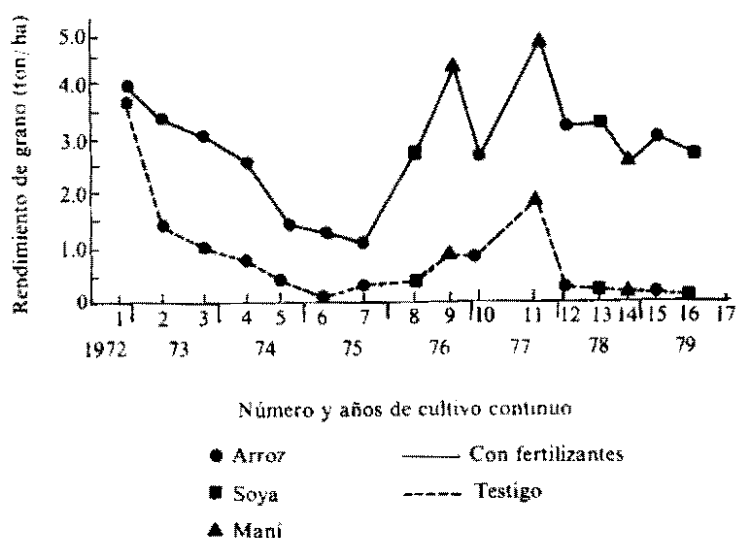


Figura 3. Rendimiento de grano en un sistema de cultivo continuo arroz-soya-maní en Yurimaguas, 1972-1979.

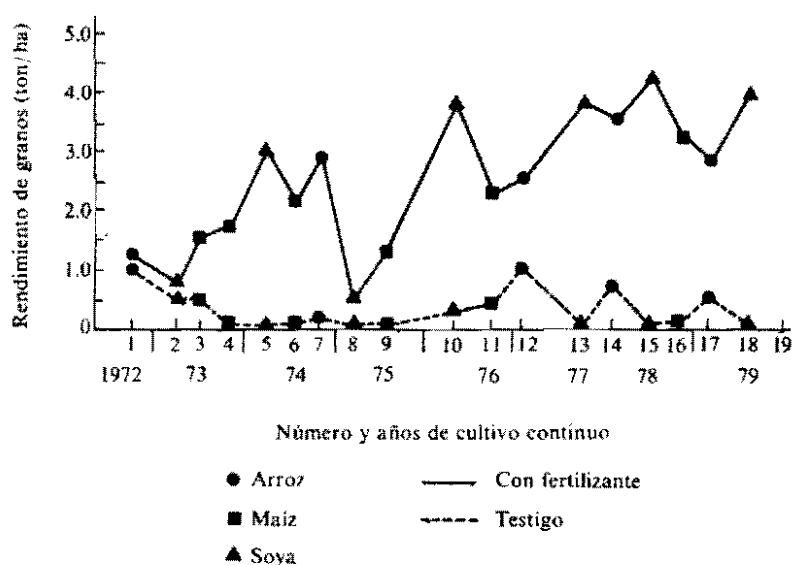


Figura 4. Rendimiento de granos en un sistema de cultivo continuo arroz-maíz-soya en Yurimaguas, 1972-1979.

Una vez que se determinó en manejar el suelo en ambas rotas promedio de granos del orden (arroz-soya-maní y arroz-maíz-ahora por más de tres años. Es obtenidos cuando cualquiera de recién desmontado mediante el

El cultivo continuo en forma i en la Amazonía y constituye agricultura migratoria existente áreas adecuadamente con semill

Distanciamiento, población y

El método tradicional de siemb cantidad de obstáculos tales como pueden evitarse en el campo. E distancia de 50 x 50 cm; el maíz, l arroz, alternando generalmente l 2.0 m y 1.0 m, respectivamente rápidamente, se siembra al azar

Los experimentos sobre distan se llevan a cabo para cada especie potencial de las nuevas variedades. Los resultados se muestran en el C de siembra más adecuadas para fechas de siembra confirman la r poca probabilidad de éxito con

Los resultados registrados e densidades óptimas algo me probablemente a la menor preci

Malezas

Hay dos factores que probab agricultura migratoria: la dismi nutrientes del suelo, y la prese

Se necesitan más de cinco años las malezas de tipo gramíneo.

Cuadro 8. Distanciamiento, población y época de siembra de cultivos anuales en Yurimaguas, Perú, y Manaus, Brasil.

Cultivo	Distanciamiento		Población		Época de siembra	
	Yurimaguas	Manaus	Yurimaguas	Manaus	Yurimaguas	Manaus
	cm		planta/ha		días y mes	
Maíz	80 x 25	100 x 40	50.000	25.000	20/ 7 a 15/10	25/10 a 15/12
Soya	60 x 8	(*)	200.000	(*)	01/ 9 a 01/10	(*)
Arroz	25	30 x 30	25.000—100.000	30.000—35.000	15/10 a 01/02	01/10 a 30/11
Maní	60 x 11	(*)	150.000	(*)	01/04 a 30/09	(*)
Caupi	50 x 10	40 x 10	200.000	250.000	15/05 a 30/07	01/08 a 30/09
Yuca	100 x 50	100 x 100	20.000	10.000	Todo el año	01/11 a 30/01

(*) Sin información

Fuente: INTA-NCSU EMBRAPA-UEPAE.

De esta manera, si el agricultor que las malas hierbas hayan sido normalmente un segundo cultivo, incapacidad de controlar las malezas a través de las cenizas de biomasa quemada. Una alternativa podría ser una rotación prolongada toda vez que un año de siembra retrasa el desarrollo de las malezas. Este procedimiento en muchos casos obtiene rendimientos altos. Bandy (1977) pasó de 1.0 a 3.4 toneladas por hectárea, respectivamente. Cuando el problema es el éxito de un cultivo anual en las zonas de control preventivo o temprano.

Las malezas más comunes en la zona de Yurimaguas son la ilusí (*Eleusine indica*), bolsa mullaca (*Pyllantus niruri*), airambo (*Taeniocera pilosa*) usualmente se presenta en grandes cantidades. Las más frecuentes son paja comino (*Echinochloa crusgalli*), ucsa (*L. virgatum*) cortadera (*Cyperus digitatus*) (Lewis, 1979).

Coberturas (mulches)

El uso de coberturas como prácticas de conservación en el trópico húmedo permite conservar las malezas, reducir la compactación, reducir la tasa de infiltración del agua en el suelo, desventajas durante el período de crecimiento el suelo permanece cerca del punto de compactación, así como un medio ambiente para las enfermedades.

El Cuadro 9 muestra la gran variación en el rendimiento en los cultivos de maíz durante cuatro años y para 22 cultivos, el rendimiento de los casos fue mínimo. En el caso de la ucsa hubo mayor diferencia en el cultivo.

Cuadro 9. Efecto de la cobertura sobre los rendimientos de varios cultivos.

Experimento	Cultivo	Rendimiento		Autor	Fecha
		Con cobertura	Sin cobertura		
		kg/ha			
Sistema 1	Soya	2450	1840	D. Bandy	Julio 1979
Sistema 3	Maiz	3950	2710	D. Bandy	Julio 1979
Sistema 3	Arroz	1870	2800	D. Bandy	Feb. 1979
Sistema 1	Arroz	1850	2800	D. Bandy	Feb. 1979
Sistema 3	Soya	2800	3110	D. Bandy	Oct. 1978
Sistema 1	Mani	2350	2320	D. Bandy	Oct. 1978
Sistema 3	Maiz	4530	4040	D. Bandy	Jun. 1978
Sistema 1	Soya	3120	2920	D. Bandy	Jun. 1978
Sistema 3	Arroz	2640	3000	D. Bandy	Ene. 1978
Sistema 1	Arroz	2650	2630	D. Bandy	Ene. 1978
Sistema 1	Mani	2800	2200	D. Bandy	Sept. 1977
Sistema 3	Maiz	4300	3900	D. Bandy	Sept. 1977
Sistema 3	Arroz	2063	2589	D. Bandy	Feb. 1977
Sistema 1	Arroz	1298	2445	D. Bandy	Feb. 1977
Sistema 3	Maiz	2965	3610	H. Villachica	Abr. 1976
Sistema 1	Soya	2213	2546	H. Villachica	Abr. 1976
Sistema 3	Soya	1933	2300	H. Villachica	Sept. 1976
Sistema 1	Mani	4167	4133	H. Villachica	Sept. 1976
Rastrojos	Soya	1000	1040	M. Wade	1974
Rastrojos	Caupi	640	740	M. Wade	1975
Rastrojos	Mani	2530	2880	M. Wade	1975
Rastrojos	Arroz	2310	2740	M. Wade	1975
Promedio		2556	2488		

Experimentos sobre fechas de siembra (Figura 5), no mostraron mayor excepción de la fecha de siembra (debido a un período seco que se presentó en julio/agosto/septiembre/lluvia/mes), el cual coincidió con

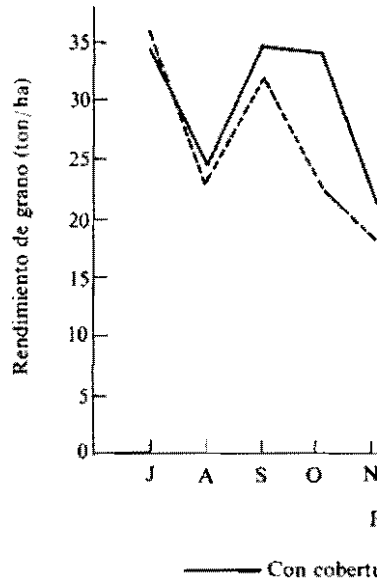


Figura 5. Efecto de la cobertura en el rendimiento de la siembra.

El uso de la cobertura en el verano, en condiciones de deficiencia de agua durante el ciclo de cultivo, usualmente respondió a las coberturas utilizadas sobre épocas de siembra muestradas en el año (Figura 6).

El efecto de las coberturas en la reducción de la menor pérdida de agua ha sido estudiado, y se ha encontrado que la temperatura de los 10 cm de suelo disminuye durante los días calientes y con las coberturas.

Se puede afirmar, en términos generales, que el efecto favorable sobre el control de la erosión es el año. Por el contrario, con experimentos negativos, especialmente en el caso de las coberturas.

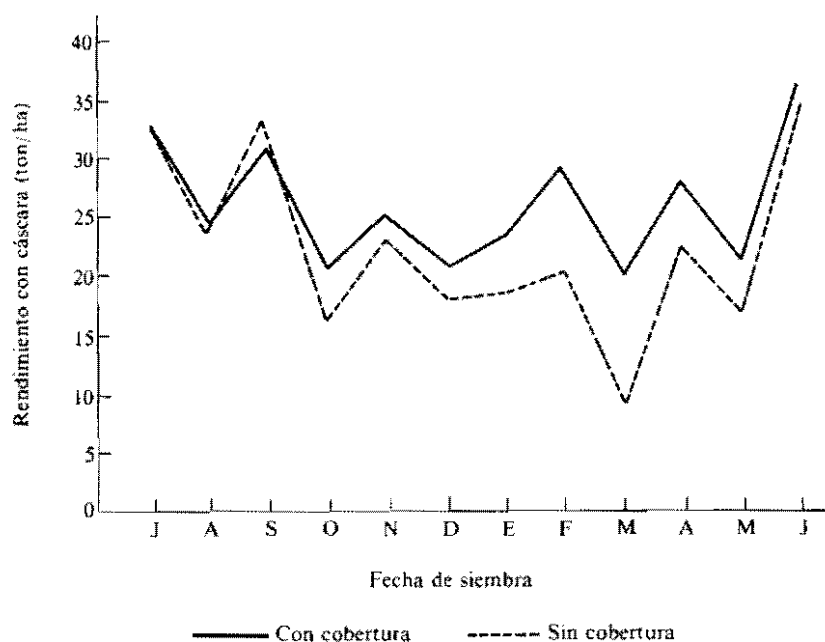
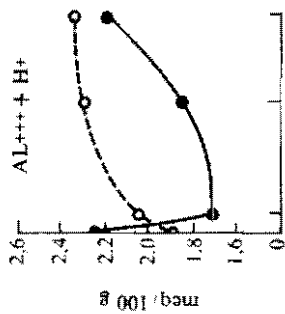
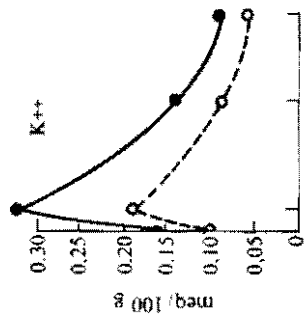
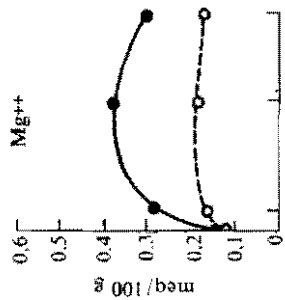
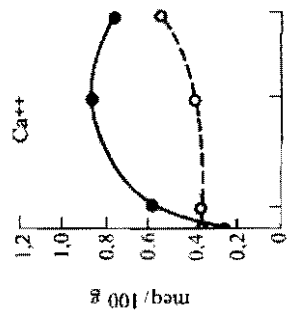


Figura 6. Efecto de la cobertura en el rendimiento de maní en relación con las fechas de siembra.

Fertilización

Nueve años de investigación en un ultisol típico del área de Yurimaguas indican que es factible obtener rendimientos adecuados de arroz, maíz, soya y maní en forma continua. La clave del éxito radica en un manejo apropiado del suelo y sobre todo en el conocimiento de las modificaciones de la fertilidad.

Los requerimientos para mantener un adecuado nivel de fertilidad se han investigado desde 1972, usando diferentes sistemas de cultivo (ver Figs. 3 y 4) y dosis de fertilizantes y enmiendas (North Carolina State University, 1973, 1974, 1975, 1976; Sánchez, 1979; Bandy y Benites, 1977; Villachica, 1978; Bandy, 1979, e información inédita). Las experiencias y datos obtenidos indican que se pueden definir etapas en los cambios químicos dentro de la dinámica del suelo y su relación con el abastecimiento de nutrientes, el cual está como ya se indicó, íntimamente ligado al sistema de desmonte. Al respecto, se recomienda que todo nuevo terreno sea desmontado mediante el sistema de roza, tumba y quema ya que las cenizas aportan nutrientes para la primera siembra de arroz o yuca, obteniéndose generalmente buenos rendimientos.



Saturación de bases

P disp. (Olsen)

C org.

N org.

De no existir aporte de nutrimentos por las cenizas, la aplicación de fertilizantes es absolutamente indispensable, sobre todo si la primera siembra es de un cultivo menos adaptado a las condiciones de los suelos ácidos, tal como sería el caso del maíz, maní o soya.

Después del primer cultivo se presentan deficiencias de N debido a la disminución de la materia orgánica durante el primer año; generalmente el nivel de K es menor de 0.2 meq/100 g, considerado crítico para el crecimiento y desarrollo normal, sobre todo del cultivo de maíz; asimismo, la saturación de Al aumenta a niveles tóxicos para el maíz, la soya y el maní. En cuanto al P, normalmente llega a niveles críticos (12 ppm - Olsen), lo mismo que el Mg intercambiable.

Lo anteriormente mencionado obliga a la aplicación de fertilizantes de NPK y enmiendas para abastecer el suelo de Ca, Mg, reducir la saturación de Al a niveles no tóxicos y alcanzar un pH no menor de 5.5. Mediante curvas de neutralización de la acidez y de fijación de P (Fig. 8), y después de ejecutar decenas de experimentos de campo, se ha determinado que mediante la aplicación de niveles de 80-50-80 kg/ha de N-P-K más la adición de 2-4 ton/ha de cal, se pueden conseguir rendimientos aceptables de arroz, maíz, soya y maní. Tratándose de la soya y el maní, no hay necesidad de aplicar N debido a la fijación simbiótica de este elemento.

Wade (1978) señala que sin las enmiendas calcáreas, el suelo se torna extremadamente ácido y con un alto contenido de Al. Los cultivos producen rendimientos máximos cuando la saturación de Al se reduce a 30 por ciento o cuando el contenido de Ca + Mg se incrementa a más de 2 meq/100 g de suelo, lo que indica claramente que el encalado reduce la toxicidad del Al y que los cultivos responden también al suministro de Ca.

Debido a los bajos niveles de S y elementos menores tales como B, Cu, y en algunos casos Mo y Zn, se realizaron experimentos de campo e invernadero encontrándose respuestas a la aplicación de estos elementos (Villachica, 1978). La deficiencia de S se puede controlar con el uso de superfosfato simple y la de microelementos con la aplicación de 1 kg de Cu/ha por cultivo, 1 kg de B/ha por cultivo y 1 g de Mo/kg de semilla (Villachica y Sánchez, 1980). La deficiencia de Zn se ha observado principalmente después del tercer año de cultivo continuo; actualmente se están haciendo aplicaciones de 1 kg de Zn/ha por cultivo.

Las dosis de N que deben aplicarse al arroz y al maíz sembrados después del segundo año y sucesivos varían de 80 a 120 y de 120 a 160 kg/ha de N, respectivamente, y dependen de si el cultivo se siembra después de una leguminosa o de una gramínea. La aplicación de 30 kg/ha de N, o la inoculación de la soya son suficientes para mantener buenos rendimientos.

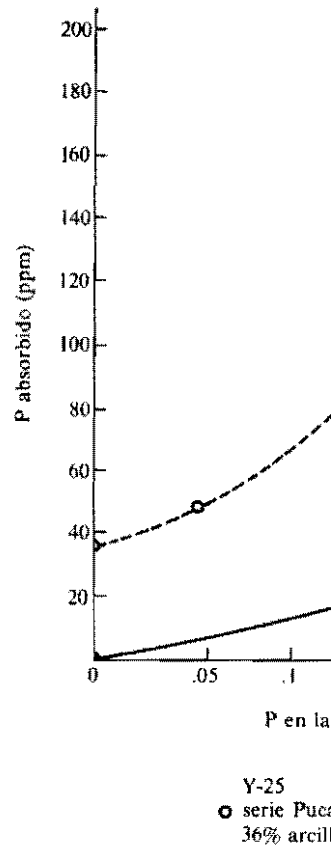


Figura 8. *Curvas de fijación de fósforo en Perú.* (Fuente: North Carolina State University)

La aplicación de fertilizantes p... relación K/Mg. La aplicación d... dado buenos resultados en la ma... ambos nutrimentos es un pro... abastecer Mg podría ser ventajo...

En el Cuadro 10 se presenta el... para la producción continua c... consecutivo mediante rotación.

Cuadro 10. Esquema de un programa de fertilización para producción continua de tres cultivos anuales (arroz-maíz-soya, o arroz-mañi-soya).

Meses después del desmonte	Cultivo	Plan de fertilización
0	1	Desmonte: Roza, tumba y quema. Cultivo de arroz de porte bajo sin fertilizantes. Rendimiento 3 ton/ha. Realizar análisis para determinar saturación de Al.
5	2	Aplicar cal dolomítica a 1.5 veces la tasa de Al intercambiable e incorporar con tracción manual. Aplicar 100 kg de P/ha como superfosfato simple para corregir deficiencias de P y S. Aplicar 60 kg/ha y si no hay dolomítica agregar 30 kg de Mg/ha por cultivo.
12 y posteriores	5	Aplicación de mantenimiento (kg/ha por cultivo) de 50 P, 50-80 K, Mg para mantener la relación K:Mg cerca de 1:2. Aplicar 1 kg de B y 1 g de Mo por kg de semilla. Aplicar al arroz 80-120 kg/ha de N y al maíz 160/kg por ha. No aplicar N a la soya ni al maní. Realizar análisis de suelos cada 6 meses para verificar la toxicidad de Al y la deficiencia de P, K, Mg, S y micronutrientes. Análisis foliares para determinar los niveles de nutrientes y otras deficiencias. Aplicar 2 kg/ha de Cu cada 3 cultivos.
	9	Puede necesitarse encalado, análisis de suelo y foliar, verificar micronutrientes y relación P:Zn. El Zn puede llegar a ser crítico.

Fuente: Villachica, 1978; Sánchez, 1979; Bandy, 1979.

En un suelo oxisol (latosol a Carvalho (1979) estudiaron diverse de rotación de caupí y maíz. Para caupí y aproximadamente 4.0 ton/ha de P (132 - 88 - 66 kg/ha de P en tres dosis) y 2 ton/ha de cal dolomítica al 5 ppm de P, 0.15 meq de K, y 30 ppm de S, el principal elemento crítico.

Con un adecuado manejo y fertilización, los rendimientos en cultivos anuales son mejores que en otras zonas tropicales. Agronómicamente bien manejados, el maíz puede dar 10-15 ton/ha; la soya, 1.5-2.5 ton/ha; y el arroz, entre 20 y 30 ton/ha de arroz por hectárea de rendimientos, aun en condiciones de sequía.

Transferencia de Tecnología

A fin de incrementar los rendimientos, se ejecutó un programa de transferencia de tecnología a pequeños agricultores. El propósito era promover la agricultura permanente y económica, y el uso de manejo práctico de los últimos años en el campo.

Para tal efecto se determinaron las condiciones de comparación en once localidades. Se comparó o sea la forma usual de agricultura tradicional, o sea el uso de prácticas agrícolas mejoradas, correcto distanciamiento de plantas, aplicación de insecticidas cuando sea necesario, igual a la anterior, pero con el uso de medios modernos.

Los resultados del primer año de cultivo de arroz, soya y maní—con el sistema tradicional—rendimientos estables (Figs. 9 y 10) en el sistema tradicional, y el uso de plantas en el maíz incrementaron los rendimientos en la tercera cosecha, a pesar del déficit de nutrientes del suelo.

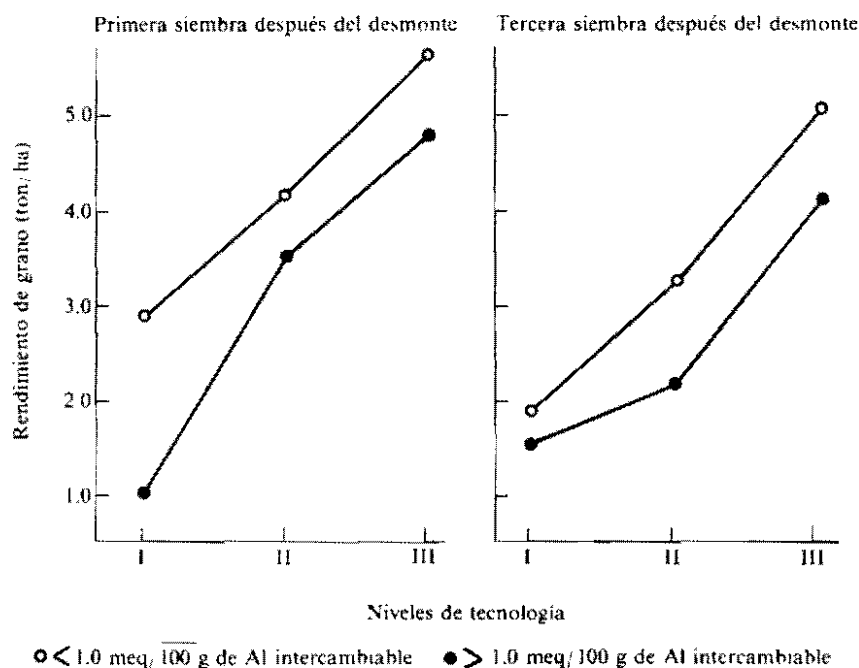


Figura 9. Respuesta del maíz a tres niveles de tecnología y a Al intercambiable.

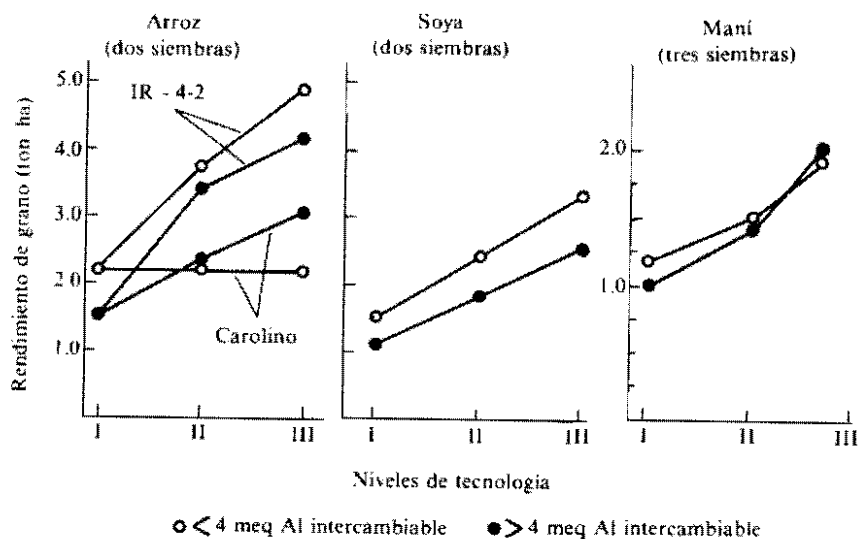


Figura 10. Respuesta del arroz, la soya y el maní a tres niveles de tecnología en Yurimaguas. (Promedio de 11 predios de agricultores).

Los colonos respondieron en f (100%), insecticidas (100%), corn desyerbas (60%) y fertilizantes (5

La desyerba es una práctica im continua como una realidad. Sólo colonos aceptó la necesidad de paralelamente, la mayoría de crecimiento y vigor entre los siste se debía al uso de fertilizantes o a ellos comprendió la necesidad de

La única manera en que el co dispone de suficientes ingresos qu caros. En promedio, el sistema II en favor del colono que sólo usó e aplicación de cal y de fertiliz ganancias en más del 90 por ganancias anuales.

Necesidad de Investigación

Existe un gran número de inter cultivo de plantas anuales en for Amazonía. Sólo consideramos general y revisten prioridad:

- Estudios sistemáticos y detall trópico húmedo, con énfasis distribución de lluvias.
- Estudios cuantitativos detallac con su vocación agrícola y con anuales.
- Alternativas de explotación producción que incluyan past forestales.
- Mayor estudio de la diversidad en las condiciones del trópico l
- La respuesta de los cultivos an con las especies, variedad, dis prácticas propias del sistema d

Cuadro 11. Análisis económico preliminar de tres niveles de tecnología en ocho fincas en Yurimaguas, 1979.

Ubicación de la finca	Nivel	Rendimiento ton/ha	Costo cosecha*	Costo prod./ha** Soles \$1000	Utilidades	Efecto del sistema c _t
Km 15	I	2.9	258	0	258	0
	II	4.6	445	53	392	52
	III	7.2	580	119	461	79
Munichis	I	2.4	204	0	204	0
	II	6.8	510	53	457	124
	III	8.6	658	119	539	164
Callao	I	2.2	216	0	216	0
	II	5.2	465	53	415	92
	III	7.6	675	119	556	157
Km 8	I	4.9	366	0	366	0
	II	7.2	553	53	500	37
	III	9.2	691	119	572	56
Km 22 A	I	2.8	219	0	219	0
	II	4.9	422	53	369	69
	III	7.9	562	119	443	103
Km 28	I	5.3	389	0	389	0
	II	8.7	600	53	547	41
	III	10.5	791	119	672	73
Schuchshuyacu	I	4.9	340	0	340	0
	II	7.7	629	53	576	69
	III	9.9	737	119	618	82
Km 22 B	I	3.7	274	0	274	0
	II	4.8	385	53	332	34
	III	6.3	329	119	410	50

* Precio de mercado en 1979; Maíz, S\$30 kg; arroz, S\$75 kg, maní S\$120 kg; soya, S\$120 kg.

** El costo incluye fertilizantes, cal, insecticidas, semilla, herbicidas, mano de obra, etc.

Fuente: Bandy y Mesias inédito

- Se ha podido determinar la existencia de una estrecha relación entre el comportamiento agronómico del cultivo y la distribución de las lluvias, que además de tener influencia en la fisiología de la planta, es determinante de la virulencia e incidencia de plagas y enfermedades, sobre todo en el sistema consecutivo de monocultivo.

- En los cultivos anuales estudiados se ha determinado que la yuca,

principalmente, y el arroz resiste la acidez y presencia de Al intercambiado. El maíz es más sensible a las variaciones de pH y pluvial.

- Las prácticas agronómicas tradicionales y el uso de herbicidas, insecticidas y fertilizantes oportunos controlan las malezas en el sistema consecutivo de monocultivos.
- El uso de coberturas vegetales mejora el rendimiento de maíz, soya y algodón. Las condiciones favorables se deben a las menores plagas de malezas, protección contra la erosión y, sobre todo, al control de la humedad del suelo.
- La aplicación de los resultados de la investigación a los agricultores en la zona de Yurimagua no es aceptada sino que los dos sistemas de cultivo no probado ser superiores al sistema de agricultura migratoria.

Recomendaciones

La expansión de la frontera agrícola hacia el trópico húmedo de la Amazonia requiere de modernas que se desarrollen en armonía con las socioeconómicas del lugar. Esto requiere de mayor importancia a la investigación científica, de infraestructura, recursos y, sobre todo, de un carácter multidisciplinario.

Para que ésto sea posible requiere de una coordinación de carácter nacional e internacional, una planificación coordinada y congruente de inversiones y recursos a las condiciones y necesidades sociales de la Amazonía.

- Estudios genéticos y posibilidades de introducción de anuales exóticas tales como papa (*Solanum tuberosum*), batata (*Coccoloba batatas*) y otras plantas nativas (*Cajanus cajan*), ñame (*Dioscorea*).

- Mejoramiento genético tendiente a buscar principalmente: a) plantas menos susceptibles a la presencia de Al intercambiable, y b) plantas precoces y de alta insensibilidad al fotoperíodo.
- Control integrado de insectos y enfermedades, y poder residual de la aplicación de herbicidas, insecticidas, fungicidas y nematocidas.
- Mayor énfasis en el estudio de la nutrición de la planta mediante análisis de los requerimientos nutricionales de cada especie, balance catiónico, niveles críticos de los elementos, y correlación de la fertilidad del suelo con la productividad de cada especie.
- Diseño y/o utilización de equipo mecánico de tracción manual o animal para labores de preparación, siembra, fertilización, cultivo, aplicación de herbicidas y pesticidas en general, dentro del concepto de labranza mínima.
- Estudios de nuevas fuentes y formas de aplicación de fertilizantes con mayor poder residual y viabilidad del uso de la roca fosfatada para aplicación directa.

Conclusiones

- El cultivo continuo e intensivo de plantas alimenticias anuales, como yuca, arroz, soya, mani, caupí, es factible en los diferentes sistemas de agricultura en ultisoles de la Amazonía, principalmente en rotación.
- Los cultivos intercalados son más dinámicos biológicamente y se adaptan bastante a los niveles de explotación de baja tecnología. Es normal que la producción total de un área en cultivos intercalados en condiciones del trópico húmedo de la Amazonía sea mayor que la del monocultivo.
- Actualmente existe la diversidad genética necesaria en las plantas anuales mencionadas que permite seleccionar y/o adoptar cultivares apropiados para las condiciones del trópico húmedo de la Amazonía; sin embargo, aún está por iniciarse la labor genética para obtener resistencia, principalmente a la acidez del suelo, a plagas y enfermedades.
- Los rendimientos de los cultivos anuales son muy superiores en terrenos desmontados con el método tradicional de roza, tumba y quema, que con limpieza mecánica. Las razones de esta superioridad son: a) el valor fertilizante y encalante de las cenizas; b) no hay compactación del suelo; y c) no hay remoción de la capa superficial del suelo como en el caso del desmonte mecánico.

- La agricultura continua e interfiere con la fertilidad del suelo si no se apoya con una fertilización adecuada. Se puede prevenirse con una fertilización con enmiendas calcáreas, con basculantes correlacionados y controlados.

Bibliografía

- Abastos, M. 1971. **Inventario y evaluación de la Colonización Tournavista Pucallpa.** Le Tourneau del Perú, Inc., Lima. 76 p.
- Alvim, P.T. 1978. **A expansão da fronteira agrícola no Brasil.** CEPLAC, Itabuna, Bahia. 32 p.
- . 1979. **Agricultural production potential of the Amazon region.** In: P. A., Sánchez y L. E., Tergas (eds.) *Pasture Production in Acid Soils of the Tropics*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 13-24.
- Andrade, E. B.; Frazão, D. A. C. 1979. **Sistema de produção em policultivo de mandioca, milho e caupi para a região do noroeste Paraense.** EMBRAPA, CPATU, Belém, Pará, Brasil*.
- Bandy, D. E.; Benites, J. 1977. **Proyecto Internacional de suelos tropicales, Yurimaguas, Perú.** Panfleto: Ministerio de Alimentación, Universidad de Carolina del Norte, Lima*.
- Cate, R. B.; Coutu, A. J. 1977. **Interpretación económica de los datos agronómicos de Yurimaguas en la selva amazónica del Perú.** In Reunión-Taller sobre Ordenamiento y Conservación de Suelos en América Latina. FAO/SIDA, Lima, Perú*.
- Cesar, J. 1978. **Viabilidade técnico-econômica do consórcio juta x milho.** EMBRAPA-UEPAE, Manaus, Brasil*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1957. **Shifting cultivation.** Tropical Agriculture (Trinidad) 34:159-164.
- Haney, E. B. 1968. **The nature of shifting cultivation in Latin America.** Land Tenure Center, University of Wisconsin LTC. 45:1-29.
- Hildebrand, P. E. 1976. **Multiple cropping makes dollars and sense.** In Papendick *et al.* (eds), *Multiple Cropping Symposium*, American Society of Agronomy. Special publication 27. pp. 347-372.
- Kawano, K.; Sánchez, P. A.; Nureña, M. A.; Vélez, J. 1972. **Upland rice in the Peruvian jungle.** In IRRI: Rice Breeding, Los Baños. Filipinas. pp. 243-277.
- Kirby, J. 1977. **Agricultural land use and the settlement of Amazonia*.**
- Lewis, W. M. 1979. **Evaluation of weed control problems and suggestions for weed management programs.** Peru report. Crop Science Department, NCSU, Raleigh, N.C.*
- Lima, R. A. 1976. **A agricultura nas várzeas do estuário do Amazonas.** IAN, Belém, Brasil. Boletim No. 33*.
- Melo, L. A. S. 1978. **Sistemas de produção de feijão e milho intercalados em lavouras permanentes.** EMBRAPA-UEPAE de Manaus, Brasil. Circular No. 2.*

* Esta cita no pudo completarse (Nota del editor).

- Moran, E. F. 1977. **Estrategias do solo Transamazônica**. Acta Amazônica.
- North Carolina State University. 1972. **research on tropical soils**. Annual N.C. E.U.
- Popenoe, H. L. 1960. **Effects of shifting America**. PhD thesis. Univ. Florida.
- Rachie, K. O.; Roberts, L. A. 1974. **Agro**. Agronomy 26: 1-123.
- Sánchez, P. A. 1972. **Técnicas agronómicas nuevas variedades de arroz en América Latina**. CIAT, Cali, Colombia, pp.
- _____. 1976. **Properties and management**.
- _____. 1979. **Soil fertility and conservation in humid tropics of Latin America**. I.
- _____. Schubart, E. C.; Tyler, E.; V. M. K. 1974. **Investigaciones sobre la zona baja del Perú**. IICA: Reunión Interamericana del Trópico Americano, IICA, Zona.
- _____. Buol, S. W. 1975. **Soils of the tropics**.
- Santhirasegaram, K. 1975. **Manejo de suelos húmedos tropicales en Perú**. In E. B. América Tropical. North Carolina.
- Seubert, C. E.; Sánchez, P. A.; Valverde. **properties of an Ultisol and crop production**. Agriculture (Trinidad) 54:307-321.
- Serrão, E. A. S.; Falesi, I. C.; Veiga, J. **pastures in low fertility soils of the tropics**. (eds.) Pasture Production in Acid Soils. 226.
- Toledo, J. M.; Morales, V. A. 1979. **Estudio de los suelos ácidos de la Amazonia peruana**. In P. A., S. Acid Soils of the Tropics, CIAT, Cali.
- Unidade de Execução de Pesquisa de Agricultura. **UEPAE de Manaus 1978**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, A. M., Brasil*.
- Van der Weert, R. 1974. **The influence of soil fertility on root growth**. T.

* Esta cita não pôde completarse (Nota do tradutor).

- Villachica, J. H. 1978. **Maintenance of soil fertility under continuous cropping on an Ultisol of the Amazon jungle of Peru.** PhD thesis, North Carolina State University, Raleigh, N.C.*
- Wade, M.K. 1978. **Soil management practices for increased crop production for small farms of the Amazon jungle of Peru.** PhD thesis, North Carolina State University, Raleigh, N.C.*
- Watters, R. F. 1976. **The shifting cultivation problem in the American tropics.** Reunión Trópicos Húmedos, IICA, Lima, Peru*.
- Wilms, F. W. W.; Bastos, J. B.; Stolberg, A. G. Z. 1979. **Efeito do fósforo na produção de feijão.** UEPAE, Manaus, Brasil*.
- _____; Stolberg, A. G.; Carvalho, O. S. 1979. **Efeito da adubação continua na produção de feijão caupi e milho e na fertilidade de um latossolo amarelo (Oxisol).** XVII Congresso de Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo, Manaus, Brasil*.

* Esta cita no pudo completarse (Nota del editor).

Producción de Pastos y Ganado en la Amazonia

José M. Toledo*

Emanuel Adilson Sousa Serrão**

Introducción

Existen dos posiciones extremas sobre la Amazonia. Una propone la ocupación y utilización masiva de la región, usando métodos de producción desarrollados para condiciones de otros ecosistemas, desconociendo las limitaciones y problemas de la región. La otra posición llega a extremos irreales al proponer conservar la Amazonía como un "museo viviente", afirmando que ella no será capaz de mantener poblaciones superiores a las nativas que hoy sostiene.

Por otro lado, el conocimiento de los ecosistemas amazónicos y sus alternativas de producción forestal, agrícola y pecuaria es sólo superficial. Este conocimiento es producto del esfuerzo aislado de instituciones oficiales y privadas (nacionales e internacionales) que, casi ocultamente, vienen realizando investigación en forma no integrada, muchas veces deficientemente enfocada y sin recursos técnicos y/o económicos adecuados.

Con el escaso conocimiento que hoy se tiene sobre la Amazonía, no hay duda de que la decisión más sabia será la de conservar y no modificar el ecosistema. La pregunta siguiente es: Cuánto tiempo más será posible impedir la ocupación humana de esta región? La realidad es que ya es tarde; la Amazonía viene siendo invadida por el hombre, debido a presiones socioeconómicas y demográficas en países como Colombia, Ecuador y Perú, y en Brasil, en razón de su fuerte política de integración territorial.

* Coordinador, Programa de Pastos Tropicales, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Apartado 6713, Cali, Colombia.

** Investigador, Centro de Pesquisa Agropecuaria do Trópico Úmido (CPATU EMBRAPA) Caixa Postal 48. 66.000 Belém, Pará, Brasil.

Existen algunos suelos Alfisoles (terra roxa) y de várzea (vegas ribereñas inundables durante parte del año) de alta fertilidad.

La cuenca amazónica es extremadamente heterogénea, lo que implica diferentes potencialidades para explotaciones forestales y ganaderas, plantaciones y agricultura intensiva. El uso potencial de cada tipo de suelo debería determinarse antes de adelantar programas de colonización.

Cuadro 2. Frecuencia con que ocurren diferentes niveles de algunas características químicas, a dos profundidades de suelos amazónicos.

Característica química	Profundidad del suelo*	
	0-20 cm	21-50 cm
	----- % -----	
pH		
ácido (>5.3)	18.9	17.5
muy ácido (<5.3)	81.1	82.4
% Saturación de Al:		
muy alta (>70)	59.0	61.6
alta (40-70)	16.2	8.2
media (10-40)	7.9	8.2
baja (<10)	16.9	19.9
Capacidad de intercambio catiónico (meq. 100g):		
Media a alta (>4.0)	20.9	10.9
baja (0.4-4.0)	33.0	16.8
muy baja (<0.4)	46.0	72.9
% Materia orgánica:		
alto (>4.5)	17.0	0.1
medio (1.5-4.5)	9.1	83.8
bajo (<1.5)	74.0	16.1
Fósforo (ppm):		
alto (>7.0)	9.9	3.0
medio (3.0-7.0)	32.9	11.3
bajo (<3.0)	57.3	85.7

* Proporción del área total de 484.3 millones de hectáreas.

Fuente: Cochrane L. L., (1980, comunicación personal).

Reciclamiento de nutrientes

La exuberante vegetación amazónica parece contradecir la baja fertilidad predominante de los suelos. Esta abundante vegetación sólo es posible debido al muy activo reciclamiento de nutrientes que ocurre en

La lluvia al caer sobre la vegetación arrastra polvo y N atmosférico que contribuyen a enriquecer el ecosistema, y a su vez, lava las hojas y tallos, transportando nutrimentos hacia el suelo. Parte de éstos y los presentes en el suelo se pierden, ya sea por escorrentia o por lixiviación, según las condiciones físicas del suelo.

Simultáneamente, la hojarasca y en general el detrito del bosque caen y se acumulan sobre el suelo. Este material sufre el proceso de mineralización, es decir, la degradación de la materia orgánica en compuestos más simples asimilables por las plantas, contribuyendo a aumentar la fertilidad de la capa superficial del suelo. Las plantas del bosque, que justamente tienen un desarrollo radical muy superficial, utilizan estos nutrimentos para su crecimiento, redondeando el ciclo.

Paralelamente tiene lugar el proceso de fijación simbiótica de N por acción del *Rhizobium* y otros microorganismos en simbiosis con las raíces de las plantas del bosque. Parte de este N puede perderse por desnitrificación.

Cuando este sistema de reciclamiento es interrumpido por la tala y quema del bosque, gran parte de los elementos no volátiles del ecosistema son colocados de una vez como cenizas sobre la superficie del suelo. Esto produce una disminución del porcentaje de saturación de Al, un aumento del pH y un incremento de bases cambiables, tal como fue registrado por Seubert *et al.* (1977) en un ultisol de Yurimaguas, Perú, y por Ferreira Da Silva (1978) en un oxisol al sur de Bahía en Brasil.

Esta fertilidad inicial aumentada después de la quema decrece rápidamente por la lixiviación de nutrimentos, especialmente si el bosque es remplazado por sistemas altamente extractivos y de escasa cobertura o cobertura sólo temporal.

Sin embargo, el reemplazo del bosque por sistemas de producción con menores niveles de extracción de nutrimentos y con una cobertura mayor y más efectiva garantiza un reciclamiento que podría sustituir el del bosque nativo, manteniendo la fertilidad del suelo y produciendo alimentos o materiales industriales para beneficio del hombre. Se puede afirmar que las plantaciones y los pastos son alternativas que pueden cumplir con este cometido cuando están bien manejados. La Figura 2 muestra el reciclamiento de nutrimentos en una pradera bien manejada.

En este sistema de producción se cuenta con los tres depósitos de nutrimentos: la biomasa (plantas y animales), los detritos (hojarasca y residuos de pastos y animales) y el suelo. La lluvia que arrastra polvo y N

atmosférico cae lavando animal
suelo, parte de los cuales se pier
se siembra una leguminosa asoc
de N por simbiosis con el *Rhizo*
del N se pierde por desnitrificac
nutrimentos del suelo, que son tr
Parte de estos nutrimentos son
leche, y el resto vuelve al suelo m
sin uniformidad en el suelo. E
ruptura de las partes aéreas
materiales orgánicos, junto con
la planta a la defoliación, son m
las plantas.

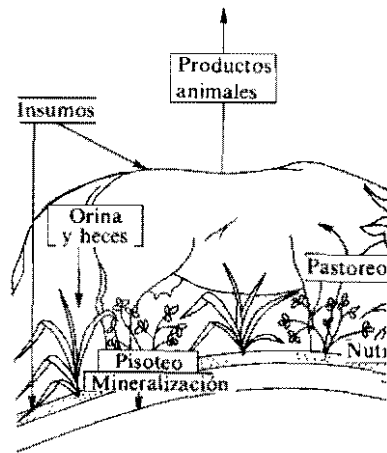


Figura 2. Ciclo de nutrimento

Además de estos procesos nat
hombre debe "pagar", o devolv
mediante la aplicación de nutrin
animal. El hombre también de
garanticen el reciclamiento efecti

o de lo contrario, se deteriorarán los recursos existentes produciéndose la degradación de las praderas.

Modelo Propuesto

Toledo y Ara (1977), Serrão *et al.* (1976) y Alvim (1978) concuerdan básicamente en el modelo que muestra la dinámica de la fertilidad del suelo al cambiarse el bosque tropical amazónico por praderas. Sin embargo, "discrepan", aunque en forma teórica, en cuanto a la magnitud de los cambios de fertilidad del suelo y la velocidad con que éstos ocurren después de la quema

Para hacer compatibles los criterios de los tres autores se replanteó el modelo. El nuevo modelo parte de una fertilidad estable del suelo, debido al reciclamiento bajo el ecosistema de bosque. La fertilidad del suelo es más bien baja debido a que gran parte de los nutrientes del ecosistema se encuentra en la biomasa y la capa de detritos en el suelo.

Esta estabilidad de la fertilidad es interrumpida por el desmonte y quema del bosque, que depositan, a manera de fertilizantes y enmiendas, la mayoría de los nutrientes del ecosistema sobre el suelo, elevando la fertilidad a niveles adecuados para la producción agrícola intensiva (Fig. 3).

Esta alta fertilidad inicial, normalmente es aprovechada por el colono para obtener una o dos cosechas cortas que ayudan a pagar el costo del desmonte del área y proporcionan la cobertura rápida que protege el suelo de la erosión. La siembra del pasto debería hacerse mientras los cultivos están creciendo de manera que cuando se cosechen, los pastos hayan cubierto suficientemente el terreno, evitando o disminuyendo así los riesgos de erosión.

Si la pradera no está bien establecida y el manejo posterior es malo, lo más probable es que la fertilidad del suelo disminuya rápidamente, tal como lo muestra el modelo (pradera tradicional), llegando inclusive a niveles inferiores al nivel original de fertilidad del bosque. Contrariamente, si la pradera de gramíneas y leguminosas adaptadas tiene un buen establecimiento y el mantenimiento (presión de pastoreo e insumos) es adecuado, la fertilidad del suelo decrece más lentamente, estabilizándose a un nivel muy probablemente superior al de la fertilidad natural del suelo bajo bosque.

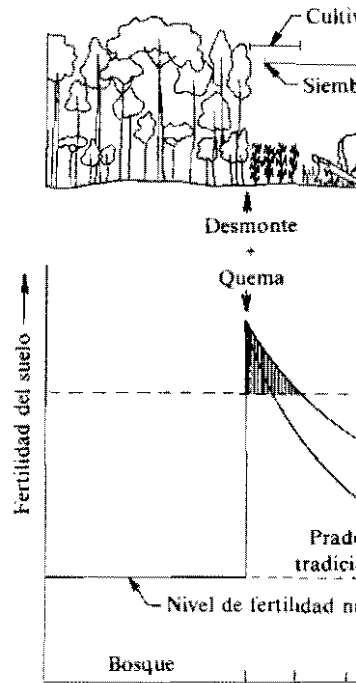


Figura 3. Modelo que muestra los cambios en la fertilidad del suelo al pasar de la vegetación de bosque a cultivo.

Fuente: Toledo, 1977; Serrao, 1978; Alvim, 1980.

Durante los primeros años de manejo se encuentran limitados los nutrientes disponibles debido a la presencia de residuos quemados. Aunque es posible deprimir la fertilidad del suelo con un bulldózer*, esto sería contraproducente por el movimiento de la capa superficial del suelo y la pérdida de los nutrientes (Seubert *et al.*, 1980).

Sin embargo, después de seis años de manejo, los nutrientes se encuentran disponibles en el suelo, ya sea por acción microbiana o por la actividad de la pradera. Una vez que el terreno se encuentra mecanizado, es posible intensificar el manejo (por ejemplo, mecanización) elevando la productividad.

* Tractor de oruga con cuchilla frontal, tipo bulldózer, consagrado por el uso común. (Toledo, 1977).

Métodos de Desmante

La operación de desmante resulta crítica para el futuro de cualquier sistema de producción que remplace el bosque.

El método de desmante tradicional es el de hacha y machete, últimamente mejorado con el uso de motosierras. Además de este método, Toledo y Morales (1979) describen dos sistemas mecanizados probados y evaluados en Tocache y Pucallpa en Perú.

El Cuadro 3 compara las necesidades de mano de obra, la eficiencia y los costos de operación de los diferentes métodos de desmante (hacha y machete, buldózer y triturador de árboles).

Cuadro 3. Eficiencia y costos comparativos de diferentes métodos de desmante en la Amazonía peruana.

Método	Eficiencia		Costo (US\$/ha)
	hombres/ha	horas/ha	
Hacha y machete (Tocache)	50.00	8.00	96.00*
Buldózer (Tocache)	3.00	9.92	204.00*
Triturador de árboles G-40 (Pucallpa)	0.25	0.84	55.00**

* Costos en 1966

** Costo en 1971

Fuente. Saca Vertiz *et al.*, 1977; Valdivieso, 1973.

El Cuadro 4 compara los rangos de presión sobre el suelo, producidos por diferentes agentes de compactación, incluyendo el hombre y las máquinas usadas en los tres métodos evaluados.

Cuadro 4. Peso y rango de presión sobre el suelo producida por varios agentes de compactación.

Agente compactante	Peso (ton)	Rango de presión sobre el suelo (kg/cm ²)
Buldózer (180 HP)	18.30	0.67-0.51
Buldózer (270 HP)	28.10	0.95-0.68
Buldózer (385 HP)	38.80	0.95-0.76
Triturador de árboles G-40 (475 HP)	45.00	1.03- < 1
Triturador de árboles G-60 (475 HP)	65.00	1.37- < 1
Equino	0.40	4.00-1.00
Vacuno	0.35	3.50-0.88
Humano	0.07	0.47-0.23

Fuente. Toledo y Morales, 1979.

Desmonte manual

El método de desmonte con h obra requiere, de aquí que el cos del nivel de salarios y la disponi cuestión (Cuadro 3).

Este es un método relativam extensiones limitadas. Es tamb mínimos en el suelo, ya que compactación (Cuadro 4). Por árboles cortados) quedan en el bosque secundario si la quema r

Sin embargo, este es el méto ocupación a la población nativa dependiendo del bosque, la posi los hombres para reducir el esp eficazmente.

Desmonte con bulldózer

Este sistema (Cuadro 3) requie con niveles de especializació ayudantes, etc.). Utiliza tractore hojas tipo KG (para corte y em troncos a ras del suelo y empujar quemados, reapilados y nuevam de residuos del bosque y en con

Los bulldózeres de 385 HP con en aproximadamente 10 horas de requiere varias máquinas cuan grandes. Es el sistema más cost modifica la condición del suelo nutrientes en la biomasa y c superficial del suelo, la cual con suelos amazónicos pobres (o compactación a pesar de los nive suelo (Cuadro 4). Esta compac tractores sobre el suelo al cortar y efecto de la compactación con residuos del bosque en un ultis Bahía, Brasil. El bulldózer reduce

pero el oxisol (Haplorthox) parece menos sujeto a la compactación que el ultisol (Paleudult).

El desmonte con buldózer es definitivamente perjudicial para la mayoría de los suelos amazónicos. Sin embargo, cuando el suelo es profundo y de alta fertilidad, como algunos inceptisoles de "várzeas", este método permite una utilización intensiva inmediata, mediante la mecanización del área después del desmonte.

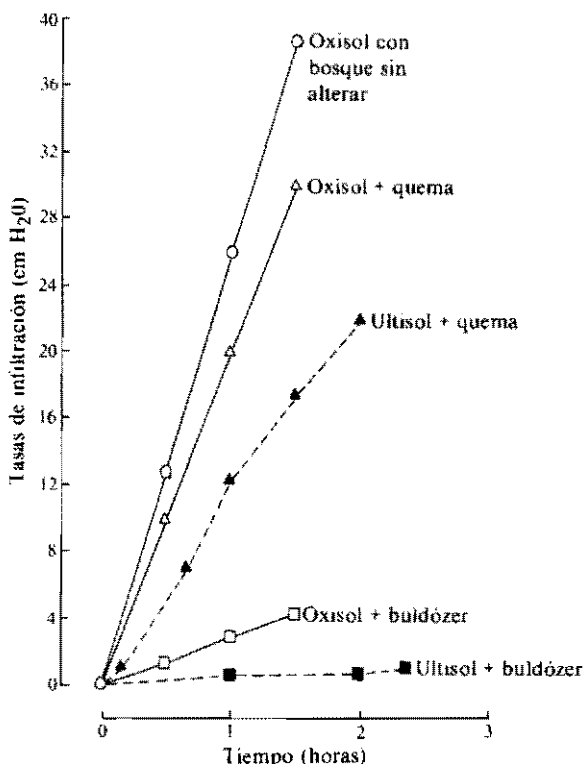


Figura 4. Efecto del método de desmonte en las tasas de infiltración de dos suelos de la Amazonia.

Fuente: Bandy y Benitez, 1977; Ferreira da Silva, 1978.

Apertura con triturador de árboles

Al igual que el anterior, este sistema requiere personal capacitado, pero debido a su rapidez de operación (Cuadro 3), el número de personas por ha se reduce considerablemente.

El costo de operación es tan bajo que el triturador (Fig. 5) pesa 45 ton, tiene un motor de tracción por pedaleo, y funciona mediante tracción en el centro de la máquina. El diseño es de los más altos con un puntal y los ramales en la manera de "T". La máquina de trituración derriba los siguientes. De esta forma se obtiene una superficie mayor (Cuadro 4) que se reduce reduciéndose el nivel de compactación.



Figura 5. Triturador de árboles en el proceso de desmonte.

Las experiencias en Pucallpa, donde se han derribado los árboles del bosque derribados con triturador, muestran que la de los cortados con hacha es más uniforme en material desmontado, con un apilamiento más estrecho y uniforme, lo que facilita el paso de la máquina sobre los restos del fuego.

Este es un método que altera el estado de los árboles dejándolos expuestos a una temperatura moderada, por cuanto sólo pasa una amplia superficie de material que se quema con eficiencia en la quema y bajo

cuenta para el desmonte de grandes áreas de bosques, puesto que no es un sistema económicamente operable en extensiones menores de 1000 ha.

Pastos y Ganado

No existen cifras actualizadas sobre la población ganadera de la Amazonía, pero se estima una población de bovinos de 7 a 10 millones y 700.000 búfalos.

El inventario de la cantidad de áreas de bosque hoy en praderas es aún más incierto; sin embargo, considerando un 60 por ciento de la población de bovinos y bubalinos en áreas de bosque y una capacidad de carga promedio de 1,0 animal/ha, puede estimarse que hay entre 4,2 y 6,0 millones de hectáreas de pastos ganadas al bosque. La casi totalidad de búfalos en la Amazonía están localizados en pastos nativos de tierras inundables como los existentes en la isla de Marajó y el medio y bajo Amazonas en el estado de Pará (Serrão y Falesi, 1977).

Los informes extraoficiales, recogidos personalmente de funcionarios y ganaderos de los diferentes países amazónicos, indican que cerca de un millón de hectáreas de praderas ya se encuentran en proceso de degradación principalmente en Brasil, Colombia y Perú.

En el muy activo proceso de colonización en los diferentes países de la región amazónica, el establecimiento de pastos y ganado es el sistema de explotación más barato y estable para remplazar el bosque. Sin embargo, el colono no cuenta con las especies forrajeras de gramíneas y leguminosas, ni con la tecnología de manejo para establecer y mantener las praderas en niveles de productividad ecológica y económicamente justificables.

Persistencia de las praderas

El colono de la Amazonía sólo dispone de una o dos especies de gramíneas para establecer sus praderas. En los contrafuertes andinos de la Amazonía, donde no hay período seco, siembran predominantemente *Axonopus scoparius* y *Axonopus micay*, en muchos casos después de una tumba sin quema. En el resto de la Amazonía tradicionalmente se siembra *Panicum maximum* e *Hyparrhenia rufa*, después de una quema no siempre efectiva. Estas especies, tal como lo muestran los resultados de Simao Neto *et al.* (1973) en la Figura 6, tienen poca persistencia después del establecimiento, mientras que otras como *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria humidicola* parecen tener un nivel más alto de persistencia ante los cambios de fertilidad que gradualmente ocurren (ver Fig. 3), como lo corroboran Serrão y colaboradores (1979) (Figs. 7-10). Las Figuras 7, 8, 9

y 10 muestran los cambios en
experimenta el suelo como resul
con *P. maximum*, en diferentes

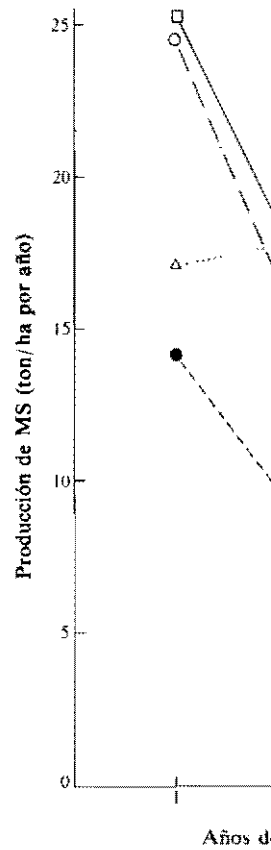


Figura 6. Productividad de algunas
establecimiento en un oxis

Fuente: Simao Neto *et al.*, 1973.

Con base en estas cuatro fig
orgánica del suelo es destruida
pastos en corto tiempo incorpo
un poco su contenido, aunqu
sustancialmente los contenidos
decrecer en los primeros años pa
los diferentes suelos.

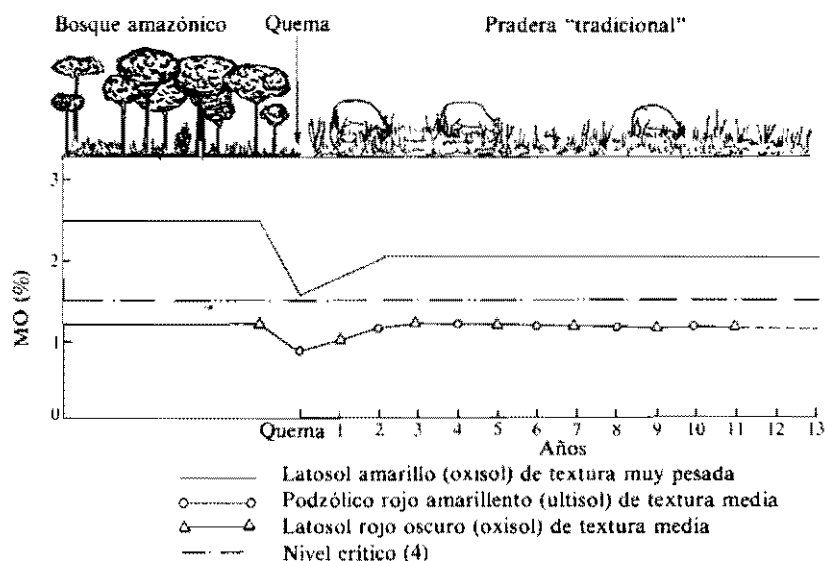


Figura 7. Alteraciones en los valores de materia orgánica (MO) en suelos bajo bosque y bajo praderas de *P. maximum* de diferentes edades.

Fuente: Serrão et al., 1979.

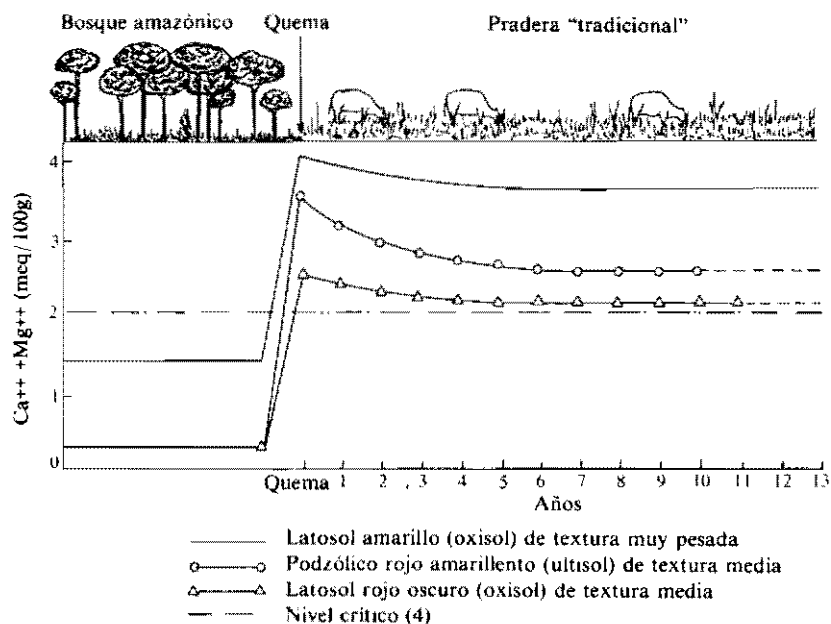


Figura 8. Alteraciones de los contenidos de $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ en suelos bajo bosque y praderas de *P. maximum* de diferentes edades.

Fuente: Serrão et al., 1979.

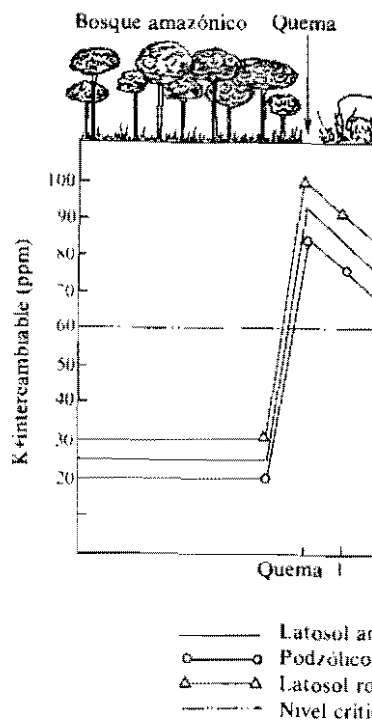


Figura 9. Alteraciones en los contenidos de K intercambiable bajo praderas de *P. maximiliani*.

Fuente: Serrão et al., 1979

El nivel inicialmente bajo de P es incrementado por la quema y la producción de pastos. El P disponible en niveles muy bajos en el suelo incrementa considerablemente con la quema. En praderas de *P. maximiliani* difícilmente puede mantenerse en el primer año y este decrece vertiginosamente por ser tremendamente deficientes para el crecimiento, especialmente si está asociada con

El P, un elemento bastante inmovilizado por lixiviación o lavado superficial. El P que recubren las arcillas y precipitan forman fosfatos insolubles.

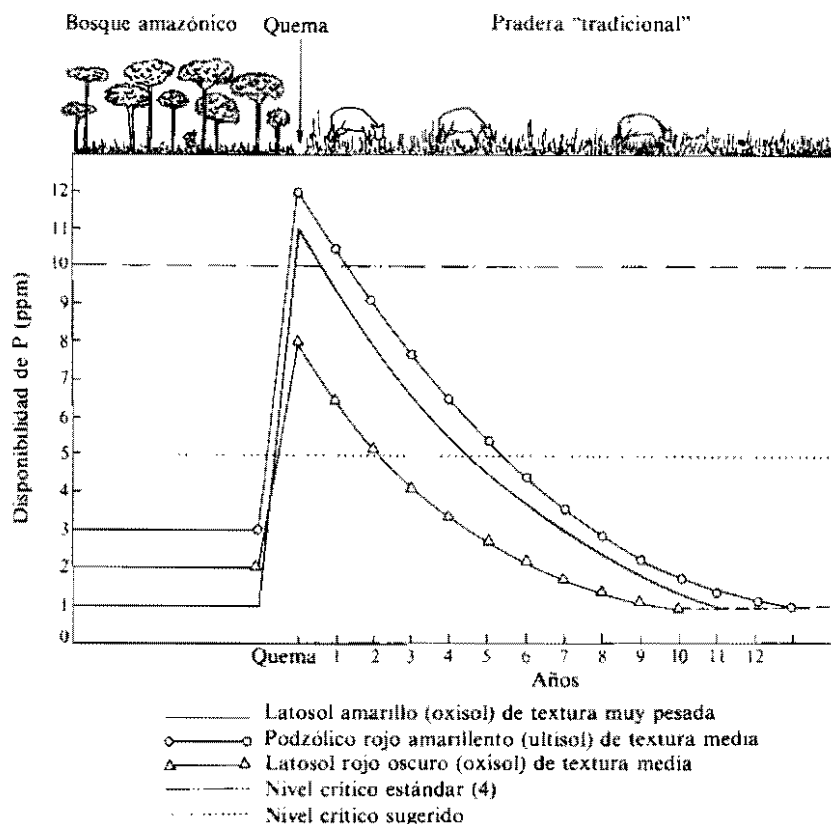


Figura 10. Alteraciones en los contenidos de P disponible en suelos bajo bosque y bajo praderas de P. *maximum* de diferentes edades.

Fuente: Serrão *et al.*, 1979.

El fósforo como factor limitante

La importancia del P como elemento limitante es corroborada una vez más en el Cuadro 5, que muestra los resultados de pruebas de fertilización en cuatro suelos de la Amazonia. Mediante la técnica del elemento faltante, se comparó el rendimiento del pasto (*P. maximum* en Manaus, sur de Pará y Paragominas, e *H. rufa* en Pucallpa) con fertilización completa con el rendimiento obtenido cuando se dejó de aplicar por separado cada uno de los elementos. En este cuadro se observa que, en todos los casos, el rendimiento fue más bajo cuando faltó P, no diferenciándose mayormente del tratamiento sin ningún fertilizante y no pasando de un 45 por ciento del rendimiento obtenido cuando se aplicó una fertilización completa.

Cuadro 5. Proporción de la producción a la aplicación de uno o todos

Tratamiento	Oxisol (8)* de Manaus- Itacoatiara
Completo	100.0
-N	120.0
-P	36.0
-K	84.0
-S	106.0
-Ca	84.0
-FTE**	104.0
Sin fertilización	41.3

* Orden de suelo y años después del desmo.

** Fritted trace elements (oligoelementos fríos).

Fuente: Serrão *et al.*, 1979; Toledo y Morales, 1980.

El P es, sin lugar a dudas, el elemento que restringe en mayor grado la producción. Este problema puede ser corregido mediante la aplicación de fosforados como superfosfato triple. La aplicación más eficiente de roca fosfórica es la aplicación más eficiente de roca fosfórica soluble, liberan lentamente el P.

Otro procedimiento consiste en la aplicación de los iones de Fe^{++} y Al^{++} de las soluciones del suelo en forma de sales solubles, disminuyendo los procesos de fijación.

La Figura 11 muestra el efecto del encalado en el nivel de saturación de calcio. Se observa que el nivel de cal corregido es mayor, aunque su efecto fue bastante menor a los 12 meses de la incorporación en los suelos. Esto indica el poco efecto residual de la cal.

De otro lado, el efecto del encalado en la disponibilidad de Al es mayor a niveles más bajos de saturación de calcio. Al transcurso del tiempo después de la aplicación de cal.

Otra solución es utilizar especies que toleren suelos ácidos con niveles de saturación de calcio. La Figura 12 aprovecha el P insoluble. La Figura 13 muestra el efecto de la aplicación de P.

a niveles de fertilización medios y bajos y su muy limitado efecto sobre una especie adaptada como *B. decumbens*, inclusive sin fertilización.

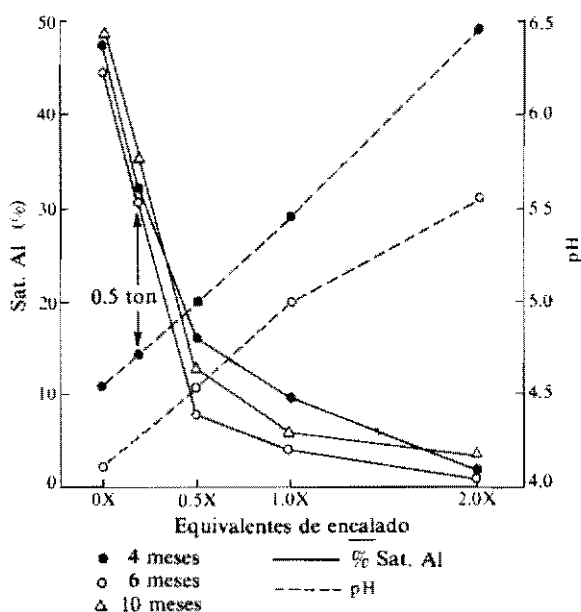


Figura 11. Efecto del encalado sobre el porcentaje de saturación de Al y el pH, 4, 6 y 10 meses después de la incorporación de cal en los 15 cm superficiales en un ultisol de Pucallpa, Perú. Fuente: Ara y Toledo, 1979.

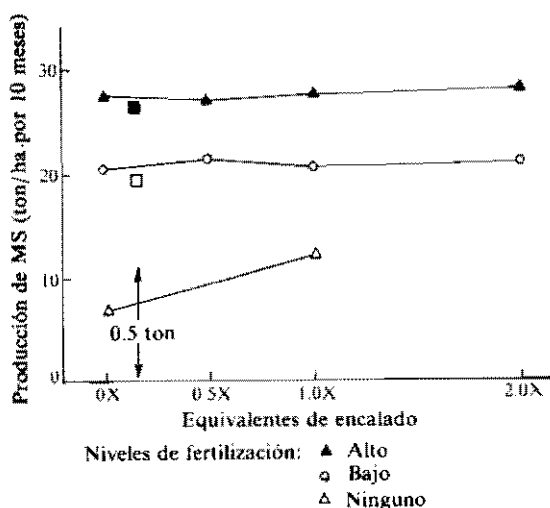


Figura 12. Efecto del encalado sobre la producción de *Brachiaria decumbens* en Pucallpa, Perú. Fuente: Toledo, 1979.

La selección de especies y forrajeras adaptadas a la gama de suelos, plagas y enfermedades permitan incrementar la producción de praderas.

En los últimos 40 años, diversos países han introducido un buen número de especies en la región, pero su presencia en la naturaleza por las introducciones no pasaron de ser esporádicas. No fueron adecuada y sistemáticamente evaluadas. La lista de los géneros, especies y variedades es:

En las ganaderías de la Amazonia, las especies no adaptadas, con problemas de plagas, enfermedades de fertilidad del suelo y por problemas de las praderas afectadas.

Cuadro 6. Gramíneas y leguminosas

Gramíneas	
Géneros	Especies y cultivares
<i>Andropogon</i>	2
<i>Axonopus</i>	10
<i>Brachiaria</i>	10
<i>Chloris</i>	2
<i>Cynodon</i>	9
<i>Digitaria</i>	6
<i>Echinochloa</i>	2
<i>Eragrostis</i>	2
<i>Eriochloa</i>	4
<i>Hemarthria</i>	1
<i>Hyparrhenia</i>	1
<i>Melinis</i>	2
<i>Panicum</i>	22
<i>Paspalum</i>	11
<i>Pennisetum</i>	35
<i>Saccharum</i>	10
<i>Setaria</i>	14
<i>Sorghum</i>	7
<i>Tripsacum</i>	1
Totales	151

Fuente: Serrão y Simão Neto, 1975; Serrão

Productividad animal

Ganado vacuno. La producción animal puede incrementarse fuertemente solucionando los problemas de manejo en cuanto al P necesario para el crecimiento estable de gramíneas y especialmente de las leguminosas que a su vez incorporan N en el sistema mediante la simbiosis. Toledo y Morales (1979) registran promedios de seis años de un experimento que compara la pradera "tradicional" de *H. rufa* sola con una pradera mejorada que incluye *H. rufa* + *Stylosanthes guianensis* + 100 kg de superfosfato simple de Ca aplicados anualmente.

El Cuadro 7 muestra que la inclusión de la leguminosa y la fertilización con P,S y Ca provenientes del SFS, produjeron una mejora del 44 por ciento en la capacidad de carga del potrero, duplicaron las ganancias de peso por animal y triplicaron la producción de carne por hectárea.

Cuadro 7. Comportamiento animal y producción de carne por ha en praderas tradicionales y mejoradas en Pucallpa, Perú. Promedio de seis años.

Tratamientos		Ganancia de peso	
Tipo de pradera	Carga (cabeza/ha)	por animal (g/día)	por hectárea (kg/año)
<i>Hyparrhenia rufa</i> (tradicional)	1.2	160	70
	1.5	169	92
	1.8 (100%)*	227 (100%)*	149 (100%)*
	1.9	215	149
	2.1	169	129
	2.3	203	170
	2.6	160	151
<i>Hyparrhenia rufa</i> + <i>S. guianensis</i> + 100 kg. ha/año de SFS (mejorada o "pionera")	2.1	403	308
	2.4	401	351
	2.6 (144%)*	495 (218%)*	469 (314%)*
	2.7	340	335
	3.0	345	377
	3.1	439	496
	3.6	350	459
	4.1	286	428

* Porcentaje comparativo entre los tratamientos que resultaron con mejores ganancias de peso por animal y por ha.

Fuente: Adaptado de Toledo y Morales, 1979.

De la Torre *et al.* (1977) informan que una pradera de *B. decumbens* que recibió 280 kg de N, 18 kg de P y 42 kg de K/ha/año, manejada intensivamente en rotación con intervalos de 23 días, soportó una carga de

3,45 vacas/ha y dio una producción para un total de 30,5 litros diarios de sales minerales (Cuadro 8).

Estos resultados dan una idea de la producción animal en praderas capaces de soportar las praderas en comparación con las capacidades de sabanas o cerrados.

Cuadro 8. Producción de leche y minerales por vaca en pradera de *B. decumbens* fertilizado.

Parámetro

Pastoreo:

Intervalo promedio (días)

Capacidad de carga promedio (vacas/ha)

Producción de leche:

Promedio por vaca (kg. vaca/día)

Promedio por ha (kg. ha/día)

* Duración de la estación.

Fuente: De la Torre *et al.*, 1977.

Búfalos. Una alternativa interesante de aprovechar las extensas praderas doméstico de agua, cuya población es alta en la Amazonía del Brasil.

Nascimento *et al.* (1979) registraron rendimientos superiores a los de los bovinos en carne, leche y trabajo en praderas de animales Cebú.

El Cuadro 10 presenta coeficientes de digestión (MS) y la fibra cruda (FC) de la paja. En esta prueba se extrajo fluido ruminal de un búfalo europeo, procediéndose al procedimiento de los resultados muestran que los coeficientes de digestión MS y FC son en general bajos, debido a que, sin embargo, el fluido ruminal de

ligeramente superior a la obtenida con fluidos de las otras dos especies animales. Esta diferencia en el coeficiente de digestibilidad fue aún mayor en el caso de la FC. Esto sugiere una flora ruminal celulósica bastante más efectiva en el rumen del búfalo, lo que explicaría una mejor utilización de los forrajes toscos de la región y una productividad mayor que la del ganado Cebú y europeo en las condiciones de la Amazonía.

Cuadro 9. Índices productivos predominantes en la Amazonía para bubalinos y bovinos.

Parámetros	Bubalinos	Bovinos
Natalidad (%)	60-70	40-50
Mortalidad (%)		
primer año	5-6	10-11
primer y segundo año	3-4	6-7
adultos	1-2	2-3
Descarte (%)	6	9
Edad al beneficio (años)	2-3	3.5-5.0
Peso al beneficio (kg)	300-400	300- 350
Producción de leche (kg/lactancia)	1000-1400	800-1200

Fuente: Nascimento *et al.*, 1979.

Cuadro 10. Coeficientes de digestibilidad *in vitro* de heno supermaduro de *Melinis minutiflora* usando inóculos terminales de búfalo y ganado bovino Cebú y europeo.

Especie (raza)	Coeficientes de digestibilidad	
	Materia seca	Fibra cruda
Búfalo (Jalrabadi)	34.0	31.6
Cebú (Gir)	31.1	24.7
Europeo (Holstein)	30.6	23.1

Fuente: Nascimento *et al.*, 1979.

Las ventajas del búfalo sobre el ganado vacuno se presentan en los Cuadros 11 y 12. El Cuadro 11 compara los pesos corporales en el nacimiento y a los 24 meses de animales de diferentes razas de las dos especies en pastoreo en praderas nativas en Belém, Brasil. Bajo las condiciones de la evaluación, el peso de los búfalos al nacer fue consistentemente mayor que el de los bovinos; igualmente, el peso de los búfalos a los 24 meses fue superior al de los bovinos.

El Cuadro 12 muestra datos sobre comportamiento animal y del pasto para novillos de búfalo y Cebú, bajo pastoreo rotacional en *Echinochloa pyramidalis*. Inicialmente, los novillos de búfalo de la misma edad (24

meses) pesaron más que los de día fueron también superiores a la capacidad de carga de los potreros de Cebú, lo cual compensó en esta especie la producción en ganado

Cuadro 11. Promedios de peso al nacer de los animales nativos en Belém, Brasil.

Especie (raza o tipo)	No.
Búfalos:	
(Mediterráneo)	71
(Carabao)	32
(Jaífarabadi)	26
Bovinos:	
(Canchin)	13
(Nelore)	28

Fuente: Nascimento *et al.*, 1979.

Cuadro 12. Ganancia de peso y manejo de *pyramidalis* bajo rotación.

Parámetro
Edad inicial (años)
Peso inicial (kg/animal)
Peso final (kg, animal)
Ganancia de peso (g/an/día)
Capacidad carga (an/ha/año)
Ganancia peso/ha (kg/ha/año)

Fuente: Nascimento *et al.*, 1979.

La producción de leche de las vacas (Nascimento, 1979). La comparación de ambas especies es también diferente, ya que el leche de búfalo la hace más ricos en nutrientes que los quesos. Sin duda, el búfalo es el que cumple un papel importante en

Necesidades de Investigación

Dadas las condiciones del ecosistema, la Amazonía exige niveles de manejo de intensidad media a alta. No se puede pensar en modificaciones extensivas, pues económica y ecológicamente el cambio del bosque natural por pastos es muy costoso. Tampoco es justificable desmontar para utilizar únicamente la fertilidad inicial alta después de la quema, y una vez que ésta se vuelva limitante, simplemente disminuir la presión de pastoreo en las áreas degradadas y talar nuevas áreas de bosque.

La investigación debe dar prioridad a los componentes tecnológicos que solucionen el problema de la inestabilidad de la producción de pastos después de la tala y quema del bosque original. Estos son:

- Selección por capacidad de uso de las áreas de la Amazonía con vocación para el establecimiento de pastos y explotaciones ganaderas.
- Selección de especies adaptadas a las diferentes condiciones de los ecosistemas amazónicos (clima, suelo, enfermedades y plagas, y bajo P en el suelo).
- Estudios *in situ* sobre reciclamiento de nutrimentos en diferentes tipos de bosque y praderas bajo diferente manejo.
- Determinación de métodos más eficientes de aplicación de P (fuentes, frecuencias, efectos residuales, etc.)
- Estudios de microbiología de suelos en relación con microorganismos que propicien la absorción del P por las plantas forrajeras (*Mycorrhiza*, etc.).
- Estudios de deficiencia de otros elementos y su corrección para las variadas condiciones de suelos de la Amazonía.
- Desarrollo de técnicas de recuperación de praderas degradadas.
- Manejo de especies gramíneas y leguminosas en asociación, bajo pastoreo, en condiciones inundables y no inundables.
- Sistemas agro-silvo-pastoriles (praderas + bosques, praderas + plantaciones, etc.).
- Desarrollo de razas o tipos de ganado productivo, de doble propósito para zonas de latitud y altura bajas.

Bibliografía

- Alvim, P. de T. 1973. Los trópicos b
desarrollo agrícola. *In* Simposio
Latina, Cali, Colombia. pp. 43-6
- . 1976. Floresta amazônica: a
Cultura 30(1):9-16.
- . 1978. A expansão de fronteiri
Política Agrícola, Brasília. 32 p.
- Ara, M.; Toledo, J. M. 1979. Ferti
Colombia. Boletín Informativo d
- Bandy, D.E.; Benítez, J. R. 1977. Pro
Perú. Ministerio de Alimentació
- Buol, S.W.; Hole, F.D.; McCracke
State University Press, Ames. 36
- Bradley, R.S.; Oliveira, L.A.; Pod
nitrogênio associada com raízes
INPA, Manaus, Brasil, 16 p.
- Dantas, M.; Rodríguez, I.A. 1980. Pl
Boletín de Pesquisa no. 1, EMB
- De la Torre, M.; Pezo, D.; Echevarria,
Amazonia peruana. *In* Resúmen
- Ducke, A. 1949. As leguminosas da
Agrônomo do Norte. 19:53-94.
- ; Black, G.A.; Fróes, R.L. 195
do Instituto Agrônomo do Nor
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agrope
Úmido. 1979. Relatório técnico
Belém, Pará, Brasil. 178 p.
- Falesi, I.C. 1976. Ecossistema de p
Técnico no. 1, EMBRAPA-CPA
- ; Bastos, T.X.; Moraes, V.H
aproximação). Boletim Técnico d
- Ferreira, R. 1971. Flora invasora de
Nacional Mayor de San Marcos.
- Ferreira da Silva, L.F. 1978. Influê
edáficas dos Oxisoles de Tabulei

- Gibbs, R.J. 1967. **The geochemistry of the Amazon River system.** Geological Society of America Bulletin 78. pp. 1203-1232.
- Golley, F.B.; McGinnis, J.T.; Clements, R.G.; Child, G.I.; Denver, M.J. 1976. **Mineral cycling in a humid tropical forest ecosystem.** I.I.E. Athens, Georgia, Estados Unidos*
- Gonçalves, C.A.; Madeiros, J.C.; Curi, W.J.; Jorge, M.J.; 1979. **Produção de gramíneas e leguminosas forrageiras no território federal de Rondônia.** Comunicado Técnico no. 3, EMBRAPA-UEPAE, Porto Velho, Rondonia, Brasil. 37 p.
- Herrera, R.; Jordán, C.F.; Klinge, H.; Medina, E. 1978. **Amazon ecosystems. Their structure and function with particular emphasis on nutrients.** Intersciencia 3(4): 223-232.
- Lee, D.H.K. 1968. **El clima y el desarrollo económico en los trópicos.** Manual Utelia no. 363, México. 246 p.
- Lourenço Junior, J.B. 1979. **Relatório anual do projecto sistema de produção animal.** EMBRAPA-CPATU, Belém, Brasil. 76 p.
- Meggers, B. 1976. **Amazonía, un paraíso ilusorio.** Siglo Veintiuno, México. 248 p.
- Morales, A.; Santhirasegaram, K. 1977. **Producción animal en base a pasturas en el trópico de Pucallpa, Perú.** In Resúmenes de la VI Reunión ALPA, La Habana, Cuba*
- Nascimento, C.N. 1979. **Water buffalo production and research in Brazil.** EMBRAPA-CPATU, Belém, Pará, Brasil. 11 p.
- ; Guimaraes, J.M.; 1970. **Fatores afetando o peso ao nacer de bufalos pretos.** Boletín IPEAN (Belém, Brasil) 1(2): 1-57.
- ; Guimaraes, J.M.; Goudin, A.G. 1970. **Fatores de produtividade leiteira em bufalas pretas.** Boletín IPEAN (Belém, Brasil) 1(1): 1-36.
- ; Moura Carvalho, L.O. 1973. **Estudo comparativo de produção leiteira de bufalas Mediterrâneas em uma e duas ordenhas diárias.** Boletim Técnico IPEAN no. 56. pp. 9-14.
- ; Moreira, E.D. 1974. **Estudio comparativo sobre hábitos de novilhas bubalinas e zebuínas em pastagem.** Boletín Técnico do IPEAN. pp. 43-53*
- ; Moura Carvalho, L.O. 1978. **Características reproductivas de bufalas leiteiras da raça Mediterrâneo.** EMBRAPA, Comunicado Técnico no. 8. 5 p.
- ; Moura Carvalho, L.O.; Lourenço, J.B. 1979. **Importancia do bufalo para a pecuária brasileira.** EMBRAPA-CPATU, Belém, Pará, Brasil. 31 p.
- North Carolina State University. 1974. **Agronomic-economic research on tropical soils.** Soils Science Department, Annual Report 1973. Raleigh, North Carolina, Estados Unidos. 230 p.
- . 1975. **Agronomic-economic research on tropical soils.** Soils Science Department. Annual Report 1974. Raleigh, North Carolina, Estados Unidos. 230 p.

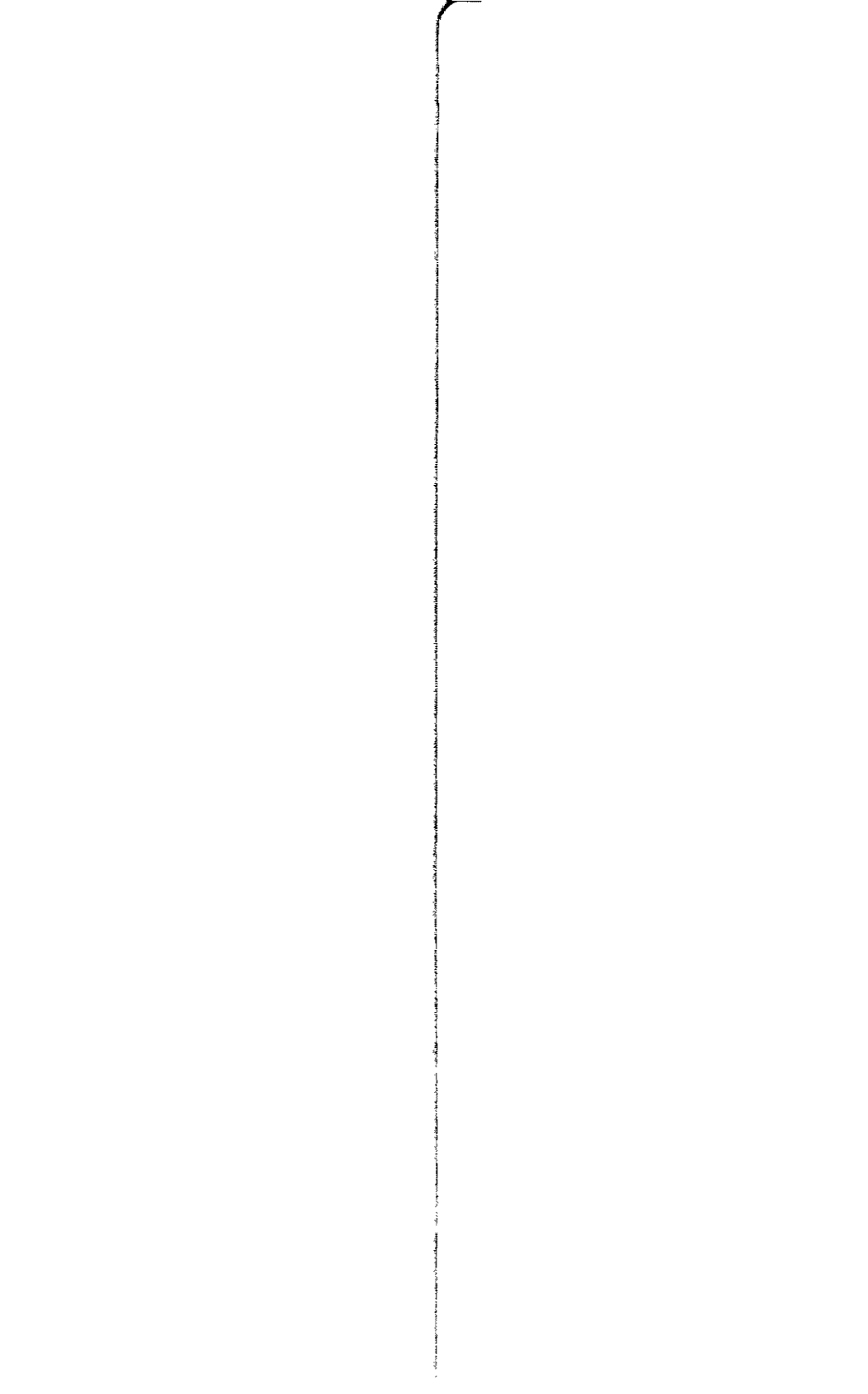
* Referencia incompleta (N del E).

- . 1976. **Agronomic-economic r**
Annual Report 1975. Raleigh, N
- . 1978. **Agronomic-economic r**
Annual Report 1976-77. Raleigh
- Nye, P.H.; Greenland, D.J. 1960.
Agricultural Bureaux, Inglaterra.
- . 1961. **Organic and nutrient cycl**
346.
- Odum, H.; Pigeon, R. 1970. **A tropic**
- Oliveira, M.A.S.; Curi, W.J. 1979. **Din**
em pastagens de *Brachiaria dec*
EMBRAPA-UEPAE, Porto Vell
- Pinedo, L.; Santhirasegaram, K. 1973.
la aplicación de P y Ca. In Resú
- Reyes, C. A. 1974. **Estudio preliminar d**
en la zona de Pucallpa. Tesis Uni
Perú. 60 p.
- Rolim, F.A.; Koster, H.W.; Khan,
pesquisas agrostológicas na região
SUDAM-IRI, Brasil. 56 p.
- Saco Vertiz, C.; Bravo, G. 1967. **Oper**
- Salinas, J.G.; Sánchez, P.A. 1975. **S**
differences in tolerance to low ava
168.
- Sánchez, P.A. 1973. **Un resumen de la**
Tropical. North Carolina State U.
Unidos. 215 p.
- . 1976. **Properties and managen**
Estados Unidos. 618 p.
- Santhirasegaram, K. 1974. **Manejo de p**
de selva lluviosa tropical en Per
N.C.S.U., Estados Unidos. pp.4
- ; Morales, V.; Pinedo, L.; Diez,
Interim Report, IVITA, Peru, 13.
- ; Morales, V.; Reyes, C. 1973.
Pucallpa Region. IVITA, Perú, 2

* Referencia incompleta (N del E).

- Serrão, E. A. 1977. **Adaptação de gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* na Amazônia.** In Encontro sobre forrageiras do genero *Brachiaria*, pp. 21-54*
- ; Batista, H. A.; Boulhosa, J. A. 1970. ***Canarana erecta* lisa *Echinocloa pyramidalis* (Lam.) Hitch. et Chase.** Serie: Estudos sobre Forrageiras na Amazônia. Boletim IPEAN (Belém, Brasil) 1(1):1-35.
- ; Simão Neto, M. 1971. **Informações sobre duas espécies de gramíneas forrageiras de gênero *Brachiaria* na Amazônia: *B. decumbens* and *B. ruziziensis*.** Serie: Estudos sobre Forrageiras na Amazônia. Boletim IPEAN (Belém, Brasil) 2(1):1-31.
- ; Cruz, E. S.; Simão Neto, M.; Sousa, G. F.; Bastos, J. B.; Guimaraes, M. C. F. 1971. **Resposta de tres gramíneas forrageiras (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria ruziziensis* e *Pennisetum purpureum*) a elementos fertilizantes em latosolo amarelo textura media.** Serie: Fertilidade de Solo. Boletim IPEAN (Belém, Brasil) 1(2): 1-38.
- ; Simão Neto, M. 1975. **The adaptation of tropical forages in the Amazon region.** In Tropical Forages in Livestock Production Systems. ASA-CSSA-SSSA special publication no. 24 pp. 31-52.
- ; Falest, I. C. 1977. **Pastagens do Trópico Úmido Brasileiro.** EMBRAPA-CPATU, Belém, Brasil. 76p.
- Seubert, C. E.; Sánchez, P. A.; Valverde, C. 1977. **Effect of land clearing methods on soil properties of an Ultisol and crop performance in the Amazon jungle of Perú.** Raleigh, North Carolina Agricultural Experiment Station and Min. de Alimentación, Perú. Journal Series Paper No. 500 Z. pp. 307-321.
- Simão Neto, M.; Serrão, E. A.; Gonçalves, C. A.; Pimentel, D. M. 1973. **Comportamento de gramíneas forrageiras na região de Belém.** Comunicado Técnico IPEAN no. 44, Belém, Pará, Brasil. 19p.
- ; Serrão, E. A. 1974. **Capim quicuio de Amazônia (*Brachiaria* sp.).** Boletim Técnico IPEAN no. 58, Belém, Pará, Brasil. pp. 1-17.
- Toledo, J. M.; Ara, M. 1977. **Manejo de suelos para pasturas en la selva amazónica.** Trabajo preparado para la Reunión Taller FAO-SIDA sobre Ordenación y Conservación de Suelos en América Latina, Lima, Perú. 46 p.
- ; 1979. **Resultados experimentales sobre pasturas en la Amazonía peruana.** Seminario sobre los Recursos Naturales Renovables y el Desarrollo Regional Amazónico, IICA, Bogotá, Colombia. pp. 170-179.
- ; Morales, V. A. 1979. **Establishment and management of improved pastures in the Peruvian Amazon.** In Sánchez, P. A. y Tergas, L. E. (eds.) Pasture Production in Acid Soils of the Tropics. Memorias de un seminario llevado a cabo en el CIAT, Cali, Colombia. pp. 177-194.
- Valdivieso, A. L. 1973. **Análisis del sistema de desmonte Le Tourneau en el trópico peruano.** Tests Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.*
- Viera, L. S.; Oliveira, N. V.; Bastos, I. X. 1971. **Os solos de Estado de Pará.** Cadernos Paraenses no. 8. IDESP, Belém, Brasil. 175 p.

* Referencia incompleta (N del E).



Una Evaluación en Perspectiva de los Cultivos Perennes en la Cuenca Amazónica

Paulo de T. Alvim*

Introducción

Los cultivos perennes han jugado un importante papel en la economía de los países situados en el trópico húmedo. Han sido producidos con gran éxito y durante muchos años en muchas regiones ecológicamente comparables dentro de la Amazonía, por su clima y, tal vez en menor grado, por sus condiciones de suelo. Actualmente las más importantes regiones productoras se encuentran en el sudeste de Asia, en algunos países africanos y en algunas áreas dispersas del trópico americano, fuera de la cuenca amazónica. Vale la pena mencionar que donde los cultivos perennes tienen éxito, las prácticas de cultivo desarrolladas por los agricultores se encuentran muy adelantadas y a tono con las buenas técnicas agronómicas dictadas por la investigación.

Dos de los cultivos perennes más importantes, el caucho y el cacao, son originarios de la Amazonía, pero sólo recientemente los países de la cuenca le han prestado atención a la investigación de estos dos cultivos y al desarrollo de la agricultura comercial.

Lo mismo puede decirse de otros cultivos tropicales principales, cuales son la palma de aceite, el cocotero, el banano, etc. La historia nos enseña que en el trópico la agricultura científica siempre se ha iniciado en los países industrializados interesados en promover el cultivo de algunos productos de exportación en sus antiguas colonias o en sitios donde se pudiese obtener mejor retorno a su inversión. Posiblemente la única excepción a la regla la constituye el cultivo del café en Brasil. Bien podría pensarse que las actividades de investigación de cultivos perennes tropicales podrían haberse iniciado muchísimo antes, si la región hubiese dependido políticamente de algún país industrializado que hubiera estado interesado en el pasado en los productos de la agricultura tropical.

* Director Técnico-Científico, Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Caixa Postal 7, 45600 Itabuna, Bahia, Brasil.

Hay evidencias de que la falta de investigación agronómica inadecuada son las cuales los diversos intentos de cultivo no tuvieron éxito en el pasado. En algunos casos, los problemas actualmente. Algunos cultivos como cacao, la palma de aceite, el caucho, etc., son satisfactorios en algunas áreas. En otras, gracias a las mejores prácticas de manejo, se ha mejorado nacional. Se reconoce que aún falta mucha investigación de tales cultivos, y se recomienda para determinar cuáles deben cultivarse o cuál sistema de producción desde el punto de vista de la economía. Se necesita una precisa investigación sobre muchos cultivos en la Amazonía que podrían convertirse en el futuro.

El presente trabajo pretende proporcionar información sobre el tema. Para un análisis de los cultivos tropicales más conocidos, se citan a Alvim y Kozlowsky (1977). Para el presente trabajo, al igual que la de muchos otros trabajos sobre agricultura en la Amazonía, se basan en estudios de casos bien documentados.

Ventajas y Limitaciones de los Cultivos Perennes

Los cultivos perennes, al igual que los cultivos anuales, consideran la mejor forma de utilizar la tierra como la Amazonía, donde la mayoría de las tierras son pobres e infértiles. Los cultivos perennes presentan ventajas obvias. La más importante ventaja es la protección del suelo causada por la lixiviación. La lixiviación es tal vez el más grave problema en un suelo húmedo. Para usar una "explicación simple", el haber "inventado" árboles con raíces profundas y reciclamiento de los nutrientes evita la lixiviación. No es pues sorprendente que los cultivos perennes sean el componente predominante de los sistemas de cultivo en regiones en donde la lixiviación es un problema (i.e., donde la precipitación es muy alta durante la mayor parte del año).

Otra ventaja importante de los cultivos perennes, en comparación con los anuales, es su menor demanda de nutrimentos del suelo, a veces acompañada de mayor tolerancia a la acidez del suelo y/o a la toxicidad por aluminio, que son problemas de común ocurrencia en la mayoría de las áreas tropicales de América Latina. La inferior demanda de los nutrimentos del suelo no parece deberse solamente al reciclamiento de minerales —una función que los cultivos anuales no pueden desempeñar eficientemente— sino que parece estar relacionada también con el hecho de que los productos cosechados de los cultivos perennes, por lo regular, tienen un contenido inferior de nutrimentos del suelo que los productos de los cultivos anuales. Indiscutiblemente, productos tropicales tales como el caucho, el azúcar, los aceites vegetales, las fibras y las féculas alimenticias primordialmente se componen de carbono, hidrógeno y oxígeno e incluyen solamente una pequeña fracción de elementos minerales extraídos del suelo. En otras palabras, los cultivos tropicales perennes “exportan” del campo principalmente elementos extraídos del aire (carbono y oxígeno) y del agua (hidrógeno) mediante el proceso de la fotosíntesis.

Aunque hay razones para albergar optimismo en cuanto a la posibilidad de utilizar los cultivos perennes en el desarrollo de los programas para la Amazonia, existen algunas limitaciones obvias que se deben tener en cuenta. Tales limitaciones variarán según el cultivo, pero la más general es que se conocen muy pocos cultivos perennes que se puedan recomendar para siembra comercial en el área. Más aún, muchos de estos pocos cultivos perennes tienen un mercado potencial verdaderamente limitado y no se pueden sembrar en gran escala. Según se ve el problema hoy en día, las limitaciones no se deben solamente a las pocas alternativas que se le pueden ofrecer al agricultor potencial, sino también a que el área total que se sembrará con algunos de los cultivos conocidos, será relativamente pequeña comparada con la inmensa extensión de la cuenca amazónica. Posiblemente se podría pensar en un área total de dos o tal vez tres millones de hectáreas que se podrían sembrar en los próximos 20 ó 30 años con cultivos tradicionales, tales como caucho, palma de aceite, cacao, coco y otros pocos. Si se incluyen cultivos semi-perennes como la caña de azúcar, el banano, la piña, etc., el área total de siembra sería indiscutiblemente mayor, tal vez dos veces más grande, pero, aún así, no ocuparía más de un 1 por ciento de la Amazonia. Dentro de este contexto, los cultivos perennes podrían considerarse por el momento como adecuados para promover polos de desarrollo bien escogidos en la Amazonia, pero no como la panacea para el desarrollo de la región en su totalidad.

Entre las diversas alternativas para el uso de la tierra, la producción comercial de madera, pulpas y otros productos forestales (carbón, metanol, etc.), bien sea mediante plantaciones forestales o mediante

prácticas de manejo auto-sostenibles para tener mejores posibilidades para el futuro que los relativamente pocos agrónomos tienen actualmente.

Otro problema con los cultivos de siembra y una producción raramente es inconveniente para los pequeños productores que precisan de otras fuentes de ingresos para sus plantaciones. Este problema se manifiesta en los cultivos de ciclo breve, cualesquiera que sean destinados a consumo humano o animal. La siembra y plantación; no obstante, tal como la siembra es suficientemente atractiva para atraer a los agricultores, retardar por competencia el crecimiento de los cultivos.

Existen algunos programas de desarrollo de los gobiernos, tales como el del Programa de Desarrollo de Malasia (Federal Land Development Authority) haber encontrado una solución al problema del establecimiento de cultivos perennes. Los cultivos iniciales, y la postergación del avance de los cultivos en sus tierras hasta cuando ya no sea necesario. Inicial del proyecto, los núcleos de cultivos empleados en el establecimiento de cultivos perennes. El sistema parece ser uno que va a ser utilizado para algunos cultivos perennes, especialmente para los cultivos de ciclo breve.

Cultivos Perennes y Semi-perennes

Actualmente los cultivos perennes y semi-perennes tienen posibilidades para expansión en las zonas tropicales (palma de aceite, y, posiblemente para la producción de alcohol). Se están obteniendo resultados promisorios en una gran variedad de cultivos, especialmente en Rondônia (12) donde la temperatura no es demasiado alta. Dependiendo de las oportunidades de siembra (*Coffea canephora*), que es más adecuada para las zonas de la Amazonia, pero por el momento los cultivos mencionados anteriormente son adecuados ecológicamente para las zonas tropicales. Desde el punto de vista comercial, aunque los cultivos perennes con las especies tolerantes al sol.

El caucho

La historia de la Amazonía está estrechamente vinculada a la historia del caucho (*Hevea brasiliensis*). Indiscutiblemente, fue el caucho el que primero atrajo la atención hacia la región amazónica. No solamente por lo ya dicho, sino por su importancia económica y estratégica, el caucho merece ser analizado antes de entrar a considerar otro cultivo perenne.

Hace aproximadamente un siglo el mundo conocía el caucho como un producto que se extraía de árboles silvestres que se encontraban en la selva amazónica. Actualmente la región de la Amazonía produce menos del 1 por ciento de la producción mundial, que se calcula en tres millones de toneladas por año.

Cuando en 1838, Charles Goodyear desarrolló el proceso de vulcanización, el caucho llegó a conocerse como un producto comercial. Este acontecimiento desató la búsqueda del caucho silvestre y aumentó la migración hacia la Amazonía; sin embargo, no fue hasta 1888, con el invento de la llanta neumática y del automóvil que se produjo el incremento en la demanda del producto y se originó la llamada "bonanza del caucho" de la Amazonía, la cual se prolongó hasta 1912. En este año, la producción de caucho en el sureste asiático superó la de la Amazonía, produciendo una brusca baja en los precios con graves consecuencias económicas para los países del área, especialmente para Brasil, que era entonces el primer exportador de caucho. No obstante, "el principio del fin" se había iniciado 35 años antes, en 1876, cuando se le permitió al ciudadano británico Henry A. Wickham llevar 70,000 semillas de *Hevea* de la región de Tapajós a Kew Gardens en Londres. De las 2397 plántulas producidas a partir de tales semillas, 1900 se enviaron a Ceilán, dos a Buitenzorg, en Java Occidental, y otras a Malasia. Este es el origen de las plantaciones de caucho en el sureste asiático.

Los primeros intentos de cultivar caucho en la Amazonía tuvieron poco éxito. El malhadado experimento de Henry Ford en el área de Tapajós, cercana a Santarém es el mejor ejemplo. En 1926, Ford compró aproximadamente un millón de hectáreas de tierras para sembrar caucho en un sitio que inicialmente se denominó Fordlandia y posteriormente Belterra. En ese momento no se sabía prácticamente nada sobre la grave enfermedad de la hoja denominada "añublo suramericano de la hoja" (SALB), causada por el hongo *Microcyclus ulei*. Esta enfermedad es endémica en todas las regiones tropicales de América Latina, pero no se encuentra en otros continentes donde las plantaciones de caucho son un éxito. Otras enfermedades del caucho también se presentan en la Amazonía, por ejemplo, la enfermedad causada por *Phytophthora*

palmivora. Existen igualmente problemática la oruga defoliadora, el mayor obstáculo al cultivo del cacao, la causa del fracaso de Ford, el proyecto se abandonó y, en 1944, el cacao se vendió a un precio simbólico.

En años recientes se han desarrollado variedades resistentes y ésto abre nuevas posibilidades. Un logro importante ha sido la obtención de variedades que presentan resistencia al añublo como el IAN 3087, IAN 2903, IAN 2904, etc., sembrando de manera extensiva variedades resistentes que actualmente se reemplazan por Fx 2261 y Fx 3864.

Las siembras comerciales en Ecuador comenzaron aproximadamente hace 30 años con unas 25,000 ha en cultivo. La mayoría de ellas con el clon Fx 25, que en ese entonces era la variedad. A mediados de la década del 60 se produjo un ataque en Bahía, que causó gran daño a las siembras sembradas con ese clon específico. Como parte de un programa de investigación con fines de fumigaciones aéreas, al igual que en otros países, se obtuvieron magníficos resultados. El uso de fungicidas se ha convertido en una práctica especialmente en las áreas sembradas en los meses de agosto y septiembre, cuando se produce en el momento en que se desarrolla el hongo.

En Brasil la investigación sobre el añublo ocasionado por el SALB se puede considerar completamente si se siembra en áreas de "invernada" se presenta en períodos de sequía. En la región amazónica tres meses de pluvial inferior a 50 ó 60 mm/mes causan grave daño por el SALB. La enfermedad causa poco daño en áreas con masas acuáticas (océanos, lagos, etc.) como resultado de una reducción de la humedad.

* Esta corresponde a la Subregión B del trabajo.

como consecuencia de una radiación neta más alta o de una turbulencia eólica mayor en tales sitios.

Otro método recomendado actualmente en Brasil para controlar el SALB en aquellas áreas que carecen de estación seca (Subregión A), o en donde no existe posibilidad de que los rebrotes se escapen a la enfermedad, es utilizar plantas injertadas, con follaje de *Hevea pauciflora* y el tronco de clones de alto rendimiento de *H. brasiliensis*. La primera no es una especie muy productiva pero ha demostrado que es completamente inmune al SALB. Al injertarla en clones de alto rendimiento de *H. brasiliensis* se evita la enfermedad, y los rendimientos son razonablemente buenos (Moraes, 1974).

Actualmente Brasil importa aproximadamente 75,000 ton de caucho natural por año y produce solamente 25,000, de las cuales un 90 por ciento se obtienen de árboles silvestres. El pronóstico de un aumento de consumo en el Brasil a 200,000 ton/año para 1980, indujo un ambicioso programa de siembra de 120,000 hectáreas de caucho para 1982 (Programa de Borracha-PROBOR). La Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) estableció un Centro de Investigación de Caucho cercano a Manaus, y la siembra se incentiva mediante un generoso programa de crédito a los agricultores. Hasta la fecha solamente se han sembrado 30,000 ha. El principal factor limitante ha sido la producción de material de propagación en cantidades suficientes para satisfacer la demanda de los agricultores. En consecuencia, el programa ha sido revisado para lograr la meta en 1984.

La palma de aceite

La palma africana (*Elaeis guineensis*) es reconocida como la planta más eficiente para la producción de aceite jamás cultivada por el hombre. Con buenas prácticas agronómicas produce entre 4 y 6 ton de aceite por ha/año, en comparación con 1.5-2.5 ton de la palma de coco, 1 ton de la soya, 1 ton del girasol y menos de 0.8 ton del algodón y el maní.

La mayoría de las siembras comerciales de la palma de aceite se encuentran ubicadas en áreas cuyas temperaturas anuales fluctúan entre 24 y 27°C, con precipitaciones anuales promedio entre 1800 y 2500 mm y, 1500 o más horas de luz solar por año, preferiblemente por encima de las 2000 horas. Para un rendimiento óptimo la precipitación debe ser más o menos bien distribuida durante el año. En las regiones donde se presenta una estación seca muy pronunciada o donde la estación húmeda es muy encapotada, los rendimientos se pueden afectar drásticamente.

Con base en el conocimiento amazónica, se puede afirmar que para el cultivo de la palma africana las regiones en cuanto a distribución son aquellas situadas entre el Río Negro y el Perú y en una pequeña área central de la baja Amazonia, donde no se debe tener épocas secas relativamente prolongadas.

En relación con el suelo, la palma es tolerante a la acidez. La planta es tolerante a la acidez del suelo sin que haya necesidad aparente de fertilizantes. En las plantaciones comerciales se han establecido en muchos ejemplos de plantaciones en suelos químicamente pobres, donde los rendimientos son relativamente modestos (Ferwerda, 1979).

De las anteriores consideraciones, uno de los cultivos más promisorios en suelos pobres de la región amazónica es el cultivo de la palma africana. El cultivo también parece atrayente para la producción de aceites vegetales. El consumo mundial es a una tasa de 3 por ciento anual, y duplicará en 1990. Igualmente vale la pena mencionar que otros aceites vegetales como el de palma (ACPM) para motores. Al aumentar la posibilidad de cultivar palma de aceite transportable, ha sido indicada (Ferwerda, 1979). Otros cultivos oleaginosos como el de palma, en fin, no solamente en razón de su alta productividad, sino que requieren un suelo más fértil.

La tecnología para el cultivo de la palma africana se está utilizando en algunas plantaciones. Por ejemplo, cerca de Belém, se está estableciendo una planta que está dando resultados exitosos. Se ha producido un aceite de 4 ton/año. Hasta el momento se está expandiendo el área sembrada con palma africana. El material de siembra mejorado es de palma africana latinoamericanos, incluyendo a los que están produciendo actualmente una gran cantidad de rendimientos que se conocen como los cruzamientos de los tipos genéticos de palma africana selectos de *psifera* (endocarpi).

producir material de propagación mejorado es de uso común en los principales países productores en el sureste de Asia y África. La mayoría de las siembras comerciales de reciente establecimiento en América Latina han utilizado semillas de *tenera* importada de la Costa de Marfil (Institut de Recherches pour les Huiles et Oleagineux, IRHO), bajo el supuesto que las diferencias ambientales no alterarán mayormente su desempeño. La necesidad de fortalecer los programas de fitomejoramiento locales es un hecho reconocido, pero hasta la fecha muy poco se ha logrado.

Una línea promisorio de investigación sería la selección de la palma de aceite amazónica, que en el Brasil se conoce como "caiaué" (*Elaeis melanococca* = *E. oleifera*) para cruzarla con *E. guianensis*. Algunos de estos cruzamientos ya se han efectuado con resultados promisorios, pero aún se precisan muchos años de investigación antes de poder producir material de siembra superior a partir de los mencionados híbridos.

Trabajos recientes adelantados por Rabéchaud y Martin (1976) han conducido al desarrollo de una nueva técnica de propagación de la palma de aceite, mediante el cultivo de tejido, empleando discos de las hojas como material de propagación. Esto constituye un avance muy importante que ofrece la posibilidad de multiplicar, rápidamente y en gran escala, material de siembra de calidad superior, aun en el área de la Amazonía donde el programa de fitomejoramiento es incipiente. Desafortunadamente, detalles completos sobre este nuevo método de propagación no se han sacado a la luz pública y aparentemente están protegidos por una patente que tiene el IRHO.

El cacao

Se cree que el centro de origen del cacao (*Theobroma cacao*) son las faldas de la cordillera de los Andes. De la Amazonía se han exportado pequeñas cantidades de semillas durante casi tres siglos de explotación del cacao silvestre, pero la región nunca se ha convertido en un área importante de producción. Inclusive hoy en día, su producción total representa menos del 1 por ciento de la producción de América Latina, y solamente un 0.2 por ciento de la producción mundial total, que asciende a 1,5 millones de ton/año, aproximadamente.

Hasta hace relativamente poco tiempo existían muy pocos cacaotales sembrados en la Amazonía, y la producción provenía casi exclusivamente de los cacaotales naturales que, por lo regular, se encuentran a lo largo de las riberas estacionalmente inundables de los ríos ("várzeas"), donde la fertilidad del suelo es mayor. Dependiendo de la densidad de población, estos cacaotales se estima que producen solamente unos 20 a 50 kg/ha, o

sea, más o menos un 5 por ciento de las explotaciones comerciales.

El cacao no es una planta como el caucho o la palma de aceite. No se cultiva en la Amazonia sin hacer aplicación de fertilizantes y encalar. Posiblemente esta ha sido la razón de los intentos de años anteriores de establecer plantaciones. Los agricultores lograron establecerlas en las "várzea", donde los rendimientos eran altos a consecuencia de las inundaciones.

Los estudios de suelos adelantados en la zona indican que existen áreas rojas (alfisoles), similares a los mejorados, que es la principal región productora. En estas zonas existen entre ocho y 10 millones de hectáreas. En la brasileña de la cuenca amazónica, las zonas más fértiles hallan situadas en Rondônia, sur de Pará y la parte norte de Mato Grosso. El Centro de Investigación de Agricultura Tropical, posibilidad de obtener altos rendimientos. La necesidad de aplicar fertilizantes y encalar. Se lanzó en 1975 un plan gubernamental de sembrar 160,000 ha de cacao en la zona. Se estima que el plan generará a los agricultores produciendo beneficios indirectos. En diciembre de 1979, ya se habían sembrado 160,000 ha. Se espera que la meta de 160,000 ha se cumpla en 1980 años. El plan también incluye a los agricultores sembrarán en oxisoles y ultisoles. El agricultor tiene mayor disponibilidad de fertilizantes.

El limitante principal para la producción es la incidencia de la enfermedad sustrada por el hongo *Crinipellis perniciosa*. En las pérdidas en el rendimiento en la zona de Ecuador, Colombia y Trinidad. Los agricultores están sembrando híbridos que resisten al superbrotamiento, pero tal resistencia parece haber ocurrido en Ecuador. Se está trabajando junto con la aspersión de fungicidas para controlar la enfermedad, pero la experiencia indica que

tales prácticas no siempre resultan eficientes ni económicas. En términos generales, se acepta que se precisa mucha investigación para desarrollar medidas de control eficientes contra esta enfermedad.

Se han organizado diversas expediciones para recoger material vegetal en diversas regiones de la Amazonía (especialmente en Ecuador, Perú y Brasil) en búsqueda de nuevas fuentes de resistencia al superbrotamiento. En años recientes, estas expediciones han aumentado especialmente en el Brasil, conexas con los programas de fitomejoramiento en busca de mayores rendimientos y resistencia a enfermedades. En Brasil, la investigación que actualmente se adelanta hace énfasis en la epidemiología y el mecanismo de resistencia al superbrotamiento.

La caña de azúcar

Desde el punto de vista climatológico no existe duda que es posible cultivar caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la Amazonía. Para la producción de azúcar se le debe dar preferencia a aquellas áreas que tienen una época seca definida, por cuanto ésta es esencial para la acumulación de sacarosa o "maduración" de las cañas antes de la cosecha (Salter y Goode, 1967). Para la producción de alcohol, no existe una limitación de clima para cultivar caña de azúcar en la Amazonía, puesto que un período de carencia de humedad no es esencial para la maduración adecuada.

Se han obtenido altos rendimientos (aproximadamente 80 ton/ha/año) en caña de azúcar sembrada en alfisoles cerca a Altamira, en la carretera transamazónica, donde hay una estación seca de tres meses, de agosto a octubre. Igualmente, se ha informado que hay buena productividad en los oxisoles vecinos a Manaus, cuando se hace aplicación de fertilizantes.

Los limitantes principales para la producción de azúcar en la Amazonía han sido la inelasticidad de los mercados, el alto costo de la producción (especialmente los fertilizantes), y la distancia a los centros de consumo. El ambicioso programa de alcohol del Gobierno brasileño actualmente ofrece nuevas posibilidades para la caña de azúcar, al igual que para la yuca, en todo el territorio nacional, incluida la región amazónica. Con el creciente costo de los combustibles fósiles parece que la caña de azúcar se sembrará en gran escala en el futuro inmediato en muchas áreas dispersas de la región amazónica, con el fin de atender las necesidades locales de alcohol.

Cultivos Intensivos

Existe una amplia gama de cultivos perennes y semi-perennes que se producen casi siempre en pequeña escala y que encontrarían lugar como

cultivos comerciales en la Amazonia, la pimienta negra (*Piper nigrum*) y los cítricos en pequeños huertos en el consumo local. Estos cultivos, tradicionalmente se producen en parcelas que requieren manejo más intensivo y más adecuados para los pequeños productores. Algunos de estos cultivos son inelásticos y, lógicamente, se producen en las áreas más prometedoras desde el punto de vista del mercado.

Pimienta negra

Actualmente el cultivo de pimienta negra en la Amazonia de Brasil es la pimienta japonesa. El cultivo se concentra en la zona de Belém y en la vecindad de Belém. La pimienta japonesa ha sido introducida con éxito en la Amazonia, al igual que en la transamazónica, al igual que en la Amazonia brasileña es actualmente el tercer productor de pimienta en el mundo. El área total cultivada se estima en 100 mil hectáreas.

Prácticamente todas las plantaciones han establecido en oxisoles utilizando altas tasas de fertilizantes. La producción está representada por el cultivo de pimienta japonesa, embargo, debido al alto precio del producto, su cultivo constituye una de las principales actividades agrícolas.

El factor limitante principal en la región amazónica es la alta incidencia de la enfermedad causada por el hongo *Phytophthora*. En una pequeña estación de investigación en Belém, esta grave enfermedad se estableció en tres años, en colaboración con la FAO y la Agency, pero hasta la fecha no se ha logrado un control eficiente.

Debido a la pudrición radical causada por el hongo *Phytophthora* en la Amazonia tienen una vida útil de 10 años.

solamente, después de los cuales el área tiene que abandonarse. Los agricultores japoneses desarrollaron un sistema interesante para sustituir el cultivo con cacao; dicho sistema está dando resultados muy satisfactorios, y actualmente está siendo ampliamente adoptado en la región. Aprovechando los efectos residuales de los fertilizantes aplicados a la pimienta, se siembra el cacao sin aplicación adicional de fertilizantes, exactamente en las mismas áreas donde las plantas de pimienta comienzan a perecer como consecuencia de la enfermedad. Este mismo sistema se está utilizando con otros cultivos, por lo regular el caucho, la papaya y el maracuyá.

Papaya

La producción comercial de papaya (*Carica papaya*) es relativamente reciente en la Amazonía, pero se está convirtiendo en una actividad de gran éxito, especialmente en el estado de Pará y en algunos sitios de la Amazonía peruana. El área total sembrada es aún relativamente pequeña (aproximadamente 500 ha en Brasil) y se encuentra concentrada principalmente en la región de Castanhal, cerca a la ciudad de Belém. Más recientemente el cultivo se ha expandido hacia otras áreas, especialmente a Tomé-Açú. El cultivar Sunrise Solo es prácticamente el único que se siembra extensivamente en los oxisoles que son de común uso para la siembra de la pimienta negra; ésto implica el uso de altas tasas de fertilizantes al igual que tratamientos con herbicidas. En suelos pesados es común sembrar la papaya en camas combadas incluyendo una zanja de drenaje cada dos surcos. Unos cuantos agricultores en las vecineades de Belém utilizan la papaya como sombrío temporal para el establecimiento de nuevas plantaciones de cacao, y han obtenido resultados promisorios.

Al igual que en el caso de la pimienta negra, aunque el costo de producción es alto, el cultivo de la papaya en esta región ha demostrado ser un negocio rentable gracias al buen precio del producto y a los altísimos rendimientos que obtienen los agricultores (aproximadamente 40 ton/ha/año). La producción no sólo se consume localmente sino que parte se exporta al sur de Brasil, especialmente a Río de Janeiro y São Paulo.

Nuevos Cultivos Potenciales

Considerando la inmensidad de la cuenca amazónica y la riqueza de su flora, que se estima cubre casi 100,000 especies, el número de plantas nativas domesticadas y actualmente sembradas como cultivos comerciales parece sorprendentemente pequeño. Además del caucho y del cacao que ya se han mencionado, existen solamente otras tres especies amazónicas que son de amplio cultivo en los trópicos: la yuca (*Manihot esculenta*), la piña

(*Ananas comosus*), y el anacardado. La yuca se cultiva prácticamente en todas las zonas de la Amazonía, especialmente por parte de los indígenas. En el marañón se encuentran tradiciones de cultivo que ya han establecido unas pocas parcelas en la Amazonía, como por ejemplo en

La National Academy of Sciences ha recientemente auspiciado una encuesta de subexplotadas que serían promisorias para la calidad de la vida en las áreas tropicales. Un grupo de expertos, se eligió un grupo de especies mencionadas por los indígenas que respondieron a una encuesta sobre 36 plantas seleccionadas, o sea, 36 especies nativas de la Amazonía. Hubo diferentes autores como Le Coeur y Schultes (1979). Excluyendo las especies que se pueden contar por centenares, las especies de continuación parecen ser las más importantes dependiendo de la investigación.

Bertholletia excelsa (nuez de

Los intentos de cultivar este árbol en la cuenca amazónica han sido muy escasos. Es el prolongado periodo desde la independencia. Hace 25 años se estableció una plantación. prácticamente se encuentra abandonada. Se sospecha que el monocultivo de la especie favorece el apareamiento para los insectos. En la Amazonía se encuentran comúnmente en las plantaciones. Se ha demostrado a nivel experimental que la plantación en Manaus también es inadecuada (distancias de siembra, selección, etc.).

Algunos estudios adelantados en la Amazonía con clones seleccionados, propagados y sembrados, aumentaron los rendimientos de la especie. El lapso entre la siembra y la cosecha es de cinco años para las plantas injertadas. Se espera para la domesticación de tan v

Paullinia cupana (guaraná)

Esta enredadera leñosa se puede considerar parcialmente domesticada por cuanto ha sido cultivada durante siglos por los indios del Amazonas. Tiene un buen potencial de mercado en Brasil, donde las semillas se utilizan para preparar un refresco que se denomina "guaraná". Actualmente existen aproximadamente 500 ha bajo cultivo en Brasil, especialmente en el estado Amazonas, y el área sembrada se está expandiendo rápidamente en respuesta al aumento de la demanda y al buen precio interno del producto.

Bixa orellana (achiote o urucum)

Como el "guaraná", esta popular planta procedente del Amazonas se puede considerar como parcialmente domesticada por cuanto ya se está cultivando en pequeña escala en los trópicos. El colorante que se extrae de la pulpa roja-anaranjada que recubre la semilla se emplea como colorante en los alimentos, especialmente en arroz, sopas, mantequilla, quesos, margarinas, carnes procesadas, etc. Se sabe que la planta es muy tolerante a suelos ácidos e infértiles.

Guilielma gasipaes (pupunha, chontaduro, pejibaye, pijuayo)

Igualmente esta planta se encuentra domesticada parcialmente y se cultiva por lo regular en huertos caseros, pero algunas pequeñas siembras de esta especie también se encuentran en la Amazonía y en América Central (Johanssen, 1966). Esta valiosa palma también conocida como "peach palm", produce no solamente un fruto muy nutritivo que se consume cocido, sino que los rebrotes se pueden cosechar como "corazones de palmitos" (Camacho y Soria, 1970).

Euterpe oleracea (palmito)

Ha sido explotada para producir los corazones de palmitos, pero sus frutos también se emplean para preparar una bebida bastante apreciada que se llama "açai". En algunas partes se está cultivando con métodos primitivos.

Jessenia spp. (seje o patauá)

Existen tres especies de interés particular: *J. polycarpa* (Colombia y Venezuela); *J. bataua* (Brasil, Venezuela y Colombia) y *J. weberbaueri* (Perú). Los frutos de estas palmas, que son poco conocidas, producen un aceite comestible de alta calidad, casi idéntico al aceite de oliva. Se considera que las plantas adultas de *J. polycarpa* pueden producir 30 kg de frutos por año, de los cuales se pueden extraer 22 kg de aceite.

Caryocar villosum (piquiá)

Los frutos de este árbol, al igual que los de los otros dos tipos de aceite comestible, son de almendra. Las almendras se comen en el trópico. Este cultivo fue introducido en el trópico que introdujo el caucho, pero los estudios preliminares con la planta (Lam.) han demostrado muchísimo a aumentar la producción.

Couma spp. (sorva)

Este árbol, además de producir látex, produce la goma de mascar, produce un tipo de látex que pueden tener valor comercial. Entre las especies *macrocarpa*, *C. utilis* y *C. guianensis*.

Mauritia flexuosa (buriti)

Esta palma crece a todo lo largo de la Amazonia a bajas altitudes en palmares comerciales que son inutilizables para la producción de látex. La delgada comestible, rica en almidón, aproximadamente 50 por ciento de almidón. Los potenciales son los "corazones" de la palma parecido a la fécula de sagú que se usa en las industrias que se extraen de la palma.

Copaifera spp. (copaiba o palo santo)

Diversas especies de este género (que se extrae como bálsamo) que se extrae de la corteza. Parecen ser *C. officinalis* y *C. latifolia*. El aceite se ha utilizado principalmente en la fotografía. Antiguamente se extrae perforando la base del árbol para que se renueve para sostener la producción de látex a 5 lt/año, pero algunos árboles producen más. Recientemente se ha logrado desarrollar un buen sustituto del ACPM lo cual se está haciendo la investigación en el futuro.

Otro árbol de la Amazonia que se está considerando para remplazar el ACPM es el *Ocotea*.

nombre de "louro mamorin" o "árvore do querosene". El aceite que se extrae del tronco ha sido tradicionalmente utilizado por los nativos para sustituir el kerosene (Correa, 1969), pero no existen datos sobre la productividad de la planta.

Sistemas Agroforestales

En años recientes ha surgido interés en la investigación para desarrollar sistemas agroforestales adecuados para el trópico húmedo. Estos sistemas a veces se denominan "cultivos múltiples" o agricultura estratificada o de multiestratos. Se definen como sistemas de manejo de tierras sostenibles que ofrecen la posibilidad de aprovechar al máximo el rendimiento total de un área mediante la combinación de diferentes cultivos (especialmente de perennes), de manera simultánea o en secuencia con forestales y/o animales, utilizando la misma unidad de tierra (King y Chandler, 1978).

Desde el punto de vista de la ecología, las ventajas de la agricultura agroforestal sobre las formas de la agricultura convencional se reconocen ampliamente (King y Chandler, 1978; Budowski, 1978; Huxley, 1979). Estos sistemas simulan el ecosistema selvático natural y se consideran mucho más eficientes que las plantaciones de monocultivos en cuanto a la prevención de la degradación del suelo como consecuencia de la lixiviación y la erosión. Como lo indicó Huxley (1979), el problema principal con el sistema agroforestal es que se dispone de muy pocos datos ciertos de la investigación que sean utilizables en la implantación del sistema o en la recomendación de modelos específicos para los agricultores. Los experimentos sobre sistemas agroforestales precisan de un enfoque integrado, siendo mucho más complejos que las experimentaciones de campo con un solo cultivo.

Las interacciones entre diferentes especies vegetales son por lo regular específicas para cada localidad, lo cual dificulta generalizar conclusiones a partir de estudios aislados. Por consiguiente, el sistema agroforestal se debe considerar como un campo promisorio de investigación que se debe apoyar y fomentar, especialmente en el trópico húmedo, pero no como un sistema que se pueda recomendar ampliamente para fomentar el desarrollo agrícola.

En algunas áreas de la Amazonía se han iniciado algunos experimentos agroforestales (Alvim y Dias, 1975; Andrade, 1979). En el caso de algunas especies tolerantes al sombrío, tales como el cacao y la pimienta, parece que existen buenas posibilidades para desarrollar suficientes sistemas agrícolas estratificados, empleando como sombrío plantas económicas como el cocotero, "pupunha" (*Guiliebna gasipaes*), la nuez del Brasil y diversas

especies maderables valiosas (A
palma de coco es ya una práctic
al. (1974) propusieron un sist
siembras de coco, pimienta, c
hecha por Dubois (1979) y c
evaluación general de sistema
ensayarse en la Amazonia.

Bibliografía

- Alvim, P. de T. 1979. **Agricultural production potential of the Amazon region.** In Sánchez, P. A. y L. E., Iergas (eds.) *Pasture Production in Acid Soils of The Tropics*. Memorias de un seminario llevado a cabo en el CIAT, Cali, Colombia. pp. 13-24.
- , Alvim, R. 1979. **Sources d'énergie d'origine végétale: hydrates de carbone, huiles et hydrocarbures.** *Oléagineux* 24:465-472.
- ; Dias, A. C. P. 1975. **Produtividade de solos amazônicos e mudanças ecológicas sob diferentes sistemas de manejo.** In Grupo Trabajo sobre Directrices de Investigación en Sistemas de Producción para el Trópico Americano. IICA-INPA, Manaus, Amazonas, Brasil. 14p. (Mimeo).
- ; Kozlowsky, T. T. (eds.), 1977. **Ecophysiology of tropical crops.** Academic Press Inc., New York. 512p.
- Andrade, E. B. 1979. **Sistemas de produção com plantas perennes em consórcio duplo.** EMBRAPA CPAIU, Belém, Brasil. 32 p. (Mimeo).
- Budowski, G. 1978. **Sistemas agro-silvo-pastoriles en los trópicos húmedos.** Report presented at IDRC, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 39 p. (Mimeo).
- Camacho, E.; Soria, J. 1970. **Palmito de pejibaye.** *Proceedings for the Tropical Region.* Amer. Soc. for Hort. Sci. 14:122-132.
- Cavalcante, P. B. 1976. **Frutas comestíveis da Amazônia.** Tercera edición. INPA, Manaus, Amazonas, Brasil. 166 p.
- Correa, M. P. 1969. **Dicionário das plantas úteis do Brasil.** Con la colaboración de L. A. Penna. IBDF, Rio de Janeiro, Vol. IV, pp. 701-702.
- Dubois, J. 1979. **Los sistemas de producción más apropiados para el uso racional de las tierras de la Amazonia.** In Seminario sobre los Recursos Naturales Renovables y el Desarrollo Regional Amazónico. IICA, Bogotá, Colombia. pp.72-130.
- Ferwerda, J. D. 1977. **Oil palm.** In Alvim, P. de T. y Kozlowsky, T. T. (eds.) *Ecophysiology of tropical crops.* Academic Press. New York. pp. 351-382.
- Fróes, R. L. 1959. **Informações sobre algumas plantas econômicas do planalto amazônico.** IPEAN, Belém, Pará Brasil. Technical Bulletin 35. 113p.
- Huxley, P. A. 1979. **The need for agroforestry and special considerations regarding field research.** ICRAF, Nairobi, Kenia. 27p. (Mimeo).
- Johannessen, C. L. 1966. **Pejibaye palm: yields, prices and labor costs.** *Econ. Bot.* 20:302-315.
- King, K. F. S.; Chandler, M. I. 1978. **The wasted lands: the programme of work of ICRAF.** ICRAF, Nairobi, Kenia. 35p.
- Lane, E. V. 1957. **Piquiá-Potential source of vegetable oil for an oil-starving world.** *Econ. Bot.* 11:187-207.

- Le Cointe, P. 1947. **Amazonia brasileira (plantas aclimatadas)**, Segunda edição C.
- Moraes, V.H.F. 1974. **Fatores condições para o cultivo de perenes na Amazônia Brasileira**. Diretrizes de Pesquisa Agrícola para o Estado do Pará.
- _____, Bastos, I. X. 1972. **Viabilidade econômica de culturas semipermanentes e anuais, com base no Zoneamento Agrícola da Amazônia**. pp.123-153.
- National Academy of Sciences. 1975. **Amazonia: economic value**. Washington, D.C.
- Nelliat, E.V.; Bavappa, K.V.; Nair, K.G. 1973. **Dimension in multiple cropping for the tropics**.
- Rabéchaud, H.; Martin, J. P. 1976. **Vegetation of the Amazonia: means of leaf tissue culture**. C. R. Acad. Sci. Paris.
- Salter, P.J.; Goode, J.E., 1967. **Crop production in the tropics**. Commonwealth Agricultural Bureau, London.
- Schultes, R.E. 1979. **La Amazonia colombiana: sobre los Recursos Naturales y Recursos Humanos**. Bogotá, Colombia. pp.200-212.

Silvicultura y Agrosilvicultura

Los Sistemas Agroforestales en la Cuenca Amazónica: Práctica, Teoría y Límites de un Uso Promisorio de la Tierra

Susanna B. Hecht*

Introducción

Este trabajo explora el potencial de los sistemas agroforestales en la cuenca amazónica. Estos son "sistemas sustentables de manejo de la tierra que combinan la producción de cultivos agrícolas con plantaciones de árboles frutales o forestales y/o animales simultánea o consecutivamente en la misma unidad de tierra, aplicando prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local" (King y Chandler, 1978). Sistemas agroforestales es un término que cubre un rango muy vasto de usos de la tierra a todas las escalas de tenencia e inversión, desde la agricultura de subsistencia hasta las plantaciones, y desde docenas de especies (Conklin, 1957) hasta sólo dos o tres. Estos sistemas generalmente comprenden varias coberturas de follaje, ya sea en el espacio o en el tiempo, y más de un estrato cosechable.

Los sistemas agroforestales han recibido mucha atención en los últimos años. En 1979 se llevaron a cabo tres conferencias exclusivamente sobre este tema: una patrocinada por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Costa Rica (De las Salas, 1979), otra por el International Council for Research on Agroforestry en Kenia (Mongi y Huxley, 1979), y la tercera por el ICRAF y la DSE (Deutsche Stiftung für Internationale Entwicklung) en Nigeria (Chandler y Spurgeon, 1979). Numerosos programas nacionales de investigación agrícola están comenzando a incluir experimentos agroforestales como se observa en los informes de los países y los trabajos técnicos de este libro. Aunque el interés científico es reciente, los sistemas agroforestales en sí no lo son. Estos sistemas pueden considerarse, particularmente en relación con el cultivo migratorio, como el fundamento de la agricultura en las tierras bajas de los trópicos húmedos, y han servido de base también para el

* Department of Geography, University of California, Los Angeles, California 90024, Estados Unidos.

desarrollo de varios mercados incluyendo la palma de aceite. Los cultivos comerciales citados por Bishop señalan que algunas de las plantas de madera dura del mundo se reproducen migratoria y mediante técnicas de agricultura migratoria se pueden producir. Muchos agricultores migratorios producen perennes o protegen las existentes. Las especies que se siembran comúnmente son (inga), cuyo fruto se consume fresco (papaya), *Genipapo* (peach palm, pejibaye, pijuayo), cuyo cultivo han servido como prototipo que incorporan características de Bishop, 1978). El hecho de que en todas las regiones tropicales sugiere que los sistemas se podrían modificar.

Bosques y Sistemas Agroforestales

En el afán de colonizar la Amazonia, se ha dado alto la importancia de los bosques amazónicos, tanto en términos de los beneficios obtenidos de ellos como de las inundaciones (Godfrey, 1979; Godfrey, 1980). Por ejemplo, el Banco do Brasil informó que en Pará en 1979 fueron del orden de 32 y 15 millones de dólares, respectivamente, más de la mitad del valor total de los productos estrictamente de exportación. El Cuadro 1 muestra la magnitud de los productos forestales. El Cuadro 2 muestra los productos medicinales o productoras de látex en la región amazónica, que podrían ser

Las estimaciones sobre el valor económico de la zona forestal existente en la Amazonia son altas (terra firme) y de 30 a 90 millones de dólares por hectárea periódicamente inundadas (Pantano). Las especies de *Virola*, dos de *Carapa*, *Swietenia* y *Odorata* representan casi todo el valor. Los investigadores han estudiado más de 200 especies.

brasileños, ingleses y estadounidenses, y las propiedades de un gran número de variedades maderables son relativamente bien conocidas (Carvajal, 1978). Las características silviculturales de varias especies están siendo estudiadas (SUDAM, 1979), incluyendo muchas para las cuales ya existen datos comparativos en muchos países de América Latina tropical (e.g., *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*).

A pesar del gran potencial forestal, hasta ahora tres especies maderables dominan el comercio: "ucuuba" (varias especies de *Virola*), caobo (*Swietenia macrophylla*) y "andiroba" (varias especies de *Carapa*). Estas especies se encuentran en poblaciones relativamente uniformes y probablemente se podrían manejar de tal manera que mantuvieran un rendimiento estable. Desafortunadamente la cosecha no ha sido bien supervisada o controlada, lo que ha ocasionado la sobreexplotación de las existencias de los géneros *Swietenia* y *Virola*. La selva amazónica ha sido descrita por Fox (1978) "como un desorden gigantesco incontrolado". Los análisis detallados de la industria forestal del área sobrepasan los objetivos de este trabajo pero son discutidos por Muthoo (1977), MA/-IBDF/COPLAN (1977), FAO (1976), Bruce (1976), Glerum y Smit (1960, 1962), PRODEPEF (1977), Pandolfo (1978), y Palmer (1977). Una forma de racionalizar el manejo forestal podría ser la integración de las plantaciones forestales con la agricultura de subsistencia, uno de los sistemas agroforestales más antiguos y más desarrollados.

La Deforestación

La preocupación internacional por la deforestación de las regiones tropicales encendió la polémica dando lugar a dos puntos de vista opuestos, lo que llevó a la National Academy of Sciences de los Estados Unidos a solicitar un informe (Myers, 1980). Lugo y Brown (en prensa) arguyen que en dicho documento se exageran la tasa y grado de alteración del bosque tropical. Aún no se ha podido lograr un consenso al respecto, pero el Cuadro 3 da una idea sobre la tasa y magnitudes de la deforestación en los países amazónicos. Si bien estas cifras son simplemente aproximaciones, es probable que en la última década se hayan desmontado más de 15 millones de hectáreas en la cuenca del Amazonas. En el Cuadro 4 se presentan estimaciones detalladas para la Amazonía brasileña basadas en información obtenida mediante imágenes por satélite (ERTS). Entre 1976 y 1978, se talaron cerca de dos millones de hectáreas de bosques únicamente en la Amazonía brasileña. Si se extrapolaran las tasas de desmonte actuales (haciendo caso omiso de la tendencia de estas tasas a aumentar en muchas áreas) podría concluirse que más de 11 millones de hectáreas de la Amazonía brasileña han sido taladas, casi todas en los últimos 10 años.

Cuadro 1. Componentes del bosque amazónico y productos forestales: Producción y valor 1974 - 1976.

Producto	Producción en toneladas			Valor en US\$1000		
	1974	1975	1976	1974	1975	1976
Fruta de Açai ¹	n.a.	17,474	18,743	n.a.	2,068	2,104
Andiroba ²	325	252	302	14	21	11
Nucces de Babacu ³	1,354	1,227	1,784	204	223	124
Balata ⁴	274	283	512	166	189	516
Caucho ⁵	162	327	319	130	348	268
Copaiba ⁶	160	23	26	378	22	19
Cumaru ⁷	24	13	13	21	15	17
Látex de Hevea ⁸	19,086	13,060	14,678	20,127	12,483	14,723
Líquido de Hevea ⁸	1,027	887	1,016	476	442	512
Jatoba ⁹	32	33	21	10	13	5
Macaranduba ¹⁰	526	496	541	248	237	235
Macaranduba ¹¹	107	11	11	6	2	2

Cuadro 2. Especies amazónicas utilizadas como fuente de látex, aceites, resinas y productos medicinales que cuentan con mercados establecidos.

Género y especies	Familia	Uso
Látex		
<i>Hevea brasiliensis</i>	Euphorbiaceae	Caucho
<i>Hevea genera</i>	Euphorbiaceae	Caucho
<i>Castilloa ulei</i>	Moraceae	Caucho
<i>Sapium</i> sp.	Euphorbiaceae	Caucho
<i>Manilkara bidentata</i>	Sapotaceae	Isómeros de caucho, plástico natural para uso industrial
<i>Pouteria gutta</i>	Sapotaceae	Isómeros de caucho, plástico natural
<i>Landolphia elata</i>	Apocynaceae	Isómeros de caucho, plástico natural
<i>Ecclinusa balata</i>	Sapotaceae	Isómeros de caucho, plástico natural
<i>Actras sapota</i>	Sapotaceae	Chicle
Aceites		
<i>Acromia sclerocarpa</i>	Palmae	Aceite comestible y jabón
<i>Orbynea martiana</i>	Palmae	Las almendras contienen 60% de aceite
<i>Oenocarpus</i> sp.	Palmae	Aceite comestible
<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae	Analgésicos y jabón (altamente productivo-200 kg/ton)
<i>Caryocar brasiliensis</i>	Caryocaraceae	Jabón, aceite industrial
<i>Licania rigida</i>	Rosaceae	Usos industriales
Resinas		
<i>Hymenea coubaril</i>	Leguminosae	Barnices
<i>Eperua</i> sp.	Leguminosae	Lacas y barnices
Tintes		
<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae	Pigmento rojo comestible
Aromáticas		
<i>Dipteryx odorata</i>	Leguminosae	Anticoagulantes como cumarina y dicumarina
<i>Croton</i>	Euphorbiaceae	Aceite de ricino
Medicinales		
<i>Chondodendron</i>	Menispermaceae	Curare
<i>Abuta</i>	Menispermaceae	Curare
<i>Telotoxic</i>	Menispermaceae	Curare
<i>Strychnos</i>	Loganiaceae	Curare
<i>Rauwolfia</i> (12 sp)	Apocynaceae	Reserpina
<i>Croton sellowii</i>	Euphorbiaceae	Antibióticos
<i>Capraria biflora</i>	Scrophulariaceae	Antibióticos
<i>Thevetia peruviana</i>	Apocynaceae	Glucósido cardíaco
<i>Asclepias currassavica</i>	Asclepidaceae	Glucósido cardíaco
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Chenopodiaceae	Ascaricida (vermífugo)
<i>Stevia rebaudiana</i>	Compositae	Stevioside (edulcorante 300 veces mas poderoso que la sucrosa)
<i>Dimorphandra mollis</i>	Leguminosae	Fuente de rutina

Fuente: Mors y Pizzinni, 1966.

Cuadro 3. Bosques tropicales de las tierras
aproximada y principales

País	Área amazónica en bosques (millones de ha)
Brasil	280
Peru	65
Bolivia	51
Colombia	31
Guyana	13
Surinam	13
Venezuela	13
Ecuador	10
Guayana Francesa	8
	484

* El desmonte en este caso significa la sustitución de la explotación selectiva de la madera y otros usos por usos agrícolas o ganaderos. Fuente: 1) INPE IBGE.

Tardin *et al.* (1979) indican que el uso de las tierras especialmente pronunciado, casi siempre, es para ser sustituidos por otros usos agrícolas o pecuarias.

Al debate sobre la magnitud de las perturbaciones e inquietudes. En primer lugar, simplemente se quemaba. Aunque se aprovechaba la madera y de los productos de millones de metros cúbicos de madera que se pasaba por alto, especialmente los valiosos fueron remplazados por otros usos. Este es el caso del estado de Acre, donde se quemó el bosque de caucho para sembrar pastos, y se sustituyeron los bosques de caña de azúcar (Bunker, 1980a).

Cuadro 4. Área desmontada aproximada en la cuenca del Amazonas.

Estado	Área desmontada en 1975 (ha)	Área desmontada en 1976-1978 (ha)	Incremento en el desmonte de 1975 a 1976-1978 (%)	Total desmontado hasta 1978 (ha)	Área desm. en 1980* (ha)
Mato Grosso	1,012,425	1,823,075	180	2,825,500	5,085,900
Pará	865,400	1,379,125	159	2,244,524	3,575,528
Maranhão	294,075	439,325	149	733,400	1,092,766
Rondônia	121,650	296,800	243	418,450	1,016,833
Acre	116,550	129,900	111	246,450	273,559
Amazonas	77,950	100,625	129	198,575	230,361
Roraima	5,500	8,875	161	14,375	23,000
Amapá	15,250	1,800	11	17,050	20,119
TOTAL	2,859,525	4,857,650		7,717,175	11,318,060

* Datos estimados obtenidos de multiplicar el incremento porcentual en el desmonte por los totales desmontados en 1978.

Fuente: INPE/IBDF, 1980.

El fracaso de algunos sistemas de tierra después del desmonte, es parte del proceso de desarrollo y reconsiderar la práctica del desmonte que se sustituyen los bosques. ambiente por el uso que se le da.

Los sistemas agroforestales muestran éxito en toda la cuenca amazónica. rigores ambientales a los que se someten. Aquellos sistemas permiten mantener simultáneamente la producción de la agricultura a las áreas de sustitutivo.

Sistemas Agroforestales en la

La Figura 1 muestra los usos de la tierra son la base de casi todos los sistemas de extracción, barbechos y cenizas en dos categorías: los que producen y suministran alimentos.

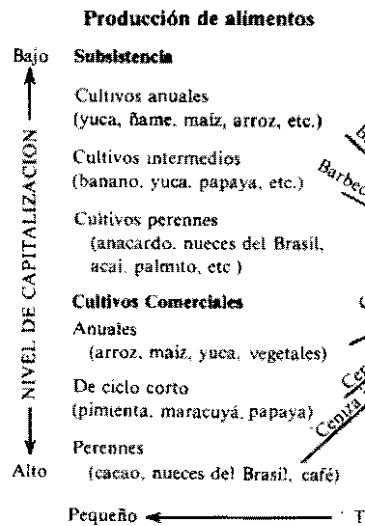


Figura 1. Sistem

En la medida en que aumenta el capital de las empresas, tiende a disminuir la diversidad de especies. De igual manera, el tamaño de las propiedades tiende a aumentar donde predominan los cultivos comerciales (IBGE, 1975). Las operaciones ganaderas recién establecidas en Brasil pertenecen esencialmente a corporaciones que poseen grandes áreas y corresponden, por lo tanto, al tipo de "plantaciones" más capitalizadas.

Como Okigbo y Greenland (1976) lo indican, la mecanización y el uso de productos químicos agrícolas han sido esenciales para sustituir los sistemas de cultivos múltiples por monocultivos, pero el uso de grandes cantidades de energía y productos químicos resulta poco económico en la Amazonía. Donde los insumos agrícolas no se encuentran disponibles o simplemente son costosos y escasos, y donde la mano de obra (en empresas comerciales) es sumamente costosa, los cultivos múltiples constituyen la práctica prevalente. Por ejemplo, los altos costos de la desyerba han obligado a pasar del monocultivo a los sistemas agroforestales (árboles y pastos) incluso a empresas sumamente capitalizadas como las plantaciones de pino de Jari y de caucho de Pirelli en el estado de Pará.

La definición de sistemas agroforestales citada anteriormente abarca numerosas subcategorías que se refieren a sistemas agrícolas claramente definidos.

La agrosilvicultura es la producción conjunta de cultivos agrícolas (incluyendo el cultivo de árboles) y de cultivos forestales.

Los sistemas silvo-pastoriles integran la producción de árboles y de ganado.

Los sistemas agro-silvo-pastoriles incluyen la producción de animales, árboles, cultivos agrícolas y forestales.

La producción de árboles forestales para usos múltiples, citada a menudo como una categoría independiente (King, 1979a), abarca el cultivo de árboles no sólo para la producción de madera, sino también para forraje, leña, fruta y para mejoramiento del suelo.

Las especies para usos múltiples son comunes en la agricultura agroforestal y en este artículo se consideran dentro de sistemas de producción específicos.

Sistemas agrosilviculturales

La mejor forma de determinar las subdivisiones de la agrosilvicultura es indicando si los sistemas incluyen una fase consecutiva o no. Es obvio que el sistema agrosilvicultural de cacao x *Cordia* spp. difiere profundamente

de uno "Taungya" (cultivos comerciales sembradas y barbechos) y los sistemas agrosilviculturales comerciales se discuten por separado para mayor claridad.

Sistemas agrosilviculturales comerciales

Los sistemas agrosilviculturales comerciales se clasifican según el objetivo y grado de utilización de la madera. En los sistemas consecutivos se cosechan los primeros años de cultivos anuales y se dejan crecer permanentemente (como es el caso de los sistemas análogos al natural) o se cosechan la madera al comienzo de la vida útil (sistema Taungya).

Sistemas análogos al natural. Este sistema se basa originalmente en el barbecho, la práctica que Hart (1980) denomina uso de la tierra con énfasis en que este sistema no se trata de cultivos, sino uno en que cada especie cumple sus requerimientos físicos del siguiente ciclo de vida: perennes y tener que desyerbarlos y tener que desyerbarlos maduran, en el estrato inferior de la vida corta. En el trabajo de Bischoff (1980) se describen los sistemas de siembra. Dubois (1980) describe situaciones específicas en la América Latina donde se queman y se siembran cultivos tradicionales como arroz, yuca, etc. En estos sistemas se introducen los componentes de la vida corta: pejíbaye, banano, cacao, café, etc. Después de terminar la última cosecha de cultivos anuales se han desarrollado suficientemente los árboles en el estrato inferior productivo como *Calathia allua*, y especies de *Xylocarpus*.

El sistema Taungya. Es el sistema más común sobre el cual hay más literatura. Se originó en Surinam, y se practica a nivel mundial. Este sistema consiste en cosechar especies de cultivos anuales. Los cultivos se cosechan con el desmonte y quema del bosque. Los cultivos maderables comerciales en la zona de Taungya se cosechan después de la cosecha de los cultivos anuales.

rotación, se cosechan los árboles y se desmonta el terreno, el cual se siembra de nuevo con plantas anuales y plántulas de árboles maderables. Muchas de las plantaciones de caoba y teca de África y Asia han sido desarrolladas utilizando esta técnica.

Agricultura migratoria. Los sistemas agroforestales en pequeña escala son algunos de los sistemas agrícolas permanentes que mejores resultados han dado en el trópico a pesar de las críticas a que se han visto sometidos constantemente los agricultores migratorios, por cuanto la degradación de la tierra se ha atribuido a su gran aumento demográfico (Galvão, 1979; Myers, 1980).

Muchos observadores del trópico latinoamericano se han formado una idea errónea de los sistemas migratorios. Gran parte de la literatura sobre agricultura migratoria en América del Sur data de los últimos 20 años (Watters, 1970; Sánchez, 1973), un período durante el cual han tenido lugar grandes desplazamientos de poblaciones hacia las regiones amazónicas. A estos desplazamientos se suman los cambios en el manejo de la tierra, como la reducción relativa de los arrendatarios (Sawyer, 1978), las modificaciones en la jurisdicción y las leyes de tenencia (Bunker, 1979, 1980a; Sawyer, 1978; Pompermeyer, 1979) y en los proyectos de colonización (Nelson, 1975; Mahar, 1979; Bunker, 1978). Grupos que desconocían el medio ambiente de las tierras bajas tropicales, como los emigrantes de la sierra andina y del nordeste brasileño, ocuparon áreas de la selva lluviosa al mismo tiempo que corporaciones subsidiadas por los gobiernos y especuladores en tierras empezaban a operar activamente en las mismas regiones. Si bien la región amazónica se considera "deshabitada", en realidad muchas tierras no sólo están ocupadas sino que han sido legítimamente reclamadas (Ianni, 1978; Durham, 1977). La naturaleza migratoria y efímera de este tipo de agricultura, fácilmente apreciable en la Amazonía (a lo largo de las carreteras), tiene su origen no en un manejo intencionalmente inapropiado de la tierra o falta de conocimiento de la duración real del barbecho, sino en los conflictos por las tierras, la especulación, los desplazamientos humanos y el ejercicio del poder en las áreas fronterizas (Pompermeyer, 1979; Godfrey, 1979; Schmink, 1977; Nelson, 1975; Ianni, 1978).

Aunque los sistemas de cultivo migratorio no ocasionan daños ecológicos cuando la densidad de población es baja (Sánchez, 1973, 1976), son considerados destructivos cuando los incrementos demográficos disminuyen la superficie por familia o por persona o las épocas de barbecho se reducen, ocasionando degradación de la tierra. Este tipo de análisis que se concentra tan sólo en una parte del problema, ignora el contexto en que operan la mayoría de los agricultores migratorios. En promedio, las

relaciones habitantes:tierra s
amazónicas en todos los países
buscar a quien culpar vale la
posesión de la tierra. En el estad
por ciento de las operaciones a
menos de 100 ha, que controlan
cambio, el 77 por ciento del
clasificada como tierra product
sólo 28 propiedades agrícolas
1979). Aunque los períodos de
la capacidad de producción de
agricultura migratoria no es sola
relacionado con la distribución

Los sistemas agroforestales
varias especies y consumen p
pequeños agricultores y se con
algunos cultivos comerciales y
sido posible desarrollar indus
de los trópicos (Obi y Tuley,
Greenland, 1976). Más aún, lo
llegar a ser económicamente
comerciales en el complejo de

Agrosilvicultura de cultivos

Los sistemas de cultivos come
son de vieja data en la agricultu
los programas de incentivos p
cacao) no incluyen fondos para
que los sistemas agroforestales s
Muchos árboles frutales y hort
parcelas mixtas, como la papay
papel que cumplen en el sum
sistemas son de muy poca impo
ingresos que producen con lo
pimienta negra (*Piper nigrum*
(*Hevea brasiliensis*).

Pimienta. Los cultivos de p
asolados por ataques de *Fusari*
productiva de las plantas de c
Cuando ocurre una infestació
agricultores de Belém general

aprovechan el efecto residual de la fertilización intensiva aplicada a la pimienta. Peck (1979) señala que este proceso de sustitución de cacao por pimienta es flexible y generalmente tiene lugar con la introducción de árboles leguminosos (generalmente *Erythrina* sp.) que proveen sombra para las plantas jóvenes de cacao. En un sistema de este tipo en que la sustitución de un cultivo comercial por otro ocurre secuencialmente, las posibilidades de introducir especies forestales son excelentes. Además, las plantas de pimienta son más tolerantes a la sombra de lo que se creía inicialmente. La investigación llevada a cabo en el Instituto Agronómico de Tomé-Açu (INATA) en el estado de Pará (citado por Peck, 1979), indica que la pimienta puede tolerar un 20 por ciento de sombra sin que se reduzca su producción. Es pues factible introducir algunas especies económicas interesantes con follajes poco tupidos en lotes de pimienta. Las especies de árboles leguminosos como *Erythrina* y *Gliricidia*, que toleran la poda y permiten, por ende, que el agricultor controle la cantidad deseada de sombra (Budowski, 1978; Urquinhart, 1965), pueden ser especialmente efectivas. Otra alternativa podría ser la selección de leguminosas de porte moderado que no requieren poda, como algunas especies de *Inga* y *Pithecellobium*, lo mismo que especies comerciales como *Cordia alliodora*.

Cacao. El cultivo del cacao en América Latina se ha desarrollado tradicionalmente con la técnica "cabroca" mediante la cual se desmonta el estrato inferior del bosque y se siembra el cacao bajo las copas de los árboles. El uso del cacao con especies maderables comerciales está mejor desarrollado que con cualquier otro cultivo comercial.

Los rendimientos del cacao son más altos en ciertos regímenes climáticos y con aplicaciones altas de fertilizantes cuando aquel se cultiva sin sombrío. Sin embargo, en muchas regiones amazónicas expuestas a vientos y a una estación seca fuerte, el efecto "amortiguador" del microclima producido por los árboles de sombrío puede ser altamente deseable.

El sombrío y la densidad de siembra son críticos para las plantas de cacao durante los primeros tres años (Entwhistle, 1972; Mabey, 1967). En esta etapa, la sombra afecta la altura en la cual la planta se bifurca. Cuando está expuesta al sol directo, la bifurcación tiene lugar a un nivel bajo lo que ocasiona problemas de manejo. Murray (1965) cree que la bifurcación óptima ocurre con 50 por ciento de sombra. Además de las influencias fisiológicas en el desarrollo del cacao, la sombra puede disminuir el daño ocasionado por los insectos reduciendo el estrés fisiológico y creando un habitat adecuado para los depredadores de las plagas, y puede mermar también las poblaciones de malezas (Cunningham y Burrridge, 1960). El cacao es una especie bastante exigente en cuanto a los nutrimentos, y requiere aplicaciones altas de N. Parte de estos requerimientos se pueden

satisfacer sembrando el cacao in
Erythrina (Peck, 1979).

Las especies seleccionadas p
 deberían alcanzar dimensiones d
 de los trópicos húmedos, es posi
 de 200 m³/ha/rotación con t
 representa una ganancia econó
 valor de esta madera comercial d
 ingreso ayuda a promover la res
 que la madera comienza a ser o
 empieza a mermar (Peck, 1979).

Café. La producción de c
 primordialmente un cultivo de r
 más en Rondônia. Usualmente
 especies como *Erythrina* y *Gliric*
 la siembra asociada incluy
amazonicum y *Pithecellobium*

Las características deseables
 sistemas agrosilviculturales as
 agricultor, y de las necesidades d
 de N, la producción de alim
 protección del suelo, la necesida
 son algunas de las consideracion
 seleccionar las especies. En gene
 en sistemas de cultivos múltiples
 atributos (Peck, 1979):

1. Dominancia apical, buen
 cuando se establece a der
2. Crecimiento rápido con t
 renovación de las otras es
3. Buena calidad de la mada
4. Un tipo de follaje que pe
5. Un sistema radical relati
 resistir el viento pero sin c
 asociados.

6. Utilizar preferiblemente especies deciduas por cuanto su transpiración es menor y hay adición de materia orgánica durante la estación seca.

Sistemas pecuarios y agroforestales

De todos los usos que se le dan a la tierra en la Amazonía, la explotación ganadera es el más importante tanto desde el punto de vista de área como de inversión, particularmente en Brasil y Colombia. La producción pecuaria se ha expandido rápidamente a las tierras bajas del trópico latinoamericano (Parsons, 1970, 1976), pero no siempre con los mismos resultados exitosos en todas las áreas de bosque de la Amazonía transformadas para este fin (Koster *et al.*, 1977; Fearnside, 1978; Serrão *et al.*, 1979; Hecht, 1981). La productividad disminuye como consecuencia de las pérdidas de fertilidad del suelo (Falesi, 1976; Koster *et al.*, 1977; Serrão *et al.*, 1979; Hecht, 1981), y las invasiones de malezas son frecuentes (Hecht, 1979; Dantas y Rodrigues, 1979). Serrão *et al.* (1979) estimaron que el área de praderas degradadas en la región amazónica brasileña abarcaba cerca de 500,000 ha. Hecht (1979) sugirió que aproximadamente el 50 por ciento de las praderas amazónicas en Brasil está seriamente afectado, un estimativo corroborado por el estudio de Tardin (1979) sobre levantamiento de áreas deforestadas por medio de imágenes de satélite, llevado a cabo en la región Barra de Garças, una de las principales áreas pecuarias de la Amazonía, considerada además como la de mayor éxito. Una pradera se considera "gravemente afectada" cuando la invasión de malezas cubre más del 50 por ciento del área basal, cuando los niveles de P disponibles en el suelo son inferiores a 1 ppm, y cuando las densidades del suelo por unidad de volumen superan en 30 por ciento las del bosque. No obstante, la producción ganadera en sistemas de plantaciones ha dado muy buenos resultados no sólo en la Amazonía sino en otros lugares (Thomas, 1978; Bene *et al.*, 1977; Ríos, 1979), lo que sugiere que los sistemas pecuarios ocasionan menos daño ecológico y son más económicos cuando forman parte de un complejo agroforestal. Toledo y Serrão (en este mismo libro) argumentan, sin embargo, que la utilización de especies no adaptadas y de tecnologías inapropiadas, mas bien que la estructura ecológica de las praderas, es la responsable del fracaso de muchas praderas establecidas en zonas anteriormente cubiertas de bosque.

Las praderas que incluyen árboles forman parte de los llamados "sistemas agro-silvo-pastoriles". Este encabezamiento incluye también los "sistemas agropecuarios integrados" como los descritos por Bishop en este mismo libro, los cuales abarcan la producción de animales, cultivos agrícolas y árboles útiles. El pastoreo del bosque o "sistemas silvo-pastoriles" se emplea para describir la combinación de animales en

pastoreo en un cultivo de cob
árboles. Los "sistemas agropast
de árboles cultivados para alim
como son protección contra e
mejoradores de los nutrim
hidrográficas, sombrío o varios
1979). Los sistemas de pastoreo
Amazonia y los que cubren
razonablemente económicos, p
pesar de su potencial para m
producción y recuperar otras
60,000 ha de las praderas am
agroforestales.

Sistemas silvo-pastoriles exi

El sistema de *Pinus caribea* x
de pastoreo del bosque más con
plantaciones de pino se han se
reducir los costos exorbitante
extensivo en las plantaciones
carne/ha/año y ha rebajado si
malezas. Si bien la producción d
los pinos en un 5 por ciento, los
malezas durante los primeros
establecimiento de las praderas
plantación de caucho de Pirell
pradera de kudzu (*Pueraria pha*
sombra mediante un sistema de
75 kg/ha año compite favorab
praderas establecidas en áreas a
control del kudzu y las ma
(Castagnola, comunicación per
han observado que tanto la cul
reducen la invasión y el estable
costos ocasionado por el man
necesaria es compensado por la r
y el ingreso proveniente de la v

El pastoreo del bosque está a
pero puede integrarse fácilmen
expandingo o estableciendo r
PROBOR para el caucho (mene

Brasil). Las técnicas agroforestales para las plantaciones de palmas de aceite están bien desarrolladas en Asia y Costa Rica (Thomas, 1978), y podrían adaptarse a las plantaciones de palma de aceite, y posiblemente de pejibaye, en la Amazonía donde se pueden pastorear praderas de *Pueraria phaseoloides* y *Desmodium ovalifolium* con muy buenos resultados. Entre las muchas especies forestales que se han cultivado con éxito con pastos forrajeros en plantaciones cabe mencionar *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Eucalyptus deglupta*, *Leucaena leucocephala*, *Sesbania grandifolia*, *Acacia mangioa*, *Schizolobium amazonica*, *Tabebuia* spp., *Ocotea* spp., *Caryocar* spp. y *Parkia* spp. Todas ellas tienen mercados nacionales e internacionales bien establecidos. Por otra parte, las características silviculturales de estas especies son mejor conocidas que las de otras especies amazónicas. El potencial de las plantaciones mixtas de árboles nativos con pastos en el estrato inferior, está aún inexplorado pero constituye una posibilidad interesante para la Amazonía. El énfasis que se hace en las plantaciones de diversas especies obedece a que

“La adopción de sistemas monoculturales ha conducido directamente al aumento en el número y severidad de las plagas y enfermedades en los cultivos forestales... Parece que ésto se debe a las condiciones uniformes y de apiñamiento de las plantaciones, acentuadas por las mismas prácticas culturales aplicadas” (Gibson y Jones, 1977).

El Cuadro 5 presenta una lista parcial de especies de árboles que se encuentran naturalmente en las praderas amazónicas y que también se emplean en la industria maderera de esta región.

Sistemas agro-pastoriles

La práctica de pastorear ganado en los huertos es común en gran parte de la Amazonía. Sin embargo, usualmente los huertos no tienen un nivel comercial y se emplean tan sólo para proveer de frutas frescas a la familia, parientes, amigos y trabajadores de la finca. Entre las especies con potencial comercial que podrían introducirse fácilmente en las praderas están el anacardo (*Anacardium occidentale*), el mango (*Mangifera indica*), el “jambo” (*Eugenia jambos*), el aguacate (*Persea americana*), varias especies de *Annonas* y algunas nueces del Brasil (*Bertholletia excelsa*). Estos productos hortícolas tienen muy buen precio en los mercados nacionales y sometidos a algún proceso de elaboración podrían introducirse en los mercados internacionales. Las nueces del Brasil y el anacardo ya cuentan con un mercado considerable en América del Norte y Europa.

Cuadro 5. Especies maderables am

Nombre científico

Bagassa guianensis
Psidium guianensis
Siparuna foetida
Inga sp.
Cordia goeldiana
Enterolobium schombergu
Hymenea coubaril
Hymenolobium sp.
Pithecolobium racemosum
Stryphnodendron pulcherimum
Goupia glabra
Didimopanax mororoti
Protium sp.
Ocotea sp.
Bertholetia excelsa
Cedrelinga catenaeformis
Brosimum sp.
Vismia guianensis
Nectandra sp.
Manilkara huberi
Qualea paraense
Jacaranda copaia
Tachegalia sp.
Pouteria sp.
Platonia insignis
Vochysia sp.

Fuente: Dantas y Rodrigues, 1980; Hecht,

Arboles forrajeros

La utilización de árboles como forraje en las regiones áridas, semi-áridas y subhúmedas (Gray, 1970; McKell, Blaisdell y otros, 1970) es esencial para la producción de carne en el nordeste brasileño. El desarrollo de la ganadería por alto los árboles como fuente de alimento, a pesar de la importancia de los árboles en el ciclo de las proteínas durante la vida de los animales en las del Cerrado (Simão Neto, 1970). Las organizaciones de investigación y desarrollo de trabajar únicamente con árboles y ocasionalmente con arbustos c

Cajanus cajan (guandú o guandul) ha conducido a pasar por alto el potencial de los árboles como una de las principales fuentes de forraje. El ramoneo de una gran variedad de especies nativas es común en la Amazonía (Hecht, 1979); en Africa y Asia se conocen numerosas especies forrajeras (NAS, 1980), y el Cerrado también podría suministrar especies para lugares degradados.

Leucaena leucocephala y *Cajanus cajan* son los únicos arbustos forrajeros cuya semilla se encuentra comercialmente disponible en gran parte de la Amazonía. *L. Leucocephala* es difícil de establecer sin fertilización y debe sembrarse en el estado de plántula. Los pocos arbolitos que sobreviven desaparecen al ser sometidos al pastoreo extensivo tan común en la Amazonía. *C. cajan*, si bien es de baja palatabilidad en comparación con *L. leucocephala*, se puede establecer fácilmente mezclando las leguminosas con la semilla de la gramínea en el momento de la siembra. El aguandú no es muy tolerante al fuego pero rara vez es eliminado con la quema. Schaafhausen (1965) demostró que novillos Nellore jóvenes alimentados con guandú aumentaron 0.57 kg/día en São Paulo durante la estación seca, para un incremento total de peso de 46 kg en 90 días sin lluvia. El ganado mantenido en oxisoles y ultisoles generalmente pierde peso durante los períodos secos en el oriente amazónico. El ramoneo de muchos arbustos nativos que invaden las praderas es bien conocido (Dantas y Rodrigues, 1979; Hecht, 1979; Serrão *et al.*, 1979), pero el uso de los arbustos como forraje en casi toda la Amazonía mas que intencional es producto de la desesperación. En muchas de las praderas degradadas y enmalezadas en donde las gramíneas y las leguminosas mejoradas han sido sofocadas por el crecimiento secundario de la vegetación, los arbustos suelen ser la única fuente de alimento para el ganado.

La asociación de árboles forestales y ganado está bien desarrollada en América Central, y la utilización de sistemas agro-pastoriles constituye actualmente un área de investigación de gran importancia en la Amazonía. La calidad y cantidad de las gramíneas no es uniforme durante todo el año en la región amazónica, especialmente en las áreas semisiempreverdes del oriente amazónico (Cochrane y Sánchez, en este libro), y la carencia de alimentos para los animales y el sobrepastoreo son frecuentes. El aprovechamiento del forraje suministrado por los árboles podría ser una contribución significativa a la alimentación animal. También debería incluirse la posibilidad de utilizar las frutas comestibles producidas por los árboles. La fruta de especies como *Prosopis juliflora*, *Pseudocassia spectabilis*, *Parmentiera cereifera* y *Cassia grandis* contiene cantidades razonables de proteína (Peck, 1979).

El Cuadro 6 muestra una lista que han sido utilizadas como Centroamérica, las cuales poseen la posibilidad de introducirlas en los árboles forrajeros también proveen cortavientos, y pueden reducir e interceptar las gotas.

Mejoramiento del área

El uso de árboles para el agroforestal según las definiciones el mejoramiento del área incluye la propagación del fuego, cercos y propiedades del suelo.

Plantaciones cortavientos y cercos vivos. Son muy escasos en la Amazonía y en las regiones durante la estación seca. Al desmontar la vegetación nativa se ha de mantener una franja de 200 a 500 metros de pastos para proveer un cortaviento del fuego. En el sur de Pará se empleando especies de rápido crecimiento como *Acacia*. Las plantaciones cortavientos como *Leucaena*, *Inga*, *Gliricidia*, *Cassia* tales como forraje, leña y alimento para las áreas de praderas de la Amazonía. Las pocas técnicas de manejo que evitan las plagas, especialmente en el corte de la estación seca (tanto intencional como accidental) y que a menudo se ejerce sin control, las amazónicas dejan franjas de bosque (de 100 a 200 metros), que han demostrado ser

Cercos vivos. Esta práctica, muy utilizada en la Amazonía. En caso de ser necesario se deben remplazar cada cuatro años. Se han tratado para retardar el deterioro como postes para cercos vivos. Los beneficios como sombra, forraje y protección apropiado para la vida silvestre. Los cercos vivos utilizan comúnmente como cerco

Cuadro 6. Árboles forrajeros de beneficio adicional para los sistemas agro-pastoriles.

Especie	Forraje		Mejoramiento del suelo	Sombrio	Producción de madera		Comentarios
	Fruto	Follaje			Leña	Construcción	
<i>Acacia albidia</i>	x	x	Probable	Moderado	x	x	Forma sotos fácilmente; tolera el pastoreo
<i>Albizia lebbek</i>		x	Probable	Moderado	x		Rebrota rápido; el follaje tiene contenido alto de N
<i>Brosimum alicastrum</i>	x	x	Probable	Moderado	x		Rebrota rápidamente
<i>Cassia spectabilis</i>	x	x	Probable	Poco			
<i>Cajanus cajan</i>	x	x	Probable	Poco			Puede servir de alimento para el hombre
<i>Desmanthus virgatus</i>		x	?	Moderado			Tolera el pastoreo fuerte; el follaje tiene un contenido alto de N
<i>Enterolobium schomerikii</i>		x	?	Poco		x	
<i>Leucaena leucocephala*</i>	x	x	Si	Poco	x	x	Alto contenido de mimosa; no tolerante a la acidez; crece rápidamente
<i>Prosopis palida</i>	x		Probable	Poco	x		
<i>Pithecelobium saman</i>	x		Si	Poco			
<i>Parkia</i> sp.		x	?			x	
<i>Sclerolobium paniculatum</i>		x	Probable	Moderado			
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>	x	x	Probable	Moderado		x	Tolerante al fuego
<i>Sesbania grandiflora</i>	x	x	Probable	Moderado	x	x	Cercos vivos, abono verde

* A excepción de leucaena que no tolera los suelos ácidos, se desconoce la respuesta de los otros árboles a esta condición.

Fuente: Recopilado de NAS, 1980; Peck, 1979; Combs y Budowski, 1979; Hecht, 1981.

Gliricidia sepium, *Erythrina* p
Bursera spp. son algunas de las
 en la Amazonía. No obstante, c
 suelos amazónicos más ácidos.

Mejoramiento del suelo. Las
 son de gran importancia en la Ar
 una reducción rápida de la mayo
 después del desmonte. La restau
 suelo en los ambientes tropicales
 al diseñar los sistemas agrícolas
 las leguminosas forrajeras es
 investigación está orientada haci
 una mejor opción por muchas
 Jones (1972), muchas legumin
 bien el pastoreo. En segundo lu
 compiten fuertemente como
 tablecimiento y la persistencia d
 de la persistencia de las legumin
 (exceptuando el kudzu), inclu
 agresivas como *Panicum maxim*

El uso de árboles considerad
 ampliamente en los trópicos (H
 Huxley, 1979; De las Salas, 1979
 como la cantidad de N fijada. L
 otros beneficios que proveen, y l
 consideran usualmente como e
 árboles considerados como posi
 siembran intencionalmente en
cordifolia, *Anthonota macroph*
 literatura sobre el uso de espe
 Suramérica es escasa, pero alg
 Gleissman, en prensa). Deccan
 algunos de los árboles más us
 fijadores de N. Su información
 forraje mejoran con la inclusión

Numerosas especies de legum
 sometidas a prácticas agrícolas.
 quema aparentemente favorece e
 numerosas especies de *Cassia*,
 después de la quema. Esta es un
 más atención como una forma d
 en las praderas.

Aspectos Ecológicos de los Sistemas Agroforestales

Los sistemas agroforestales existen en casi todos los tipos de agricultura en la Amazonía, pero la pregunta esencial sigue en pie: ¿Por qué son eficaces? En esta sección se discuten algunos de los posibles mecanismos.

Las prácticas de monocultivo se asocian frecuentemente en la Amazonía con las disminuciones en la producción y el fracaso consiguiente de casi todas las actividades agrícolas. Las devastadoras pérdidas económicas ocasionadas por las plagas y las deficiencias o toxicidades del suelo se encuentran registradas en la literatura para casi todos los tipos de agricultura practicada en la cuenca amazónica, como lo confirman los informes presentados en este libro. La agricultura convencional de monocultivo canaliza prácticamente toda la energía del ecosistema, los nutrientes y las prácticas culturales al incremento de los rendimientos a corto plazo. Esto se logra usualmente mediante el uso de suplementos energéticos, fertilizantes y pesticidas. El monocultivo ha tenido éxito en aquellas regiones del mundo donde se cuenta con capacidad técnica e insumos agrícolas suficientemente económicos, aun cuando su racionalidad se ha puesto en duda en vista de la escasez y alto costo de la energía incluso en los Estados Unidos (Pimentel *et al*, 1973). Los administradores calificados y los insumos agrícolas son costosos en la Amazonía y no sólo no son uniformemente eficaces sino que no se encuentran siempre disponibles. Los rigores ambientales a los que se ven sometidos los sistemas de producción en la Amazonía hacen necesario que los sistemas agrícolas sean estructuralmente mas complejos. De aquí que se requiera destinar más energía del ecosistema a las funciones protectoras que mejoran el reciclamiento de nutrientes o reducen la pérdida vegetal.

Ecosistemas amazónicos y dinámica de las plagas

Aproximadamente el 85 por ciento de la cuenca amazónica está cubierta por bosques sumamente ricos en especies, con un alto contenido de biomasa (Prance, 1978), y caracterizados por una plétora de subtipos (Pires, 1973, 1978; Heinsdjick, 1960; RADAM, 1974; Schubart y Salati, este libro). Los bosques de la Amazonía son considerados mas bien como mosaicos de estructura relativamente análoga, que como una formación esencialmente uniforme constituida por diversas especies. La variedad de tipos de bosques tiene varias implicaciones en los problemas de plagas en la Amazonía. Muchos planificadores no caen en cuenta de que la mayoría de las comunidades de plagas de casi todos los sistemas agrícolas amazónicas no son sólo extremadamente heterogéneos, sino que también difieren drásticamente de una región a otra. Strong (1974, 1977) demostró que la mayor parte de las plagas insectíbles del cacao y de la caña de azúcar se

restablece rápida e independier región y que el número de pla estudio sobre el cacao (1974), calificado como de amplia diser del área cultivada era el mejor i de un cultivo en particular. Kel plagas en las áreas tropicales ca técnicas de cultivo.

Las comunidades de maleza mismo patrón de invasión de la malezas apenas se están inician hacer un análisis preliminar. estudiaron las malezas invasor tales, una de ellas localizada en otras dos en Paragominas y la ganaderas montañosas cerca d

La localidad de Itacoatiara ce especies de las zonas de várzea comparación con 106 en el sur c especies de malezas registradas por ciento se encontraba en la comunes a dos de los tres sitios 10 por ciento. De las 266 espec citadas en la literatura en l cosmopolitas como *Emilia bolivense*, *Sida micanthra*, *Phi sis*.

Estos estudios empíricos sug manejo de plagas en la agricul

1. La diversidad de plagas mayor que en los trópicos
2. La diversidad o el nivel correlacionados con la desmontan para destinar
3. Los organismos que im amazónica son principal
 - a. Los tipos de plagas y

- b. muchas especies en la cuenca amazónica pueden desempeñar funciones similares;
- c. las técnicas de control diseñadas en un área pueden ser difíciles de extrapolar a otras.

En vista de la extraordinaria heterogeneidad de los ecosistemas y de la dificultad de predecir y controlar los brotes de plagas en esta área, sería muy conveniente desarrollar un sistema de cultivo que incorpore los medios para reducir las pérdidas económicas ocasionadas por las plagas.

Sistemas agroforestales y dinámica de las plagas

Las asociaciones heterogéneas de cultivos pueden funcionar de diversas maneras para controlar las poblaciones de plagas, ya sea mediante la alteración del medio ambiente o por medio de la dinámica ecológica en el terreno. Los cambios ambientales iniciados por el cultivo de varias especies pueden modificar los sistemas agrícolas para que: 1) se dificulte el ingreso de las plagas, y 2) se convierta en poco propicio para determinadas especies de insectos. Se ha observado que los sistemas de cultivos múltiples en muchos casos reducen el atractivo que un determinado cultivo ejerce sobre sus plagas al disminuir los estímulos visual y olfativo (Norton y Conway, 1977; Pimentel, 1961a, b), al alejar las plagas del cultivo que normalmente atacan o al interferir físicamente con la colonización. La mayor cobertura vegetal del terreno y el sombrío característicos de los sistemas agroforestales de multiestratos reducen la habilidad de muchas malezas para establecerse o competir eficazmente con los cultivos después del establecimiento. También se ha sugerido que los sistemas de cultivos múltiples son menos susceptibles a los brotes de plagas y enfermedades porque los organismos perjudiciales se diseminan mas lentamente en la agricultura mixta (Apple, 1972; Ruthenberg, 1971).

Diversidad de especies

La heterogeneidad de las regiones en que se utilizan sistemas de multiestratos, lo mismo que los numerosos microclimas, proveen un habitat adecuado para que los parásitos y depredadores de plagas puedan controlar los brotes. Por otra parte, la misma multiplicidad de especies permite que haya suficiente alimento durante los instares no entomófagos del ciclo de vida de un depredador de plagas, al igual que presas alternas para los estadios entomófagos cuando la densidad de plagas es baja. Si bien, en teoría, los sistemas multiestratificados pueden acentuar los problemas de plagas al crear el habitat apropiado o al orientar al depredador de plagas hacia otro alimento disponible en el terreno (Way, 1978), la prevalencia de los sistemas agroforestales sugiere que esto no sucede tan frecuentemente como se cree (Wood, 1974).

En los ecosistemas de un solo cultivo cubierto de follaje, el medio ambiente naturalmente, está enriquecido por la diversidad genéticamente uniformes diseñados para la reinvasión y el incremento de las plagas. La estación subsiguiente con la mayor incidencia como una especie conocida como el cultivo de reproducción alto penetra en el cultivo agrícola, es inútil recurrir a la aplicación de pesticidas que no existen suficientes compuestos para controlar los brotes (Southwood, 1975). Si rápidamente el cultivo, no se cultiva para la mayoría de los monocultivos anuales. La adición de fertilizantes para mantener la productividad agrícola.

Los sistemas agroforestales pueden servir como base para la manipulación de los procesos que afectan a las plagas. La gran difusión de las técnicas de capitalización en la agricultura a través de exactamente la forma como tratan las plagas es un hecho que si actúan las plagas en los sistemas agroforestales para la investigación.

Conservación del suelo y sistemas

La vegetación juega un papel importante en los nutrientes en la mayoría de los bosques (Salati, y Cochrane y Sánchez, 1978). Los bosques que se hallan en su estado natural, los mecanismos de reciclamiento de nutrientes hallan almacenados en la vegetación y el suelo, expuestos a pérdidas por lixiviación.

El Cuadro 7 compara el almacenamiento de nutrientes en un bosque con los sistemas de almacenamiento de *Panicum maximum*. El almacenamiento de nutrientes considerablemente con el cultivo de maíz expresada en meq/100 g o en porcentaje del desmonte de bosques (Falcón y Morales, 1979; Hecht, 1981).

Cuadro 7. Almacenamiento de nutrimentos en la vegetación y en el suelo (a 1 m de profundidad) en ecosistemas de bosques húmedos y praderas artificiales en la región amazónica.

Ecosistema	Biomasa (m/ha)	N	P	K	Ca	Mg	Ubicación	Fuente
kg/ha								
Bosque maduro	504							
Vegetación		3294	67	500	528	274	Manaus, Brasil	Fittkau y Elinge (1973)
Suelo		12200	216	61	0	23		
Bosque maduro	462							
Vegetación		1088	62	1470	849	253	Merida,	Fassbender (1977)
Suelo		4638	626	239	446	113	Venezuela	
Bosque maduro	184							
Vegetación		740	27	277	431	133	Carare-Opón,	De las Salas (1978)
Suelo		1811	180	107	22	35	Colombia	
Bosque maduro	n.d.							
Vegetación*		956	17	367	595	255	Paragominas,	Hecht (1981)
Suelo		3170	13	62	71	51	Brasil	
<i>Panicum maximum</i>								
Pradera de un año de edad	10							
Vegetación		385	7.6	87	397	145	Paragominas,	Hecht (1981)
Suelo		3400	22.5	269	564	452	Brasil	
<i>Panicum maximum</i>								
Pradera de 10 años	2							
Vegetación		60	1.2	19	58	22.5	Paragominas,	Hecht (1981)
Suelo**		4610	8.9	268	1002	420	Brasil	

* Los datos de almacenamiento en la vegetación en la localidad de Paragominas son estimaciones. Se calcularon utilizando las relaciones promedio relativas de almacenamiento de nutrimentos en el bosque y en el suelo derivadas de los sistemas bosque-suelo presentados en este cuadro. Estas relaciones fueron publicadas por Sánchez, 1979. Los valores de los suelos se tomaron de datos de campo (n=20).

** Estos altos valores de almacenamiento reflejan la duplicación de la densidad del suelo después de 10 años en praderas.

Los altos valores de almacenamiento de la pradera de *P. maximiliana* en parte, las adiciones de nutrientes por descomposición de la madera, y el volumen de suelos cultivados. Los trabajos de Schubart (1976) también han sugerido el uso del suelo.

Para conservar eficazmente los mecanismos de reciclamiento de nutrientes en sistemas que no tienen en cuenta los barbechos, las mezclas heterogéneas que carecen de una estructura adecuada de insumos en la forma de nutrientes.

Los sistemas agroforestales para la conservación de nutrientes (Okigbo y Greenland, 1976; Drosdoff, 1979) especialmente con niveles de insumos en los diferentes requerimientos de nutrientes en sistemas de cultivos múltiples.

Sistemas agroforestales y conservación de nutrientes

Los edafólogos latinoamericanos han prestado poca atención en los aspectos químicos de los suelos. La información disponible sobre los nutrientes en los cultivos ha sido obtenida principalmente de los trabajos de Lal (1975, 1979) y Wolf y Drosdoff (1976).

Las tormentas de gran intensidad y las descargas eléctricas son características de estas regiones (Okigbo y Lal, 1976). La estructura del suelo y los nutrientes debidos a la erosión permanente. Sánchez y Cochran (1976) sugieren áreas de suelos ácidos e infértiles con graves peligros de erosión. Si se confinan a las zonas montañosas.

puede ser grave incluso en pendientes moderadas si el suelo carece de cobertura vegetal.

El cultivo continuo sin la protección adecuada del suelo puede disminuir la capacidad productiva de un terreno cuando el deterioro progresivo de la estructura del suelo ocasiona compactación, reducción de la tasa de infiltración y erosión (Wood, 1977; Lal, 1975). Sánchez (1979) señala que gran parte de la erosión en cárcavas en la Amazonía está asociada con la construcción en general, especialmente de carreteras. La erosión laminar es común en la Amazonía y es particularmente pronunciada después de la quema y al comienzo de las primeras lluvias (Smith, 1976; Fernside, 1978; Scott, 1978) antes de que la cobertura vegetal haya tupido suficientemente. Scott (1978) observó que la reducción de sedimentos en los arroyos era del 60 por ciento después de que la vegetación había cubierto parcelas cortadas y quemadas y del 85 por ciento tan pronto como el chac-chac (una sucesión de *Pteridium aquilinum* dominante en la Amazonía peruana premontana) se recuperó de la quema. Las prácticas de cultivo y el número de desyerbas también influyen en la pérdida de sedimento.

Los pastos son muy eficaces para controlar la erosión, incluso en pendientes pronunciadas, pero es importante recordar que las praderas de experimentación no incluyen los animales en pastoreo, y de aquí que se debe ser precavido al extrapolar los resultados del nivel de erosión en suelos sembrados con pastos.

Son muchos los efectos benéficos que se derivan de una cubierta vegetal tupida (especialmente si incluye varios estratos) en los sistemas agroforestales, ya que ésta amortigua el impacto de las gotas de lluvia. Los hábitos de enraizamiento de las plantas son diferentes y muy importantes para mantener la porosidad del suelo. Las adiciones constantes de materia orgánica a la superficie del suelo también amortiguan el impacto de las lluvias y mejoran la estructura del suelo.

Los niveles de materia orgánica del suelo aumentan y alcanzan rápidamente el equilibrio bajo barbecho de bosque (Cochrane y Sánchez, en este libro). La acumulación rápida de biomasa al comienzo de la sucesión, así como la proporción relativamente alta de componentes foliares en la biomasa en los primeros años del barbecho (en comparación con el bosque maduro) son probablemente responsables del rápido incremento del contenido de materia orgánica del suelo (Snedaker, 1980). Es probable que la acumulación de materia orgánica en los sistemas agroforestales sea similar a la de los sistemas consecutivos, pero este aspecto aún no se ha investigado.

Las adiciones de materia orgánica a la estructura y la capa vegetal son aspectos importantes en el reciclamiento de nutrientes (Jordan, 1978). Los sistemas agroforestales en secuencia (con un barbecho como parte continuo en asociación con árboles) sirven para conservar la estructura del suelo de los sistemas convencionales de producción que están expuesta periódicamente a las pérdidas.

Dinámica de los nutrimentos

Ciertos sistemas agroforestales mantienen niveles de nutrimentos en el suelo entre aquellos después del cultivo. La cubierta herbácea fue tan eficiente en el suelo como la vegetación leñosa. Los requerimientos de los nutrientes son diferentes. Los requerimientos probablemente similares a los de los sistemas de cultivo debido a muchos factores como la lluvia (Jordan *et al.*, 1980) y la absorción a través de mecanismos de características estructurales (Kellman, 1970). La complejidad estructural de los sistemas agroforestales implica que la retención de nutrientes a diferentes profundidades. La retención y el aumento de la evapotranspiración (Jordan, 1953; Harcombe, 1977) y este efecto puede ser el aumento de Kellman (1970) sugiere que las tasas de los nutrimentos a tasas mas altas de los componentes de los sistemas agroforestales sucesivas iniciales o intermedias de los sistemas de cultivo rápido podría tener lugar.

Después del desmonte y quemado de los sistemas de cultivo todos los elementos en el suelo son recuperados (Zinke *et al.*, 1978; Seubert, *et al.*, 1979; Sánchez, 1979; Hecht, 1981). Los nutrientes deben a las adiciones de este tipo de quemada, y ocasionalmente a una modificación del pH. La vegetación de los sistemas agroforestales impresionantes modificaciones

primeros años de cultivo (Falesi, 1976; Serrão *et al.*, 1979; Sánchez, 1979; Cochrane y Sánchez, en este libro). Cuando la mayoría de los nutrientes del ecosistema se encuentran almacenados en la materia orgánica del suelo y en la biomasa del bosque, la eliminación del bosque destruye un lugar crítico de almacenamiento y transfiere estos nutrientes al suelo donde son más vulnerables a la lixiviación y a la erosión. Los análisis de tan sólo los nutrientes del suelo no permiten apreciar el hecho de que los lugares de almacenamiento del **total** de nutrientes del ecosistema han variado. Los ecosistemas que tienen un componente leñoso (bosque tropical y bosque de sucesión) acumulan grandes cantidades de N, P y K.

Los patrones de absorción de las diversas especies consecutivas son muy variados como puede apreciarse en el Cuadro 7. La selección y la protección de los acumuladores de nutrientes en los barbechos son fáciles de lograr y son un aspecto importante que requiere investigación (Bishop, en este libro; Tergas y Popenoe, 1971; Hecht, 1979; Lal, 1979). La investigación sobre la dinámica del suelo en los sistemas agroforestales en la Amazonía está apenas comenzando, pero los resultados de los sistemas africanos y consecutivos sugiere que en los sistemas agroforestales podría lograrse un reciclamiento y un almacenamiento de nutrientes mas eficiente.

Factores que Afectan la Expansión de los Sistemas Agroforestales

La falta de experiencia técnica y la idea de que los sistemas de multiestratos son menos "desarrollados" que los monocultivos limitan en parte la expansión de los sistemas agroforestales en la Amazonía. Sin embargo, los procesos contradictorios que caracterizan la ocupación de la región amazónica son aún más críticos.

Una gran variedad de objetivos de desarrollo en los países amazónicos ha acelerado el desmonte y la colonización agrícola por parte de corporaciones e individuos (Nelson, 1975; Mahar, 1979; Durman, 1977; Goodlan e Irwin, 1975; Pompermeyer, 1979; Ianni, 1978). Desde comienzos de la década del 60 varias tendencias han ido a la par con la deforestación; una de ellas es que la tierra más que su producción es un artículo de consumo altamente negociable. Los precios de la tierra han superado las tasas de inflación incluso en regiones donde la capacidad de producción de la tierra se ha deteriorado (Mahar, 1979). Cuando la tierra se trata estrictamente como un artículo de consumo, el manejo cuidadoso pasa a ser de importancia secundaria. Aún más, las decisiones de desarrollo son tomadas muy a menudo (por lo menos en la región amazónica) por grupos económicos que no tienen su sede en la región. El 90 por ciento de la tierra en el estado de Amazonas, Brasil, está en manos de corporaciones e

individuos de fuera de la región generalmente carecen de experiencia interesados primordialmente en métodos de desmonte y de desesqueje. Los desmontes mecanizados ampliamente utilizados en el sur de la Amazonía pueden reducir el costo del suelo (Seubert *et al.*, 1977; Seubert *et al.*, 1978).

La posesión de la tierra en la Amazonía a regulaciones contra la corrupción (Ianni, 1978; Padoa-Schioppa, 1978; Rodrigues y da Silva, 1978). La relación con la tierra en la Amazonía es de especulación y tenencia, lo que hace que el uso racional de este recurso y con el tiempo a largo plazo.

Los sistemas agroforestales son considerados como un sistema económico rápidamente y, por lo tanto, poco incentivo para establecer y mantenerlos. Es el punto de vista de que las agroforesterías son una prueba de progreso. Los productos de los bosques no son un producto final.

Conclusiones

Los sistemas agroforestales en la Amazonía son los menos estudiados en los tropicales. Su investigación requiere un enfoque multidisciplinario que incluya agrónomos, ecólogos, rurales y economistas. También se necesita una orientación de tipo integral para que un sistema agrícola sea sostenible.

A fin de que los sistemas agroforestales sean parte de los programas de desarrollo es necesario una orientación de tipo integral. Estas son:

- Estudios en gran escala para determinar cuándo, cómo y dónde se debe utilizar el papel que éstas juegan en el desarrollo.

- Investigación básica sobre la ecología agrícola de las plagas en los cultivos tropicales.
- Dinámica y reciclamiento de nutrimentos en los sistemas agroforestales tropicales.
- Investigación sobre los componentes de los sistemas agroforestales (e.g., *Inga edulis*, especies maderables comerciales, árboles productores de alimentos) y sus interacciones con los cultivos alimenticios y los pastos.
- La investigación sobre las relaciones sociales de los sistemas de producción también es necesaria, toda vez que las diferentes medidas agrícolas pueden acentuar o disminuir las desigualdades económicas y sociales existentes en los países amazónicos.

Para finalizar, es apropiado citar uno de los primeros pensadores occidentales en referirse a los problemas de deforestación y desarrollo agrícola, como advertencia a quienes están empeñados actualmente en el desarrollo de la Amazonía.

“Los mismos signos con base en los cuales formamos nuestros juicios son a menudo muy engañosos; un suelo adornado con árboles altos y airosos no es siempre favorable, a excepción, claro está, de los árboles”. (Pliny, Natural History, Libro 17, Capítulo 3).

Agradecimientos

La autora agradece a la Fundación Ford su valioso apoyo que le permitió llevar a cabo la investigación de campo en la Amazonía. Los Doctores J.J. Parsons, H.O. Sternberg, N. Smith, y, particularmente, P.A. Sánchez, hicieron comentarios útiles a las versiones iniciales de este manuscrito. La sección sobre cultivos agroforestales comerciales se basa principalmente en el trabajo efectuado por el Dr. R. Peck en 1979, y en conversaciones sostenidas con él.

Bibliografia

- Aina, P.O.; Lal, R.; Taylor, G. 1977. **Soil fertility in the rainforest region of western Nigeria**. Ibadan, Nigeria: IITA.
- . 1979. **Effects of vegetation cover on crop production in the tropics**. In: *Crop Production in the Tropics*, ed. by J. L. Apple, pp. 461-464. Ibadan, Nigeria: IITA.
- Apple, J. L. 1972. **Intensified pest management in the tropics**. pp. 461-464.
- Baker, H.G. 1978. **Invasion and replacement of native plants**. In: *Plant Relations in the Tropics*, ed. by J.R. Wilson, pp. 1-27.
- Bartholomew, W. V.; Meyer, I.; Lauder, J. 1978. **Forest and grass fallows in the Yare River basin**. *Sci. 57*, pp. 1-27.
- Bates, H.W. 1964. **A naturalist on the Amazon**. New York: Oxford University Press.
- Bene, J. G.; Beall, H. W.; Cote, A. 1978. **Soil fertility in the rainforest region of western Nigeria**. Ibadan, Nigeria: IITA.
- Bernhard-Reversat, F. 1975. **Nutrients in the rainforest mineral cycles**. Golley, F. 1975. *Ecology of the Amazon*. pp. 1-27.
- Bishop, J.R. 1978. **The development of the Amazon**. *Agro-Ecosystems* 4: 469-478.
- Borman, F.H.; Likens, G. 1980. **Pattern and process in the Amazon**. New York: 253 p.
- Brinkman, W. L.F.; Nascimento, J.C. 1978. **The Tertiary region of central Amazonia**. *Geographical Magazine* 106: 1-27.
- Bruce, R. 1975. **Produção e distribuição de alimentos no Rio de Janeiro**. 78 p.
- Budowski, G. 1978. **Sistemas agro-silvopastoris em Turrialba, Costa Rica**. 29 p.
- Bunker, S. 1979. **Power structures and the expansion of the agricultural sector in the Amazon**. *Environment and Development* 1: 1-27.
- . 1980a. **Development and the environment in the Brazilian Amazon**. *Environment and Development* 2: 1-27.
- . 1980b. **Subsistence, surplus and the environment in the Amazon**. Paper read at LAS.
- Carvajal, P.F.S. 1978. **Little known wild plants of the Amazon**. In: *Conference on Improved Utilization of Wild Plants*, USFS/AID. pp. 162-183.

- Chacón, E.; Gliessman, S. 1980. **The use of the non-weed concept in traditional agroecosystems of southeastern Mexico.** Colegio Superior de Agricultura Tropical, Tabasco, México 21 p. (Manuscrito inédito).
- Chandler, T.; Spurgeon, D. 1979. **International cooperation in agro-forestry.** ICRAF/ DES, Nairobi, 467 p.
- Cherrett, S.M.; Sager, G.R. (eds.) 1977. **Origin of pest, parasite, disease and weed problems.** Blackwell Sci. Publications. Oxford. 413 p.
- Combs, J.; Budowski, G. 1979. **Clasificación de las técnicas agroforestales.** In: Taller sobre Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 17-49.
- Conklin, H. 1957. **Hununo agriculture.** A report on an integral system of shifting cultivation in the Philippines. FAO Forestry Development Papers, No. 12. Roma. 307 p.
- Cunningham R. H. 1963. **The effect of clearing a tropical forest soil.** Jour. Soil Sci. 14: 334-344.
- ; Burrige, S.C. 1960. **The growth of cacao (*Theobroma cacao*) with and without shade.** Annals of Botany 24 (96):458-462.
- Dantas, M.; Rodrigues, I.A. 1980. **Plantas invasoras de pastagens cultivadas na Amazônia.** CPATU Boletim de Pesquisa No. 1 EMBRAPA, Pará, 23p.
- Deccarett, M.; Blydenstein, J. 1968. **La influencia de árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos.** Turrialba 18 (4):405-408.
- Dubois, Jean. 1979. **Los sistemas de producción más apropiados para el uso racional de las tierras de la Amazonía.** Proceedings of a Seminar on Renewable Natural Resources and Development in the Amazon Region, Bogotá, 1979. 63 p.
- Durham, K. 1977. **Expansion of agricultural settlement in the Peruvian rainforest: The role of the market and the role of the state.** Paper presented at the joint meeting of Latin American Studies and African Studies Association, Houston, 1977. 25p.
- Entwhistle, P. F. 1972. **Pests of cacao.** Longman Press. Londres 375 p.
- Evans, A. C.; Sreedharan, A. **Studies of intercropping.** E. Afr. Agr. and For. Jour. 26:1-10.
- Ewel, J. 1976. **Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala.** J. Ecol. 64: 293-308.
- Falesi, I. C. 1976. **A Ecosistema de Pastagem cultivada.** CPATU, Belém, Brasil. 193 p.
- FAO, 1976. **Forestry development and research project, Brazil. A tree improvement program for Amazonia.** FO: DP/BRA/71/545. Technical Report 3. 44 p.
- Fassbender, H. W. 1977. **Ciclos de elementos nutritivos en ecosistemas forestales tropicales y su transformación con la agricultura rotativa.** In FAO/SIDA: Reunión-Taller sobre Ordenación y Conservación de Suelos en América Latina. Lima, Perú. 17p.

- Fearnside, P. 1978. **Estimation of ca**
amazon highway colonization ar
400p.
- Fittkau, E. J.; Klinge, H. 1973. **On blo**
rainforest ecosystem. Biotropica
- Fox, J.G.D. 1978. **Constraints on the**
Ecology and Management 1:37-6
- Galvao, A.P.M. 1979. **Ecological aspe**
Amazon. In: Chandler, T., y
Agroforestry. ICRAF/DSE. Nai
- Gentry, A. 1979. **Extinction and con**
phytogeographic perspective. In
and Biosphere Conservation. Alm
- ; López-Parodi. 1980. **Deforest**
Science 210: 1354-1356.
- Gibson, I.A.S.; Jones, T. 1977. **Monoc**
In: Cherrett, S.M.; Sagar A. (eds.)
Blackwell scientific. pp. 139-161.
- Glerum, B. B.; Smit, G. 1960. **Forest**
1271. Roma.
- . 1962. **Combined forestry soil**
FAO EPTA Report 1483. Roma
- Godfrey, B. 1979. **Rush to Xingu J**
Geography, University of Californ
- Golley, F.B.; Clements, R.; Child, G.;
ecosystem. University of Georgia
- ; Medina, E. 1975. **Tropical eco**
- Goodland, R.; Irwin, H. 1975. **Red he**
- . 1980. **Environmental rankin**
Environmental Conservation (En
- Gray, S.G. 1970. **The place of trees and**
pastures. Tropical Grasslands 4:
- Guess, G. 1979. **Pasture expansion and**
Development Journal pp. 42-55.
- Halliday, J. 1979. **Field responses of t**
Sánchez, P.; Tergas, L. (eds.) Pas
Cali, Colombia. pp. 135-151.

- Hamilton, L. S. **Tropical rainforest use and preservation: A study of problems and practices in Venezuela.** Sierra Club Special Publication International Series No. 4. Office of International Environmental Affairs. Sierra Club, New York. 120 p.
- Harcombe, P. 1977. **The influence of fertilizer on some aspects of succession in a humid tropical forest.** *Ecology* 58: 1375-1383.
- Hart, R.D. 1980. **A natural system analog approach to the design of a successional crop system for tropical forest environment.** *Biotropica* 12 (supp.): 73-83.
- Hartshorn, G. 1978. **Tree falls and tropical forest dynamics.** In Tomlindon, P.; Zimmerman, M. H. (eds) *Tropical Trees as Living Systems.* Cambridge press. Londres. pp. 617-639.
- . 1980. **Neotropical forest dynamics.** *Biotropica* 12 (supp.): 23-31.
- Hecht, S.B. 1979. **Spontaneous legumes of developed pastures in Amazonia and their forage potential.** In Sánchez, P.; Tergas, L. (eds) *Pasture Production in Acid Soils of the Tropics,* CIAT. Cali Colombia. pp. 65-81.
- . 1981. **Cattle ranching in the Amazon: Analysis of a development strategy.** Tesis para doctorado inédita. University of California.
- Heinsdjick, D. 1960. **Dry land forest on the quarternary and tertiary south of the Amazon River.** FAO-EPTA Report 1284. Roma. 104 p.
- Herrera, R.; Jordan, C.F.; Klinge H.; Medina, E. 1978. **Amazon ecosystems: Their structure and fuctioning with particular emphasis on nutrients.** *Interciencia.* 3 (4):223-231.
- Huffacker, C. B. (ed.). 1974. **Biological control.** Plenum/Rosetta. New York. 511 p.
- Ianni, O. 1978. **A luta pela terra.** Vozes. Petropolis. 235 p.
- Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. 1977. **Polo Carajas: Inventário Florestal de Reconhecimento.** IBDF., Belém, Pará. Vol. 1.43 p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. 1979. **Censo agropecuario: Amazonas.** IBGE, Rio de Janeiro, Brasil. 314p.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/ Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. 1980. **Relatorio de o Projeto Desmantamento (Amazônia Brasileira).** Brasilia. INPE/IBDF 42p.
- Janzen, D. 1973a. **Sweep samples of tropical foliage insects: Description of study sites with data on abundance and size distributions.** *Ecology* 54 (3): 659-686.
- . 1973b. **Tropical agro ecosystems.** *Science* 181: 1111-1119.
- . 1975. **The ecology of plants in the tropics.** Institute of Biology. Studies in Biology, No. 58. Edward Arnold. Londres 67 p.
- Jones, R. 1972. **The place of legumes in tropical pastures.** ASPAC Tech. Bull No. 9. Taipei, Taiwan 53 p.

- Jordan, C.F.; Todd, R.L.; Escalante, G.
Oecologia 39: 123-128.
- ; Golley F.; Hall, J.: 1980. **N Amazonian rainforest**. Biotropica
- Kang, B.T. 1977. **Effect of some biolog**
Soil. 47: 451-462.
- Kass, D.C.L. 1976. **Simultaneous poly**
the management of sandy soils of
Cornell University New York. 26
- Kellman, M. C. 1970. **Secondary plant**
ANU. Canberra. 174 p.
- . 1980. **Geographic patterning**
successions. Biotropica 12 (supp.
- King, K.F.S. 1979a. **Agroforestry, a**
Research. Bull. 30. Koninklijk In
- . 1979b. **Agroforestry and fra**
Research in Agroforestry. ICRA
- ; Chandler, M. T. 1978. **The w**
- Klinge, H. 1973. **Root biomass estimati**
Brasil. Trop. Ecol. 14: 29-38.
- ; Rodriguez, W.; Brunig E.; Fir
Amazonian rainforest. In Golley
Springer-Verlag. New York. pp.
- ; Fittkau, E. J. 1972. **Filterfuntio**
Mitt. Deutsch Bodenkun. Ges 16
- Koster, H.; Khan, E. J.; Bosshart, R. 19
pastagens na região de Paragomin
Belém. 31p.
- Kundstater, R.; Chapman, E.C.; Sabra
Honolulu. 402p.
- Kwan, W. Y.; Whitton, T.C. **On the**
Malayan Diptocarp rain forest.
- Lai, R. 1975. **The role of mulching tec**
Bull. No. 1, IITA, Ibadan, Niger
- . 1979. **The effects of cultural a**
Mongi, H.; Huxley, T. (eds.) Soil
353.

- ; Cummings, D. J. 1979. **Changes in soil and microclimate after clearing a tropical forest.** Field Crops Res. 2. (En prensa).
- ; Greenland, D. J. 1979. **Soil physical properties and crop production in the tropics.** J. Wiley. Reino Unido.
- Liberal 1980. **"Para exportação."** July 18. Brasil.
- Lugo, A.; S. Brown. **Are tropical forests endangered ecosystems?** Unasylva. (En prensa).
- MA/SUPLAN/IBDF/COPLAN. 1977. **Perspectivas e tendências do setor florestal Brasileiro 1975 a 2000.** Coleção: Desenvolvimento e Planejamento Florestal. Serie: Técnica. 4 vols.
- Mabey, S. E. 1967. **The effect of shade on the relationship between stem diameter and tree height of young seedling cacao.** East African Agricultural and Forestry Journal 32: 14-20.
- MacArthur, R.; Wilson, E. O. 1966. **The theory of island biogeography.** Princeton University Press. New Jersey. 203 p.
- Mahar, D. J. 1979. **Frontier development policy in Brasil: A study of Amazonia.** Praeger. New York. 182 p.
- McKell, C.; Blaisdell, J. P.; Goodwin, J. R. (eds.). 1972. **Wildland shrubs-Their biology and utilization.** Intermountain Forest and Range Exper. Sta. Forest Service General Technical Report. INT-1. Ogden, Utah. 494 p.
- Meggars, B. J. 1971. **Amazonia: Man and culture in a counterfeit paradise.** Aldine. Illinois. 182 p.
- Mongi, H. O.; Huxley, P. (eds). 1979. **Soils research in agroforestry.** ICRAF, Nairobi. 584p.
- Moore, A. W., 1967. **Changes in soil moisture and organic matter under different covers at Ibadan, Nigeria.** Plant and Soil 27: 463-467.
- Moran, E. 1977a. **Estrategias de sobrevivência: O uso de recursos ao longo da rodovia Transamazônica.** Acta Amazonica 7: 363-379.
- . 1977b. **Agricultural development in the trans-Amazon highway.** Latin American Studies Working Paper. Indiana University, Bloomington. 134p.
- Mors, W. B.; Pizzini, C.T. 1966. **Useful plants of Brazil.** Holden Day SF: 166p.
- Mosse, B.; Tinker, P. 1975. **Endomycorrhizae.** Academic press. Londres.
- Murray, O. B. 1965. **Factors affecting the shade-nutrition interaction in cacao.** Conference Internationale sur les Recherches Agronomiques Cacaoyères. Republique de Côte D'Ivoire. pp. 109-115.
- Muthoo, M. K. 1977. **Perspectivas e tendências do setor florestal Brasileiro, 1975 a 2000.** PNUD/FAO/IBDF-76/027.

- _____. M. K. 1978. **Forestry development in Brazil**. Technical Report No. 9. Brasília.
- Myers, N. 1980. **Conversion of tropical forests**. National Acad. Sciences. 1980. Tropical Forest Conversion. p. 1-10.
- Nelson, M. 1975. **The development of tropical agriculture**. p. 1-10.
- Norton, G.; Conway, G. 1977. **The ecological problems of tropical agriculture**. In Cherrett, S.M.; S. M. Weed Problems. Blackwell, Oxford.
- Nye, P.; Greenland, D. 1960. **The soil fertility of tropical soils**. Bureaux Tech. Report. No. 51.
- Obi, J. K.; Tuley, P. 1973. **Bush fallow in the tropics**. Report. 161 Surbiton Land Res. Breñaña.
- Okigbo, B. N.; Greenland, D. 1976. **Intensification of agriculture**. (eds.) Multiple Cropping ASA S.
- _____; Lal, R. 1979. **Soil fertility management in the lowland humid tropics**. Agroforestry. ICRAF, Nairobi.
- Opler, P.; Baker, H.; Frankie, G. 1980. **Successions in neotropical lowland forests**.
- Palmer, J. R. 1977. **Forestry in Brazil**.
- Pandolfo, C. 1978. **A floresta amazônica**.
- Parsons, J.J. 1970. **The africanization of tropical agriculture**. Geographie der Tropen und Subtropen.
- _____. 1976. **Forest to pasture: Development of tropical agriculture**. 24 (1) 121-138.
- Peck, R. 1979. **Informe sobre o desenvolvimento da Amazônia**. IICA. 77 p.
- Pimentel, D. 1961a. **The influence of tropical agriculture on the environment**. Soc. Amer. 54: 61-69.
- _____. 1961b. **Species diversity and the environment**. 76-86.
- _____; Hurd, L.E.; Belotti, A.C.; Foster, J. 1979. **Food production and the energy crisis**.

- Piot, J. 1969. **Végétaux ligneux et paturages des savanes.** Rev. Elév. Méd Vét Pays Trop. 22: 541-559.
- Pires, J. M. 1964. **Sobre o conceito "zona dos cocais" de Sampaio.** Anais XII Cong. Soc. Bot. Bras. pp. 271-275.
- . 1973. **Tipos de vegetação de Amazonia.** Publ. Avulsas Museu Goeldi 20: 179-202.
- . 1978. **The forest ecosystem of the Brazilian Amazon.** In Tropical Forest Ecosystems. UNESCO. Paris, Francia, pp. 605-627.
- ; Prance, G. T. 1977. **The Amazon forest: A natural heritage to be preserved.** In Prance, G. T.; Elias, T. (eds.) *Extinction is Forever.* pp. 158-194.
- Pompermeyer, M. J. 1979. **The state and frontier in Brasil.** Tesis para doctorado inédita. Stanford University. Stanford, California.
- Posey, D. A. 1979. **Kayapo agricultural techniques.** 45p. (Manuscrito inédito).
- Prance, G. T. 1978. **Origin and evolution of the Amazon flora.** Interciencia 3 (4): 207-222.
- ; Elias, T. 1977. **Extinction is forever.** New York Botanical Garden. 417 p.
- PRODEPEF. 1977. **Programa de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal.** IBDF Brasília. 25p.
- Rabb, R.; Guthrie, F. (eds.). 1970. **Concepts of pest management.** North Carolina State University. Raleigh.
- RADAM. 1973-1975. **Levantamento de recursos naturais.** Vols. 1-7, Ministerio das Minas e Energia. Rio de Janeiro.
- Rios, R. 1979. **Desarrollo de sistemas integrales de producción agrícola, pecuaria y forestal, una necesidad en el trópico peruano.** In De las Salas (ed.) *Sistemas Agro-forestales en América Latina.* CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp. 95-105.
- Rodrigues, S.A. 1976. **Virola.** In *Symposium Internacional de Plantas de Intereses Económicos de Flora Amazônica.* IICA. Turrialba, Costa Rica, pp. 31-37.
- Rodrigues, F. L. G.; da Silva, J. G. 1977. **Conflitos de terras no Brasil: Uma introdução ao estudo empírico da violencia no campo.** Reforma Agraria 7 (1):3-25.
- Ruthenberg, H. 1971. **Farming systems in the tropics.** Londres Clarendon Press. 313 pp.
- Salas de las, G. 1978. **El sistema forestal Carare-Opón.** CONIF Ser. Tec. 8. Bogotá, Colombia. 25 p.
- , (ed.). 1979. **Taller: Sistemas Agroforestales en America Latina.** CATIE. Turrialba, Costa Rica. 223 p.
- Sánchez, P. 1973. **Soil management under shifting cultivation.** In Sánchez P. (ed.) *A Review of Soils Research in Tropical Latin America.*, N. Carolina Ag. Exp. Sta. Raleigh. pp. 46-68.

- . 1976. **Properties and management of tropical pastures**. FAO, Rome. 100 p.
- . 1979. **Soil fertility and conservation in the humid tropics in Latin America**. A. Agrof. 1979. ICRAF, Nairobi. p.
- ; Tergas, L. A. (eds.). 1979. **Pasture management in Colombia** 488 p.
- ; Cochrane, J. 1980. **Soil conservation in Latin America**. Trabajo presentado en el "Simposio sobre el Desarrollo en the Tropics". IFAD, Rome.
- Sauer, J. D. 1979. **Living fences in Colombia**. FAO, Rome.
- Sawyer, D. 1979. **Peasants and capital in Latin America**. inédita. Harvard University, Cambridge.
- Schaaflhausen, R. von. 1965. **Weight in grassland**. International Grassland Cong. 20.
- Schmink, M. 1977. **Frontier expansion in Latin America**. presented at the Amer. Anthro. A.
- ; Wood, C. 1979. **Blaming the victim: the colonization project**. Studies in Tropical Geography, 1979.
- Schubart, H. O. R. 1976. **Sumario de los trabajos presentados en el Simposio sobre el Desarrollo en the Tropics**. IFAD, Rome.
- Scott, G. A. 1978. **Grassland development in Latin America**. Monographs in Geography, Honolulu.
- Serrão, A., Falesi, I. da Veiga, J. B.; Texeira, J. 1979. **Low fertility soils of the Amazon and their impact on production in Acid Soils of the Tropics**. FAO, Rome.
- Seubert, C.E.; Sánchez, P.A.; Valverde, J. 1979. **Properties and crop performance of tropical pastures**. Agric. (Trin.) 54: 307-321.
- Silva, L. F. 1978. **Influência do manejo sobre a produtividade dos oxissolos de "Tabuleiro"**. Centro de Pesquisas do Cacau, Brasil. 85p.
- Simão Neto, M. C.; Escudar, C.; Rodriques, J. 1979. **Estudos em pastagens nativas em Mato Grosso**. II. Disponibilidade e seleção botânica. Bol. Soc. Bras. Bot. 2: 253-256.
- Smith, A. 1977. **Mato Grosso**. Dutton, New York.

- Smith, N.J. 1976. **The transamazon highway: A cultural and ecological analysis of settlement in the humid tropics.** Tesis de doctorado inédita. University of California, Berkeley, California. 372p.
- . 1978. **Agricultural productivity along Brasil's transamazon highway.** *Agro Ecosystems* (4): 415-432.
- Snedaker, S.C. 1980. **Successional immobilization of nutrients and biologically mediated recycling in tropical forests.** *Biotropica* 12 (supp.): 16-23.
- Southwood, S. R. E. 1977. **The relevance of population dynamics theory to pest status.** *In* Cherrett, S. M., Sager, G. (eds.) *Origin of Pest, Disease and Weed Problems.* Blackwell Sci. Publications. Oxford. 413 p.
- ; Way, M. J. 1970. **Ecological background to pest management.** *In* Rabb, R., and Guthrie, F. (eds.) *Concepts of Pest Management.* North Carolina State University. Raleigh. pp. 6-28.
- Stark, N.; Jordan, C., 1978. **Nutrient retention by the root mat of an Amazonian rainforest.** *Ecology* 59: 434-437.
- Sternberg, H. O. 1975. **The Amazon River of Brasil.** Springer-Verlag. Wiesbaden, West Germany. 74 p.
- Strong, D. 1974. **Pests of cacao.** *Science* 185: 1064-1066.
- ; McCoy, E.D.; Rey, J. R. 1977. **Time and number of herbivore species: The pests of sugarcane.** *Ecology* 58: 167-175.
- Superintendencia de Desenvolvimento da Amazônia. 1979. **Pesquisas e Informações sobre espécies florestais da Amazônia.** SUDAM. Belém, Brazil. 67 p.
- Tardin, A.T., *et al.* 1979. **Levantamento de áreas de desmatamento na Amazônia legal a traves de imagens do satélite LANDSAT.** Report No. INDE 1411-NTE/142 INPE. São Jose dos Campos. Brasil 68 p.
- Tergas, L.; Popenoe, H. 1971. **Young secondary vegetation and soil interactions in Isabel, Guat.** *Plant and Soil* 34: 675-690.
- Thomas, D. 1978. **Pastures and livestock under tree crops in the humid tropics.** *Trop. Agric. (Trin.)* 55 (1): 39-44.
- Toennissen, G. 1980. **Brazil trip report March 17-21, 1980.** The Rockefeller Foundation. New York. 11 p.
- Toledo, J. M.; Morales, V. A. 1979. **Establishment and management of improved pastures in the Peruvian Amazon.** *In* Sánchez, P. A.; Tergas, L. E. (eds.) *Pasture Production in Acid Soils of the Tropics.* CIAT, Cali, Colombia. pp. 177-194.
- Tomlinson, P. B.; Zimmerman, M. H. 1978. **Tropical trees as living systems.** Cambridge U. Press. Cambridge. 678 p.

- Turenne, J. F. 1969. **Deforestation et p**
Française.
- UNESCO. 1978. **Tropical rainforests:**
- Urquinhart, D. H. 1965. **Cacao.** IICA
- Vega, L. 1979. **Comparación de la renta**
silvicultura en Surinam. *In* De la S
CATIE, Turrialba, Costa Rica. p
- Watters, D. 1971. **Shifting cultivation**
Roma. 305 p.
- Way, M. J. 1977. **Pest and disease s**
ecosystem stability. *In* Cherrett, S
and Weed Problems. Blackwell S
- Webb, L. J.; Trace, J. G.; Williams, W.
rainforest. *Ecol.* 48: 675-695.
- Whyte, W. O. 1974. **Tropical grassing**
- Wilkin, G. C. 1978. **Integrating forest**
Eco. and Mgt. 1:223-234.
- Wolf, J. M.; Drosdoff, M. 1966. **Soil-v**
moisture retention and availabili
- Wood, B. J. 1974. **Development of inte**
crops in Malaysia. *In* Hiffaker. (6
pp. 422-458.
- Wood, H. B. 1977. **Hidrological differ**
Hawaii. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 4
- Zinke, P.; Sabhasri, S.; Kundstater, P.
Kundstater, P.; Chapman, R.; S
Hawaii. 55 p.

Actividades de Investigación en Bosques e Importancia de los Sistemas de Multiestratos en la Cuenca Amazónica (Neotrópicos Húmedos)

Robert B. Peck*

Introducción

Aunque el principal uso de la tierra y la mayor actividad económica en la cuenca del Amazonas ha sido, y todavía es, la cobertura natural del bosque, su extensión ha ido reduciéndose continuamente a una tasa más que acelerada. Esto se debe al incremento de presiones sociales y económicas por una mayor producción agrícola y por una colonización espontánea sin control, en forma simultánea o con anterioridad a la construcción de vías de penetración (Smith, 1977; Sioli, 1973; Morán, 1977; y Goodland *et al.*, 1978).

Desde los primeros años de la colonización, se han venido explotando los bosques naturales de la selva amazónica cortando, sin control alguno, los árboles maderables de mejor calidad y mas alto valor comercial, como palo de rosa (*Dalbergia spruceana*) y caobo (*Swietenia macrophylla*). Más recientemente se ha estado cosechando *Virola* spp. en las várzeas (vegas ribereñas periódicamente inundadas). Pero no se han establecido bosques administrados, ya sea naturales o artificiales, después de la explotación inicial en ninguno de los países que componen la cuenca del Amazonas (Loureiro, 1979). Solamente en la Amazonía brasileña donde los productos forestales son el principal artículo de exportación, y en Perú y Bolivia, parte de los recursos forestales son procesados por la industria forestal a medida que la cobertura del bosque es derribada para actividades agrícolas y ganaderas. El oriente del Ecuador y la Amazonía de Colombia carecen por completo de una actividad industrial forestal importante.

Una excepción notable en relación con el manejo de bosques en la Amazonía es Jari Florestal y Agropecuária Inc., un complejo industrial situado en el bajo Amazonas, el cual ha sido posible gracias a los recursos

* Silvicultor. Avenida Guadalupe No. 1A-10, Cali, Colombia.

financieros de Ludwig y a la especies exóticas de rápido crecimiento recientemente *Eucaliptus deglup*, productos de pulpa de madera, 100.000 ha (Briscoe 1978, 1979).

Investigación Forestal

Los esfuerzos para estudiar bosques en los neotrópicos por las agencias nacionales e internacionales superan las limitaciones históricas. Por año 1970 ofreció un grado académico en silvicultura la década del 40, en Costa Rica.

Fue sólo al final de la década del 50 la escuela de silvicultura; Curitiba, Brasil trasladaron al sur del Brasil para plantar eucaliptos.

Con la cooperación de la FAO se establecieron bosques experimentales en Una y Belterra, cerca de San Carlos, Humboldt cerca a Pucallpa, Perú y Manaus, manejada por el Instituto Nacional de Investigación (INPA) durante casi 20 años. Sin embargo, todos estos esfuerzos han sido limitados de especies y no han evolucionado de ensayos de campo a escala industrial (Carvalho y Tavares, 1979; Schimidt).

La reorganización institucional de las agencias alicientes para el desarrollo de la silvicultura de la dispersión y falta de continuidad han impedido el desarrollo académico. El número de investigadores y la dinámica de los bosques húmedos. Por ejemplo, pocos investigadores en el trópico húmedo para apreciar la importancia de las especies forestales promisorias a título ilustrativo la especie *C. cacao* y cuya semilla fue importada de Amazonas. A menos de 2 millones

encontrarse plantas de *C. alliodora* producidas por regeneración natural que producen sencilla.

La falta de comunicación entre los centros de investigación de la cuenca del Amazonas, y de los países vecinos que tienen bosques húmedos tropicales los cuales se mencionan mas adelante, limita en alto grado la transferencia de nuevos conocimientos. Los investigadores usualmente trabajan con sólo partes de un sistema de producción y a menudo no reciben información sobre los avances de la investigación en otros lugares.

Sistemas de producción múltiple o de multiestratos

Varias excepciones notables relacionadas con las actividades de investigación silvicultural son los esfuerzos de investigación en los sistemas de producción de multiestratos efectuados por instituciones agrícolas y por la industria privada. En la Amazonía, estos programas incluyen árboles en combinación con sistemas de producción agrícola y ganadera para hacer un mejor uso de la tierra y garantizar varias fuentes de ingresos.

Los sistemas estratificados se definen en este trabajo como la ocupación de la tierra con cultivos agrícolas en combinación con árboles (agroforestal) o pastos (gramíneas y leguminosas) con árboles (sistemas silvo-pastoriles). En otras palabras, un sistema de producción múltiple es la asociación de cultivos agrícolas y forrajeros con árboles, en la que cada componente ocupa una parte diferente del espacio vertical disponible, y gracias a la cual los beneficios combinados de la asociación superan los de cada sistema individualmente.

Los sistemas de multiestratos se pueden considerar como un complemento de los sistemas de producción existentes, siempre y cuando los últimos hayan demostrado ser exitosos.

Las siguientes instituciones han estado trabajando con sistemas de producción múltiple en la Amazonía:

Brasil

Instituto Experimental Agrícola Tropical Amazonico (INATAM). Es un programa de investigación y asistencia técnica para las colonias japonesas de Tomé-Açu. Este instituto reconoció la gran importancia de la biomasa del bosque como fuente de la fertilidad inicial del suelo después de la tala, quema y conversión a praderas del bosque.

Unidad de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE). Con sede en Manaus, realiza trabajo de investigación extensivo con la especie

perenne guaraná (*Paullina cupa*) consume, es un componente de la Amazonía central (Melo y Teixeira).

Instituto Nacional de Pesquisas
 Manaus, este instituto adelanta estudios sobre los sistemas agrícolas nativos de los árboles de frutos comestibles (Melo y Teixeira).

Ecuador

Instituto Nacional de Investigaciones
 del Centro Amazónico Limón, tiene experiencia en el desarrollo de la colonización y sustento de la producción comercial de ganado.

Perú

Von Humboldt National Forest
 usando sistemas Taungya en combinación con la agricultura.

Instituto Veterinario de Investigación
 Con sede en Pucallpa, este instituto estudia el pastoreo y reconocido la importancia de las praderas racionales de praderas (Toledo).

Venezuela

Instituto Venezolano de Investigaciones
 cabo estudios en San Carlos, sobre el reciclamiento de nutrientes y las características edáficas de bosques. La comparación de estas características de los bosques desmontado o ha sufrido diversificación.

Fuera de la cuenca del Amazonas:

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
 (Budowski, 1978), antiguamente Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

La Corporación Nacional de Investigación y Enseñanza
 (Leguizamo, 1979), la Secretaría de Agricultura y la Federación de Cafeteros (Venezuela).

Estas entidades también están trabajando con especies forestales, como un componente de los sistemas de producción múltiple.

Sistemas agroforestales

Además de estos esfuerzos investigativos institucionales sobre sistemas de producción estratificados, existen numerosos ejemplos de agricultores y ganaderos que han incorporado árboles en sus sistemas de producción con el resultado, según ellos, de mejoras en sus ingresos económicos. Estos sistemas se han desarrollado espontáneamente basados en la observación continua de los agricultores quienes se han dado cuenta de que los beneficios de los sistemas de multiestratos compensan los esfuerzos empleados en crear el sistema.

Probablemente el ejemplo mas sobresaliente de las especies forestales que han sido incorporadas por agricultores en los sistemas de producción múltiple es *Cordia alliodora* (laurel), la cual se cultiva en asociación con una amplia variedad de cultivos y pastos tropicales en aproximadamente un millón de hectáreas (Cuadro 1).

Hallada inicialmente en asociación con café, cacao, plátano y pastos, *Cordia alliodora* suministra una fuente considerable de ingresos a los agricultores, particularmente en Costa Rica, Colombia y Ecuador donde las trozas sin procesar, al borde del camino, pueden proporcionar un ingreso adicional que varía de US\$10 a US\$20/m³. Estudios preliminares en Costa Rica y Colombia han indicado que *C. alliodora* puede crecer en asociación con café y cacao alcanzando volúmenes comerciales de 200 m³/ha en 20 a 25 años (Peck, 1977).

Sistemas silvo-pastoriles

Los beneficios de la introducción de árboles en los sistemas de producción de pastos y ganado varían desde la producción comercial de madera, barreras cortavientos y barreras naturales para control sanitario en fincas grandes, y sombrío, hasta fuentes adicionales de forraje durante el período seco crítico cuando la producción de pastos es menor (Daccarett y Blyndenstein, 1968; Ebersson y Lucas, 1975; Gomes, 1977; Hecht, 1979; Kirby, 1976).

La introducción de especies de árboles con fruto comestible suministra importantes fuentes suplementarias de forraje como lo indican estudios preliminares recientes realizados en el Valle del Cauca, Colombia, (Cuadro 2), y las plantaciones de algarrobo (*Prosopis juliflora*), para pastoreo del bosque, en Piura, Perú (Valdivia y Cueto, 1979).

Cuadro 1. **Plantaciones de *Cordia* que encuentran en asociación**

País	Localidad
Colombia	Tumaco Región interandina
Panamá	Boca de Toro
Ecuador	San Lorenzo Santo Domingo de los Colorados Oriente-Napo
Surinam	- -
Venezuela	- -
Costa Rica	Limón, Cahuita San Carlos Turrialba
América Central	
Brasil	Boa Vista (Fordlândia)

Fuente: Adaptado de Peck, 1979.

En la cuenca amazónica, integrados de praderas ha sido n
Pesquisa Agropecuária do Tró
equipos multidisciplinares. S
árboles forrajeros al hacenda
especies de malezas leñosas ser
como controlar apropiadame
producción de forraje (Standl

Cuadro 2. Análisis de algunas especies que producen frutos comestibles en el Valle del Cauca, Colombia.

Nombre científico	Nombre común	Fibra cruda* (%)	Proteína cruda (%)	Carbohidratos (%)
<i>Prosopis juliflora</i>	Algarrobo	25	7	79
<i>Pseudocassia spetabilis</i>	Flor amarillo	44	14	73
<i>Parmentiera cereifera</i>	Velo o candle tree	20	3	16
<i>Cassia grandis</i>	Cañafistula	40	6	79

* Análisis de la fruta completa incluyendo las semillas.

Fuente: Estudio del autor, análisis en la Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Selección de especies

En los Cuadros 3 y 4 se presenta una lista de especies de árboles promisorios para sistemas de producción múltiple que incluyen cultivos agrícolas y pastos. Dichos sistemas deben tener en cuenta las condiciones ecológicas locales de cada área dentro de la cuenca amazónica y otras áreas de los neotrópicos húmedos. Así como las condiciones edáficas y los patrones climáticos locales cambian de un área a otra dentro de la cuenca amazónica, lo mismo sucede con las prácticas agrícolas y la adaptabilidad de especies de árboles a un lugar en particular.

Tanto los cultivos dominantes como el tamaño de las fincas varían de una región a otra. Cada región geográfica tendrá, por consiguiente, sus propios sistemas de producción múltiple. Las prácticas culturales locales deben ser consideradas individualmente. La selección de especies debe hacerse con base en las necesidades regionales para cada sistema de producción. Por ejemplo, en la región de Paragominas, en el bajo Amazonas, las fincas ganaderas tienen un tamaño promedio de 1000 ha, mientras que en la región del Napo en la Amazonía ecuatoriana, el tamaño promedio es inferior a 50 ha. En el caso de sistemas de producción pecuaria similares, la selección de especies de árboles en Paragominas se hace teniendo en cuenta la necesidad de sombrío y de protección contra el viento, en tanto que en Napo se busca mantener la fertilidad del suelo. En el Cuadro 5 se presentan diferentes sistemas de producción agrícola encontrados en la cuenca del Amazonas.

Cuadro 3. Especies de árboles pr
Amazonas (neo-tropicos

Especies	
<i>Cordia goeldiana</i>	
<i>Cordia alliodora</i>	
<i>Swietenia macrophylla</i>	
<i>Cedrela odorata</i>	
<i>Carapa guianensis</i>	
<i>Didymopanax morototoni</i>	
<i>Bertholletia excelsa</i>	
<i>Vochisia maxima</i>	
<i>Bagassa guianensis</i>	
<i>Spondias</i> spp.	

* Valor comercial de las trozas colocadas
del dólar era Cr\$32.

Potencial para el increm Amazonía

Los sistemas de producc
forestales, proveen una alte
planificar el uso de la tierra c
complejos forestal-industriales
proyectos de colonización
suficientemente cerca de me
sembradas de cultivos perenn
información parcial en el Cua

La introducción de árboles
de producción estable mejora
largo plazo y el bienestar de

Cuadro 4. Especies de árboles promisorios para sistemas silvo-pastoriles en la cuenca del Amazonas (neo-trópicos húmedos).

Especies	Fijadoras de nitrógeno	Frutas comestibles	Producción comercial	Producción de sombra
Nativas				
<i>Stryphnodendrum pulcherrimum</i>	Si	Si	Leña	Mediana
<i>Cassia fastuosa</i>	Si	Si	Leña	Poca
<i>Pithecolobium saman</i> var. <i>acutifolium</i>	Si	Si	Uso especial	Mediana
<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	Si	No	Buena	Mediana
<i>Cordia alliodora</i>	No	No	Excelente	Poca
<i>Cordia goeldiana</i>	No	No	Excelente	Poca
<i>Cassia grandis</i>	Si	Si	Leña	Poca
<i>Enterolobium</i> spp.	Si	Si	Buena	Poca
<i>Hymenaea coubaril</i>	Si	Si	Buena	Poca
<i>Inga</i> spp.	Si	Si	Leña	Mediana
Exóticas				
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	No	Si	—	Densa
<i>Leucaena glauca</i> var. <i>caucana</i>	Si	Forraje	Postes	Poca
<i>Parmentiera ceretifera</i>	No	Si	—	Mediana
<i>Prosopis juliflora</i>	Si	Si	Carbón	Poca
<i>Pithecolobium saman</i>	Si	Si	Uso especial	Mediana
<i>Sweetia brachystichya</i> (de Minas Gerais)	Si	No		Poca
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>handurensis</i>	No	No	Pulpa de papel de fibra larga	Mediana

Cuadro 5. **Sistemas actuales y potenciales en las zonas bajas de Amazonas.**

Producción agrícola	Cultivos
1. Cultivos anuales	Maíz Arroz
2. Cultivos semi-permanentes	Banano Plátano Yuca
3. Huertas caseras	Arboles de fruto de valor nutritivo el agua árbol de palma
4. Cultivos perennes	Café Cacao Pimiento Guaraní
5. Producción ganadera	Forraje Gramíneas Leguminosas Forraje suplementario
6. Plantaciones	Sistema
1. Árboles de bosque	1. Planicie
2. Caucho	2. Planicie
3. Palma africana	3. Grupo
4. Nuez del Brasil	4. Taungya
5. Anacardo	5. Agroforestería
	6. Silvicultura

* Adecuados para sistemas de multiestratificación.

** El sistema Taungya se distingue de los sistemas de agroforestería en que el sistema está asociado solamente con el cultivo de arroz. Después de uno o dos años el agricultor abandona el cultivo y se hace cargo de las plantaciones. En los sistemas de agroforestería se hace constantemente al frente de la asociación de cultivos y maderas.

La investigación es necesaria para desarrollar modelos conceptuales que permitan determinar los parámetros limitantes de estos sistemas estratificados. Solamente mediante la determinación de estos parámetros se puede demostrar exitosamente el rango de beneficios económicos de los cultivos múltiples.

Conclusiones

La necesidad de nuevos centros de investigación en la cuenca del Amazonas no es tan grande como la necesidad de reforzar las instituciones nacionales allí existentes. La creación de oportunidades en carreras investigativas en la cuenca amazónica es fundamental para la continuidad de los programas de investigación y para un mejor uso de la tierra. De aquí se deduce que el establecimiento de equipos multidisciplinarios que complementen los conocimientos sobre los sistemas de producción es básico para mejorar el manejo y la productividad. La complejidad de la investigación sobre cultivos múltiples requiere la contribución de diferentes especialidades. La determinación de parámetros para cultivos múltiples, así como el desarrollo y perfeccionamiento de modelos conceptuales, son básicos para el establecimiento de sistemas de producción exitosos. Los sistemas integrados de multiestratos deberían considerarse como alternativas biológica y socialmente indispensables para el manejo adecuado de la tierra en la cuenca amazónica.

A fin de ayudar a acelerar el desarrollo agroforestal, la asistencia técnica no se debe limitar a consultas o a proyectos a corto término (dos a tres años de duración). La asistencia técnica, especialmente tratándose de la investigación de cultivos múltiples, debe ser a largo plazo y de acuerdo a reiteradas consultas para ayudar a modificar el marco conceptual de los modelos básicos hasta que los resultados parciales se hagan evidentes.

Un ejemplo de la necesidad de este tipo de asistencia es el programa de reforestación en Santo Domingo de los Colorados en Ecuador, donde se establecieron plantaciones de laurel en las tierras bajas costeras del Pacífico a distancias de siembra muy pequeñas, iguales a las empleadas para pinos y eucaliptos en las zonas altas templadas. Los agricultores pensaban que la época para entresacar tenía lugar cuando los árboles alcanzaban su tamaño comercial mínimo. Después de 20 años aún continúan esperando y la mortalidad ha comenzado a aparecer debido a la falta de espacio para que los árboles se desarrollaran. Sin conocer los requisitos silviculturales mínimos de estas especies promisorias de rápido crecimiento, no se deben intentar proyectos en gran escala en la cuenca del Amazonas.

Los sistemas de producción de árboles y cultivos agrícolas constituyen alternativas promisorias para la región amazónica. Algunas de ellas ya son práctica en pequeña escala y recientemente por centros nacionales. No obstante, es evidente que en el futuro un enfoque multidisciplinario más integral para el avance económico. Se considera que los sistemas de producción amazónica tienen un potencial enorme, la cual ha recibido poca atención en los últimos años. Por fortuna, el desarrollo del manejo agrícola y forestal sostenido reducirá el retraso en el progreso.

Bibliografía

- Bishop, J.P. 1979a. **Producción ganadera-forestal en el trópico húmedo hispano-americano.** In De las Salas, G. (ed.) *Sistemas agro-forestales en América Latina*. Taller CATIE-UNU, Turrialba, Costa Rica. pp. 140-144.
- . 1979b. **Producción familiar agro-porcino-forestal en el trópico húmedo hispano-americano.** In De las Salas, G. (ed.) *Sistemas agro-forestales en América Latina*. Taller CATIE-UNU, Turrialba, Costa Rica. pp. 145-149.
- Briscoe, C. B. 1978. **Silviculture in plantation development.** JARI, International Conference on Improved Utilization of Tropical Forests, FPL-US Forest Service, AID, Madison, Wisconsin. 17p.
- . 1979. **Integração silvo-pastoril.** JARI Florestal e Agropecuária Ltda. 31 Reunião Anual, Sociedade Brasileira para Progresso da Ciência, Fortaleza, Brasil. 28p.
- Budowski, G. **Sistemas agro-silvo-pastoriles en los trópicos húmedos.** Informe presentado ante CIID, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 29p.
- Carvalho, A. P.; Tavares, L. C. 1979. **Seleção de espécies promissoras para atividades de reflorestamento em função das características silviculturais.** Relatório Técnico de Avaliação Preliminar. Brasil Florestal 37:72-87.
- Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. 1978. **Recomendações Técnicas para o cultivo do cacau na Amazônia.** Departamento Especial da Amazônia, Belém, Pará, Brasil. 31p.
- Daccarett, M.; Bladenstein, J. 1968. **La influencia de árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos.** Turrialba, Costa Rica. 18 (1): 405-408.
- DuBois, J. 1971. **Silvicultural research in the Amazon.** FO:SE/ BRA, 4 Tecn. Report 3, FAO, Roma. 192p.
- Ebersohn, J.; Lucas P. 1965. **Trees and soil nutrients in south western Queensland.** Queensland J. of Agric. and Animal Sci. 22:431-435.
- Gómez P. 1977. **Forragens fartas na seca.** Livraria Novel, S.A. São Paulo, Brasil. 233p.
- Goodland, R.; Irwin, H.S.; Tillman, G. 1978. **Ecological development for Amazonia.** Ciência e Cultura 30 (3):275-289.
- Hecht, S. 1978. **Leguminosas espontáneas en praderas amazónicas cultivadas y su potencial forrajero.** In: Sánchez, P. A. y Tergas, L. E. (eds.) *Producción de Pastos en Suelos Ácidos de los Trópicos*. CIAT, Cali, Colombia. pp.71-84.
- Kirby, J. M. 1976. **Forest grazing, a technique for the tropics.** World Crops 28:248-51.
- Leguizamo, A. 1979. **Sistemas agro-forestales en ejecución en el Bajo Calima.** In De las Salas, G. (ed.) *Sistemas agro-forestales en América Latina*. Taller CATIE-UNU, Turrialba, Costa Rica. pp. 135-139.

- Loureiro, A.A. 1979. *Essências madeiras do Brasil*. 430p.
- Melo, L.A.S.; Teixeira, L.B. 1979. *Relatório de trabalho*. EMBRAPA, Manaus. 294p.
- Molina G.C. 1972. *Arboles, arbustos y plantas medicinales*. 1(3):196-204.
- Moran, E.F. 1977. *Estratégias de sobrevivência na Transamazônica*. Acta Amazônica, 7(1):1-10.
- Pahlen, A. *et al.* 1979. *Introdução a agricultura na Amazônia*. Manaus, Brasil. 140p.
- Peck, R.B. 1977. *Sistemas agro-silvo-pastoris em terras baixas dos trópicos americanos*. In *El bosque tropical*. Serie técnica (3): 73-84.
- . 1979. *Informe sobre desenvolvimento agrícola na Amazônia*. IICA, EMBRAPA, Belém.
- Pitt, J. 1969. *Relatório ao governo do Brasil sobre algumas florestas de Amazônia*. FAO, Roma.
- Serrão, E.A.S.; Falesi, I.C. 1979. *Práticas agrícolas em praderas cultivadas en suelos de basalto*. In: P.A.; Tergas, L.E. (eds.) *Producción agrícola en suelos ácidos*. Cali, Colombia. pp. 211-244.
- Schmidt, P.B.; Volpato, E. 1972. *Aspetos da agricultura na Amazônia*. Acta Amazônica. 2(2):1-10.
- Sioh, H. 1973. *Recent human activities and their effects*. In Waggars; Ayensu y Dudley. *Human impacts on the environment in Latin America and South America*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Smith, N.J.H. 1977. *Influências culturais na agricultura da Transamazônica*. Acta Amazônica, 7(1):11-20.
- Standley, J. 1979. *Pasture reclamation in the Amazon*. Agricultural Journal. 103:411-417.
- Toledo, J.M.; Morales, V.A. 1979. *Estudio de suelos en la Amazonía peruana*. In: Sánchez, F. *El suelo y el agua en los suelos ácidos de los trópicos*. CIA/FAO, Lima.
- Valdivia, S.; Cueto, L.J. 1979. *Asentamientos humanos en la costa norte del Perú*. In: De las Salas, J. *El medio ambiente en la América Latina*. Taller CATIE-UNU, Turrialba, Costa Rica.

- Venegas, L. T. 1971. **Observaciones y experiencias en la reforestación con *Cordia alliodora* "noga" en Caldas.** Nota técnica No. 12, Inderena, Bogotá, Colombia. 8p.
- Volpato, E. *et al.* 1973. **Situação dos plantios experimentais na Reserva Florestal Ducke.** Acta Amazônica 331, pp. 71-81
- Wadsworth, F. H. 1972. **Status of forestry research in Latin America.** In Proceedings of the Seventh World Forestry Congress, Vol. IV, pp. 5128-5131.

Investigaciones Silviculturales y Agroforestales Adelantadas por Conif

Juan E. Valencia*

Introducción

La Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF) es una corporación civil, sin ánimo de lucro, creada por las empresas forestales y madereras como miembros particulares y el Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA) como miembro oficial. Fue constituida el 11 de julio de 1974, y su personería jurídica fue otorgada por el Ministerio de Justicia, mediante Resolución No. 5029 de septiembre del mismo año.

La política forestal nacional, dirigida por el INDERENA, descansa sobre seis estrategias principales: 1) la zonificación de las áreas forestales del país; 2) la protección de los recursos forestales, mediante la racionalización de la migración y la colonización; 3) el manejo apropiado de los recursos forestales existentes; 4) la industrialización de los recursos forestales; 5) la educación de la población sobre el uso de los bosques; y 6) el impulso a la investigación forestal (CONIF, 1977).

La aplicación de esta última estrategia ha sido considerada básica, ya que mediante la cuidadosa planificación y ejecución de las investigaciones, se puede ampliar y mejorar la base técnica que se requiere para la aplicación de las otras cinco estrategias. La Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal tiene como objetivos: a) impulsar la investigación forestal; b) fomentar la reforestación; y c) promover el desarrollo social y económico en las áreas actuales de aprovechamiento forestal.

* Director operativo, Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF). Apartado aéreo 091676, Bogotá, Colombia.

CONIF refuerza la labor del INIA al Instituto en sus funciones, aun cuando las de otras entidades tienen la responsabilidad general de los programas de desarrollo forestal. CONIF continúa con la investigación y desarrollo, al adecentar sus áreas de acción que comprenden los ríos Atrato y San Juan, y las regiones del Medio.

En los momentos actuales, los proyectos que conforman la Corporación, vienen sufriendo la misma, reestructuración que

- Una ampliación del área de acción a todo el territorio nacional.
- Un incremento del número de proyectos.
- Un sistema de convenio con otras entidades para actividades de investigación y desarrollo de políticas delINDERENA.

La Investigación de CONIF y el INIA

Aunque CONIF no trabaja realmente en la zona Pacífica colombiana como la región de los ríos corresponden al trópico húmedo y los problemas de orden socioeconómico y las limitaciones técnicas, problemas de investigación con productos similares tales como el café, el cacao, mejor de los casos, caña de azúcar, etc., dejan un margen de utilidad.

El cúmulo de problemas enuncian los recursos, en especial de bosques y el medio ambiente. Se hace indispensable una investigación seria y planificada sobre los sistemas de uso de los recursos. La investigación que se hace es fundamentalmente en las técnicas de manejo, la integración del uso agrícola, agro-silviculturales y agro-silvo-pastorales forestales promisorias comunes y similares.

Cuadro 1. Especies forestales promisorias comunes en varios tipos de bosques en diferentes países.

Colombia	Brasil	Ecuador	Surinam
<i>Brosimum utile</i>	<i>Brosimum</i> sp.	<i>Brosimum utile</i>	<i>Carinaria pyriformis</i>
<i>Carapa guianensis</i>	<i>Calophyllum brasiliense</i>	<i>Carapa guianensis</i>	<i>Cedrela angustifolia</i>
<i>Cedrela odorata</i>	<i>Carapa guianensis</i>	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Cedrela odorata</i>
<i>Cedrela fissilis</i>	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Cedrela fissilis</i>	<i>Cordia alliodora</i>
<i>Cordia alliodora</i>	<i>Cedrelinga cataeniformis</i>	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Cordia alliodora</i>
<i>Dialyanthera gracilipes</i>	<i>Didymopanax morototoni</i>	<i>Dialyanthera gracilipes</i>	<i>Goupia glabra</i>
<i>Genipa americana</i>	<i>Goupia glabra</i>	(<i>Dialyanthera gordinifolia</i>)	<i>Jacaranda copaia</i>
<i>Hieronyma chocoensis</i>	<i>Jacaranda copaia</i>	<i>Genipa americana</i>	<i>Virola surinamensis</i>
<i>Jacaranda copaia</i>	<i>Simarouba amara</i>	<i>Hieronyma chocoensis</i>	
<i>Simarouba amara</i>	<i>Virola</i> sp.	<i>Jacaranda</i> sp.	
<i>Swietenia macrophylla</i>		<i>Simarouba amara</i>	
<i>Virola dixonii</i>		<i>Swietenia macrophylla</i>	
<i>Virola reidi</i>		<i>Virola dixonii</i>	
		<i>Virola reidi</i>	

El programa de investigación subprogramas o áreas:

- Silvicultura de plantaciones
- Silvicultura de bosques naturales
- Agrosilvicultura
- Plagas y enfermedades forestales
- Economía forestal
- Utilización de productos forestales
- Estudios básicos
- Mapas de bosques

En este trabajo únicamente se relaciona con la silvicultura de bosques naturales.

Características de la región

De acuerdo con Baracaldo (1964) la formación de la era cenozoica y una menor extensión del período de sus suelos son ácidos, arcillosos y de la zona aluvial se desarrollan suelos difíciles. La precipitación promedio anual de 26 grados, y 88%. Los vientos predominantes, frecuente, lo mismo que la alta

El paisaje está conformado, de con influencia de mareas, llanuras constituyen los guandales y colinas marcan el límite con la Cordillera

Silvicultura de bosques naturales

La investigación sobre silvicultura en la Costa Pacífica en las estaciones límites con el Ecuador; en "San Andrés Bello" en el Bajo Atrato, región departamento de Santander en

Los "tipos de bosque" incluidos

Los "guandales", tipos de bosque mezcla de agua dulce y salada principalmente el sajo (*Camellia* (*Dialianthera gracilipes*) y diver

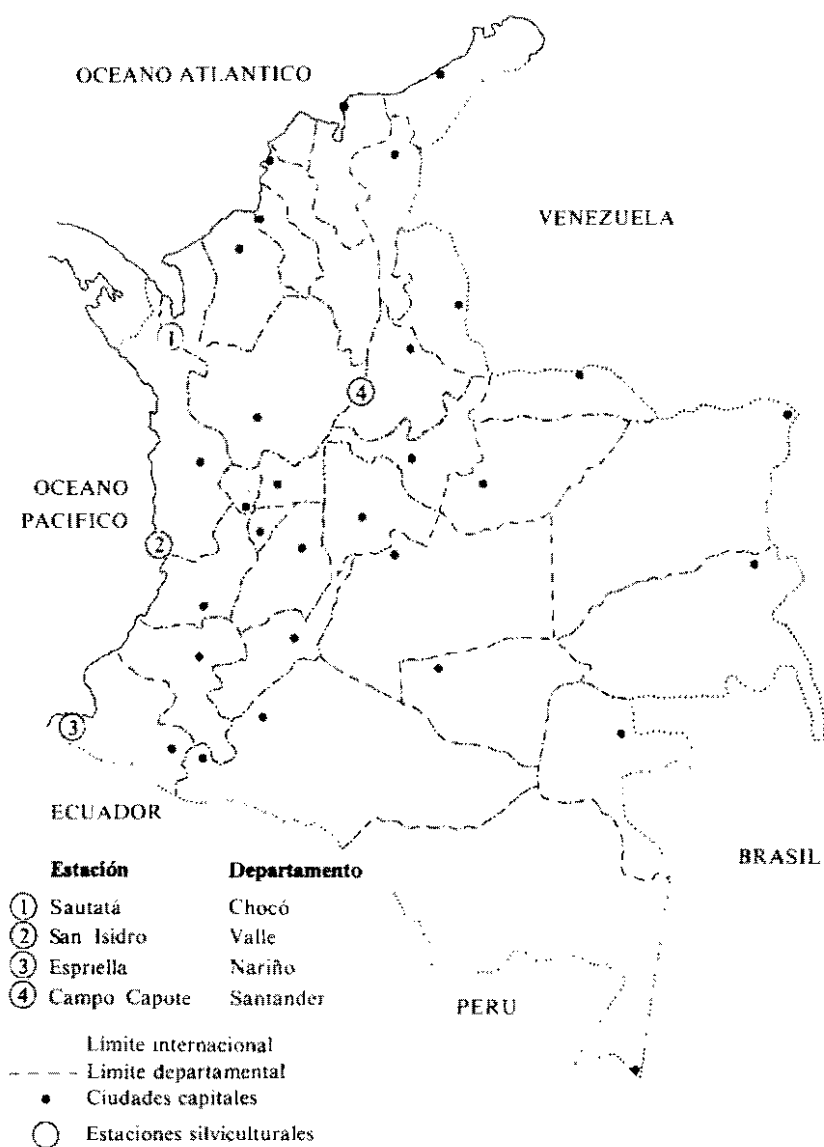


Figura 1. Localización de las estaciones silviculturales de CONIF.

Los bosques de este tipo son homogéneos y su tratamiento más adecuado es el manejo de la abundante regeneración natural. Estos bosques se encuentran principalmente en el Pacífico Sur en los departamentos de Nariño y Cauca.

Los "cativales" son tipos de bosque de inundación periódica por aguas de afluentes principales. Están formados por el guano (*Carapa gualanensis*), el caimito, especies del género *Virola* y otras. Su tratamiento más apropiado es el natural, para lo cual se hace necesario el bosque.

Este tipo de bosque es considerado con 300 a 350 m³/ha, solamente dipterocarpáceas de Filipinas y maduros de *Terminalia superba*.

Bosques mixtos de colinas bajas encuentran en estudio en todas las provincias. La Espriella, San Isidro, Sautat.

La investigación consiste en evaluar su manejo, bien sea mediante a) el resultado de aprovechamientos industriales (cerca de Buenaventura), y los bosques Medio; y b) mediante el manejo de muestreos de diagnóstico a fin de determinar el secundario y optar por el enriquecimiento degradado por un sistema de aprovechamiento.

Las especies, por tipo de bosque, en investigación de su manejo y tratamiento industrial, su crecimiento rápido en el trabajo, se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Especies forestales a cuya investigación se le da prioridad.

Nombre común	Nombre científico
Catibo	<i>Prioria copaifera</i>
Sajo	<i>Camposperma</i>
Laurel - Mono	<i>Cordia alliodora</i>
Vainillo	<i>Jacaranda copaifera</i>

Cuadro 2. (continúa)

Nombre común	Nombre científico	Tipo de bosque y ubicación
Tangare - Guino	<i>Carapa guianensis</i>	Colinas bajas y terrazas de Tumaco, Bajo Atrato y Cativales
Laguno - Soroga	<i>Vochisya ferruginea</i>	Colinas bajas y terrazas de Tumaco y Carare-Opón
Chaquiro	<i>Goupia glabra</i>	Colinas bajas y terrazas del Bajo Calima y Carare-Opón
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Colinas bajas y terrazas de Tumaco, Bajo Calima y Bajo Atrato
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	Colinas bajas y terrazas de Tumaco, Bajo Calima y Bajo Atrato
Chalviande	<i>Virola reidii</i>	Colinas bajas y terrazas del Pacífico Sur
Chalviande	<i>Virola dixonii</i>	Colinas bajas y terrazas del Pacífico Sur
Maria - Aceite	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Colinas bajas y terrazas de Tumaco y Bajo Calima
Mascarey	<i>Hieronyma chocoensis</i>	Colinas bajas y terrazas de Tumaco, Bajo Calima y Bajo Atrato
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	Colinas bajas y terrazas del bajo Atrato
Piedrita	<i>Casearia oblongifolia</i>	Colinas bajas de Carare-Opón y Tumaco
Peinemono	<i>Apeiba aspera</i>	Colinas bajas y terrazas del Bajo Calima, Tumaco y Bajo Atrato
Mora	<i>Miconia minutiflora</i>	Colinas bajas del Bajo Calima y Carare-Opón
Jaboncillo	<i>Isertia pitierii</i>	Colinas bajas del Bajo Calima y Tumaco
Chillalde	<i>Tricospermum mexicanum</i>	Colinas bajas y terrazas de Tumaco
Tornillo	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	Colinas bajas y terrazas de Tumaco y Carare-Opón
Achapo	<i>Simaruba amara</i>	Colinas bajas y terrazas de Tumaco y Carare-Opón

Investigación Agroforestal

La implantación de sistemas de aprovechamiento de la producción de cultivos intercalares, como el intercalar cultivos anuales, bianuales y perennes.

La investigación agrosilvicultural, con énfasis principalmente en los siguientes aspectos:

- Mejores alternativas para la explotación de los recursos.
- El desarrollo de sistemas de cultivo que aprovechen al máximo los recursos de luz y luminosidad.
- La disminución de la presión de plagas y enfermedades secundarias.
- El desarrollo de tecnologías de producción ganaderas y forestales.

CONIF basa su programa de trabajo en los siguientes criterios (Baracaldo, 1976):

- Que la "unidad hombre-árbol" sea la base de cuanto el objetivo final del programa, de los cuales viven los nativos.
- Que los proyectos se realicen de acuerdo a las necesidades y puedan organizarse.
- Que los proyectos abarquen no sólo a las comunidades mejorar sus condiciones de vida a mediano plazo, mientras se van plantando árboles.
- Que los proyectos tengan también componentes de educación, nutrición y salud.
- Que se vayan agregando a los proyectos infraestructura física, infraestructura técnica, económico y social para hacerlos responsables.
- Que los programas de inversión se realicen adelantando la Corporación forestal en una de las regiones donde se va a desarrollar.

El trabajo lo lleva a cabo CONIF en sus propios predios, con la gente que vive allí, con los cultivos que tradicionalmente se han producido, económico, del 50 al 70 por ciento de la producción de CONIF.

Los proyectos

CONIF seleccionó las especies comúnmente cultivadas en la región que incluiría en su programa de investigación agroforestal (Cuadro 3), las cuales podían satisfacer las necesidades básicas de alimento y cultivos comerciales.

Fue necesario instalar viveros agrícolas para la reproducción y selección de variedades. Se estudiaron 15 variedades de banano, 14 de plátano, 42 de frijol y 5 de yuca.

Se definieron cuatro proyectos: árboles frutales, palmas, productos agrícolas y estudios especiales. Cada proyecto consta de título, objetivo, metodología y ensayos. A manera de ejemplo se incluye como anexo el "Proyecto 03: Productos agrícolas".

Resultados preliminares

Se considera que los resultados obtenidos inicialmente son importantes, en razón de las dificultades de todo orden en la región. Los principales obstáculos son: a) la excesiva precipitación que dificulta todas las labores; b) las pocas entidades especializadas en la región lo que ha forzado a CONIF a asumir funciones que corresponden a otras entidades como el ICA y las Secretarías de Agricultura (e.g., manipuleo y tratamiento de yuca, plátano y otros cultivos); c) el traslado ocasional de los nativos a otras labores diferentes a las agrícolas, tales como el aprovechamiento de los bosques, pesca y otras, motivado por las épocas de subienda o por mejores épocas para extracción de maderas (verano); y d) la carencia de mano de obra capacitada, un proceso lento que redundará en mejores resultados en la medida en que el personal adquiere práctica.

Los resultados agroforestales más sobresalientes son:

- Amplia aceptación de las comunidades y campesinos manifiesta en la ampliación de los programas, las solicitudes de material vegetal de los viveros; y la solicitud por parte de nuevas comunidades.
- Desarrollo muy satisfactorio de las especies maderables en su primer año (crecimientos de 1.50 a 3.0 m/año), y menor de los frutales, aunque promisorio.
- Aumento en las producciones de papachina (*Colocasia esculenta*) de 10 a 14 ton/ha, y de yuca de 6 ton/ha (con el cultivar regional Llanera) a 13 ton/ha con una de las variedades suministrada por el CIAT.
- Desarrollo tecnológico para su aplicación en otras regiones del país.
- Conclusiones importantes de estudios realizados a nivel de tesis de grado sobre chontaduro (*Bactris gasipaes*) y papachina.

Cuadro 3. Especies que están siendo investigadas por CONIF.

Frutales	Maderables	Palmas	Agrícolas
Árbol del Pan (<i>Artocarpus communis</i>)	Cedro (<i>Cedrela</i> sp.)	Coco (<i>Cocos nucifera</i>)	Papachina (<i>Colocasia esculenta</i>)
Borojó (<i>Boraja pattonii</i>)	Mascarey (<i>Heronima chacoensis</i>)	Chontaduro (<i>Burtonia guianensis</i>)	Yuca (<i>Manihot</i> sp.)

En cuanto a la investigación silvicultural, los principales resultados fueron:

- Muy buen crecimiento de las especies seleccionadas (hasta 3m/año).
- Conocimiento de las tecnologías para el manejo de aproximadamente 20 especies forestales en vivero y plantación.
- Los bosques de regeneración secundaria ofrecen características óptimas para su manejo, con incrementos del rendimiento superiores a 13 m³/ha/año, en bosques de 13 años de edad.
- Los bosques homogéneos bien explotados permiten un manejo adecuado de su regeneración natural.

Agradecimiento

Se destaca la colaboración obtenida de diferentes organismos tales como el Instituto Matías Mulumba, el ICA, el CIAT, el Proyecto INDERENA-FAO, la Secretaría de Agricultura del Valle y el Fondo de Fomento Agropecuario.

Anexo 1.**Proyecto 03: Productos agrícolas**

Título: Estudios de la combinación de cultivos forestales, frutales o palmíferos

Metodología:

La investigación de las posibilidades de utilizar modelos simples para situaciones de campo ganadas se complicarán los modelos de estudio de datos de ensayos agrícolas.

La complejidad del problema requiere de expertos e instituciones especializadas como son agrónomos, edafólogos, economistas, etc. Los modelos tienen que ser lo más sistematizados posible.

Se usarán preferiblemente productos de cultivo cultivada o natural.

El tiempo de cosecha y siembra debe ser el mismo teniendo en cuenta los otros trabajos agrícolas (trabajos madereros).

Los trabajos deben fijarse de acuerdo a las condiciones.

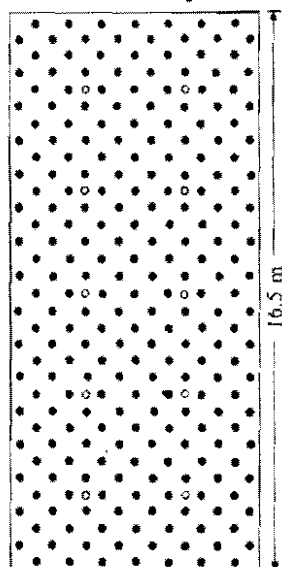
Los cultivos deben mantener el mismo tipo de raíces (profundidad de las raíces). Inicialmente el cambio de método de siembra (menguante, etc.) debe ser mínimo.

Es necesario definir si el sistema de cultivo es la producción agropecuaria o a la vez.

La investigación se divide en las siguientes etapas:

- 03-00: General, estudios de literatura
- 03-01: Siembra en asociación con cultivos forestales
- 03-02: Siembra en asociación con cultivos frutales
- 03-03: Siembra en asociación con cultivos palmíferos
- 03-04: Siembra en asociación con cultivos de otros tipos
- 03-05: Siembra en asociación con cultivos de otros tipos
- 03-06: Siembra en asociación con cultivos de otros tipos
- 03-07: Siembra en asociación con cultivos de otros tipos

Anexo 2. Proyecto 03-01-Pm-Y



Lugar: Guadual (Bajo Calima)
 Fecha de iniciación: 23 de agosto de 1979
 Procedencia de la semilla: San Isidro
 Número de tratamientos: Tres

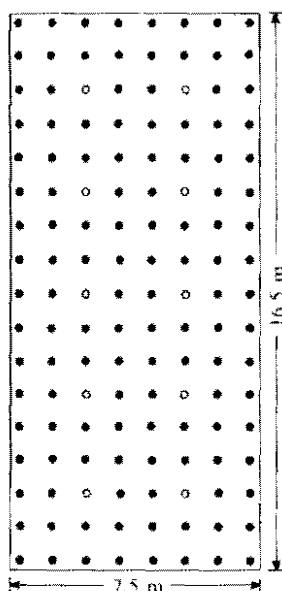
Distancia de siembra:
 Yuca al peñemono: 0.50 m
 Peñemono: 3 x 3 m
 Yuca: 1 x 1 m

Total de 3 repeticiones ($A_1 - A_2 - A_3$)
 3 x 10 peñemonos
 3 x 247 estacas de yuca

■ Estaca de yuca
 ○ Peñemono

Escala 1:100

Tratamiento A. Influencia de la distancia de siembra de la yuca (*Manihot utilissima*) al peñemono (*Apeiba aspera*) sobre el crecimiento de ambos cultivos. (El efecto de la distancia de siembra se evaluará con base en las producciones de la yuca y el crecimiento del peñemono.)



Anexo 2. Proyecto 03-01-Pm-Y

Lugar: Guadual
 Fecha de iniciación: 23 de agosto de 1979
 Procedencia del peñemono: San Isidro
 Procedencia de la yuca: variedad CONF

Distancia de siembra:
 Yuca al peñemono: 1.0 m
 Peñemono: 3 x 3 m
 Yuca: 1 x 1 m

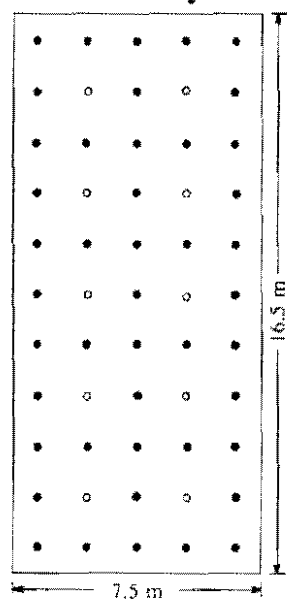
Total de 3 repeticiones ($B_1 - B_2 - B_3$)
 3 x 10 peñemonos
 3 x 126 estacas de yuca

■ Estaca de yuca
 ○ Peñemono

Escala 1:100

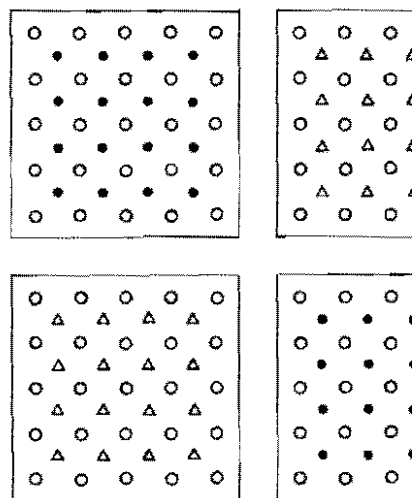
Tratamiento B. Influencia de la distancia de siembra de la yuca (*Manihot utilissima*) al peñemono (*Apeiba aspera*) sobre el crecimiento de ambos cultivos.

Anexo 2. Proyecto 03-01-Pm-Y



Tratamiento C. Influencia de la distancia de crecimiento de ambos cultivos.

Anexo 3.



Ensayo de siembra de árboles madereros y árboles frutales.

Literatura Citada

- Baracaldo A. R., 1976. **Diagnóstico socioeconómico general de la Costa Pacífica colombiana**. Serie Técnica No. 1, División de Comunicación Rural-ICA, Bogotá, Colombia. 20 p.
- Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. 1977. **¿Qué es CONIF?** Serie Informativa No. 3, tercera ed., ICA, Bogotá, Colombia. 10 p.

Sistemas Agroforestales para el Trópico Húmedo al Este de los Andes*

John P. Bishop**

Introducción

Cada región en el mundo tiene diferentes problemas alimentario-demográficos así como también diferentes soluciones potenciales. Tales problemas se agudizan en la región andina central debido a que su población posee los más altos índices de natalidad y densidad en América del Sur, en tanto que los índices de consumo de proteínas y calorías están entre los más bajos en el Hemisferio Occidental. Tradicionalmente, la mayoría de los habitantes de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia han vivido en áreas montañosas.

Estos países tienen grandes extensiones de terreno tropical húmedo al este de los Andes y se están abriendo carreteras de penetración como resultado del descubrimiento de recursos petrolíferos y planes de colonización. Esas carreteras y sus ramificaciones han llevado a los campesinos mas pobres procedentes de las áreas superpobladas a establecerse en pequeñas fincas (Crist y Nissly, 1973). Un área apreciable de cada finca familiar está siendo explotada con productos de primera necesidad como cultivos alimenticios, porcinos, gallinas y leña.

Los pequeños agricultores al este de los Andes practican una forma de agricultura migratoria (Sánchez, 1973 y 1977; Watters, 1971). Con la creciente presión demográfica y con la demanda de mayores ingresos se está estrechando la relación de años de cultivo a años de descanso; esto está acelerando en forma alarmante el deterioro de los suelos y la invasión de las

* Los sistemas agroforestales constituyen un aspecto cada vez más importante de los programas de investigación en la Amazonía como se observa en los informes de los países. Los modelos del Dr. Bishop, desarrollados en Ecuador para fincas pequeñas, son tan sólo dos de los muchos sistemas agrícolas que incorporan técnicas agroforestales. (Nota del editor.)

** Miembro de la Misión de Asistencia Técnica INIAP/UFLA:IBRD. Estación Experimental Napo Centro Amazónico Limoncacha, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Apartado 5080, Quito, Ecuador

malezas y plagas y reduciendo críticamente cuando las necesidades son mayores.

Los trópicos húmedos al este de los Andes, sometidos a la deforestación en favor de la agricultura, siendo remplazados por pastos de desarrollo, este tipo de desarrollo ha sido duramente criticado por el tipo que ocasiona. Son pocas las praderas que ya han sido abandonadas.

En este trabajo se discuten algunas formas de incorporar estos dos usos domésticos en la producción integrados. En el caso de la agricultura se puede prolongar mediante la producción de madera, cuanto a los sistemas pecuarios, la producción de madera permiten mantener la producción.

Producción Integrada de Cultivos y Madera

En el trópico americano la población es la más alta del mundo (Cuadro 1), cinco veces más que en el trópico húmedo al este de los Andes (Williamson y Pyne, 1975). La producción agrícola y se crían a campo abierto utilizando la producción para los cerdos y maíz como suplemento promisorio para aumentar los ingresos. La producción conjunta de cerdos, ganado bovino y 1979; Bredero, 1977; Breitenbach y 1979; Nye y Greenland, 1960; Ochse et al., 1978.

Las leguminosas forrajeras y la producción de madera aumentan la materia orgánica del suelo.

Cuadro 1. Países americanos con gran población.

1.	Brasil
2.	Ecuador
3.	Haiti
4.	Nicaragua
5.	Estados Unidos

Fuente: World Almanac, 1978.

aireación del suelo; además controlan la erosión y la lixiviación (Bredero, 1973 y 1977; Moore, 1967; Singh, 1967). Los cerdos pueden proporcionar mejores ingresos a los agricultores (CIAT, 1971); producir mayores cantidades de proteína animal a bajo costo sin usar cereales en su alimentación (Thomsen, 1978); mejorar la fertilidad del suelo depositando materia orgánica, la que estimula la simbiosis leguminosa/ *Rhizobium*; y aportar microorganismos fecales, los cuales mineralizan los residuos de los cultivos (Bredero, 1977).

Cuadro 2. Cultivos alimenticios principales en la Amazonía ecuatoriana.

Nombre local	Nombre científico	Variedad
Maíz	<i>Zea mays</i>	INIAP VS-2
Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	Nativa
Platano	<i>Musa acuminata</i> x <i>M. balbisiana</i> AAB	Local
Papa mandi	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Nativa
Papa china	<i>Colocasia esculenta</i>	Local
Papaya	<i>Carica papaya</i>	Nativa

En la Amazonía ecuatoriana se están realizando ensayos para intensificar la crianza de cerdos a campo abierto utilizando las siguientes especies perennes en un sistema integrado de producción verticalmente estratificado: *Desmodium ovalifolium* (trébol tropical), *Canna edulis* (achira), *Musa acuminata* x *M. Balbisiana* ABB (orito) e *Inga edulis* (guaba).

La leguminosa *Desmodium ovalifolium* se está utilizando para constituir el piso inferior (Masfield, 1965) debido a que las leguminosas forrajeras son los pastos preferidos y mejor utilizados por los porcinos (Eyles, 1963; Jones y Wallace, 1974). La raíz forrajera *Canna edulis* y el banano *Musa acuminata* x *M. Balbisiana* ABB son cultivos perennes locales poco exigentes en cuanto a mano de obra y fertilidad del suelo y se utilizan como alimento de bajo costo y de consumo directo para los cerdos (Herklots, 1972; Kay, 1973; Kurita, 1967; LeDividich, 1977; Purseglove, 1972; Walker, 1953; Williamson y Pyne, 1975). El árbol *Inga edulis* es una leguminosa nativa de crecimiento rápido y se utiliza como productor de leña (Anon, 1978; Bishop, 1978a, b) y mejorador del suelo (Ochse, 1961). Aquella se aprovecha después de un ciclo rotacional de ocho años (Fig. 1).

Inicialmente se practica la agricultura convencional en una nueva parcela cada año: desmonte y producción de especies de ciclo corto de

conformidad a uno u otro sistema de especies perennes del futuro se introducen en el transcurso de los dos años los mencionados con el estado consistente de desarrollo de cuatro estratos distintos, resultan autosustentato, que por su estructura ecológica y biológica se asemeja (Holdrige, 1959; Janzen, 1973).

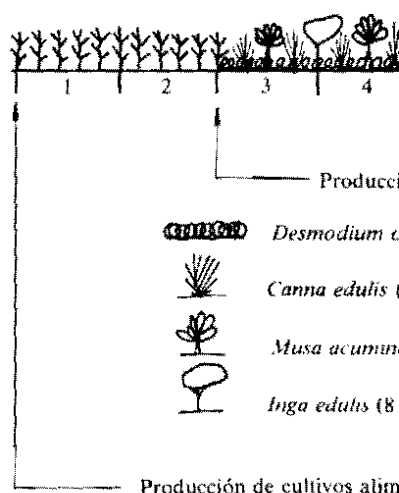


Figura 1. Producción

Una unidad familiar de 10 ha (c/u), que se utiliza después de los destetados, los cerdos de engorde forman ocho parcelas (0,2 ha c/u), 3) se emplean para los cerdos reproducidos alambre bien tejidos con postes vivos (1973). Cada tres meses se hace un control de los parásitos internos de los porcinos. También se utiliza una parcela de árboles frutales (Cuadro 4).

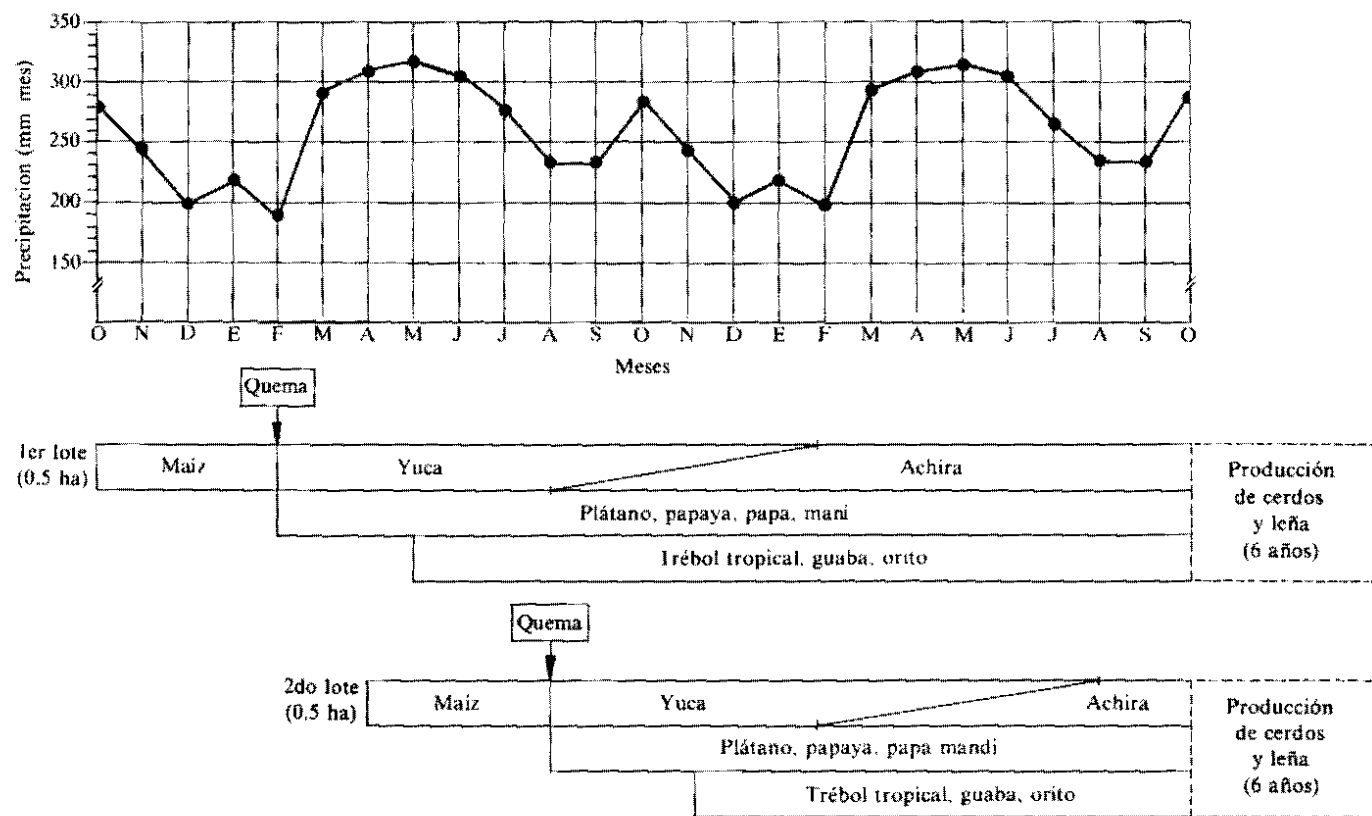


Figura 2. Precipitación en promedio (15 años) y prácticas de cultivo en el Centro Amazónico Limoncocha (lat. 0° 24'S; alt. 243 msnm).

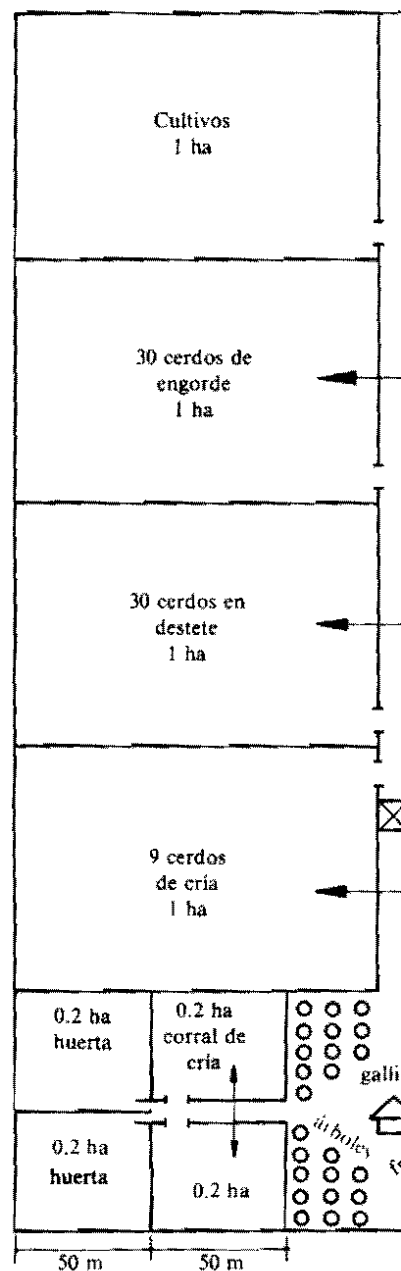


Figura 3. Producción integrada de cerdos

Cuadro 3. Cultivos alimenticios secundarios en la Amazonía ecuatoriana local.

Nombre local	Nombre científico	Variedad
Mani	<i>Arachis hypogaea</i>	Nativa
Fréjol común	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Local
Fréjol ratón	<i>Vigna unguiculata</i>	Local
Fréjol vainita	<i>Vigna sesquipedalis</i>	Local
Habas nativas	<i>Phaseolus lunatus</i>	Nativa
Haba blanca	<i>Canavalia ensiformis</i>	Local
Ashipa	<i>Pachyrhizus tuberosus</i>	Nativa
Piña	<i>Ananas comosus</i>	Nativa
Cocona	<i>Solanum tojiro</i>	Nativa
Badea	<i>Passiflora quadrangularis</i>	Nativa
Granadilla	<i>Passiflora edulis</i>	Nativa
Maíz pequeño	<i>Zea mays</i>	Local
Camote	<i>Ipomea batatas</i>	Nativa
Papa de sogá	<i>Dioscorea trifida</i>	Nativa
Pujín	<i>Calathea allouia</i>	Nativa
Achocha	<i>Cyclanthera pedata</i>	Nativa
Tomate criollo	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Local
Zapallo	<i>Cucurbita</i> sp.	Nativa
Cuchicol	<i>Amaranthus</i> sp.	Nativa
Cebolla criolla	<i>Allium capa</i>	Local
Caña de azúcar	<i>Sacharum</i> sp.	Local

Cuadro 4. Árboles frutales en la Amazonía ecuatoriana.

Nombre Local	Nombre científico	Variedad
Limón mandarina	<i>Citrus limonia</i>	Local
Lima	<i>Citrus limetoides</i>	Local
Naranja criolla	<i>Citrus sinensis</i>	Local
Mam de árbol	<i>Caryodendron orinocense</i>	Nativa
Guaba ilta	<i>Inga densiflora</i>	Nativa
Árbol de pan	<i>Artocarpus altilis</i>	Local
Cacao blanco	<i>Theobroma bicolor</i>	Nativa
Zapote	<i>Calocarpum sapote</i>	Nativa
Abiyú	<i>Pouteria caribbea</i>	Nativa
Anona	<i>Annona squamosa</i>	Nativa
Uvilla	<i>Pourouma cecropiaefolia</i>	Nativa
Guaba común	<i>Inga edulis</i>	Nativa
Guaba machetona	<i>Inga spectabilis</i>	Nativa
Aguacate	<i>Persea americana</i>	Nativa
Guanábana	<i>Annona muricata</i>	Nativa
Chontaduro	<i>Gudelia gasipaes</i>	Nativa
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Nativa

El beneficio

Con 1,5 unidades animales (1 U) finca familiar de 10 ha puede mantener cinco crías por cerda por año. Esto puede alcanzar una ganancia de

La producción de porcinos y la rentabilidad económica, la estabilidad de los pequeños agricultores en el

Para transferir la tecnología a material educativo agropecuario: capacitación, cursos regionales de prácticas en escuelas rurales.

Producción Integrada de Ganado

La producción de ganado vacuno principales usos de las tierras tropicales estas tierras es cada vez mas difíciles asociar gramíneas forrajeras con moderables (Bishop, 1978 a, b y Grimes, 1977; Gregory, 1972; Knowles *et al.*, 1977; Payne, 1977) forrajeras y los árboles maderables funciones: a) aumentar significativamente de las asociaciones de sus raíces con la textura y aireación del suelo granular aumentar sustancialmente la rentabilidad con la venta de madera.

En la Amazonía ecuatoriana se asocia gramínea forrajera *Brachiaria distachya* leguminosa forrajera *Desmodium intortum* maderable *Cordia alliodora* (lauraceae)

Al comenzar la época lluviosa se siembra vegetativo de *B. humidicola* y pseudoestacas (400/ha) de *C. alliodora* dejan la gramínea y la leguminosa hasta que los árboles maderables

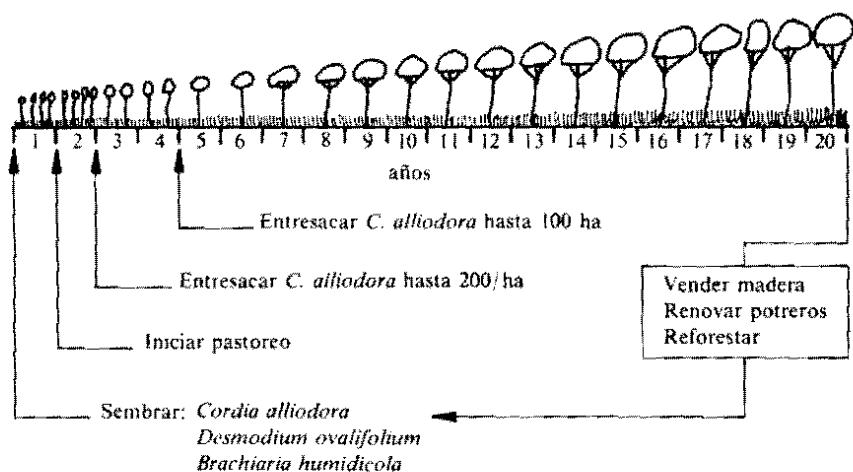


Figura 4 Producción integrada de ganado y madera.

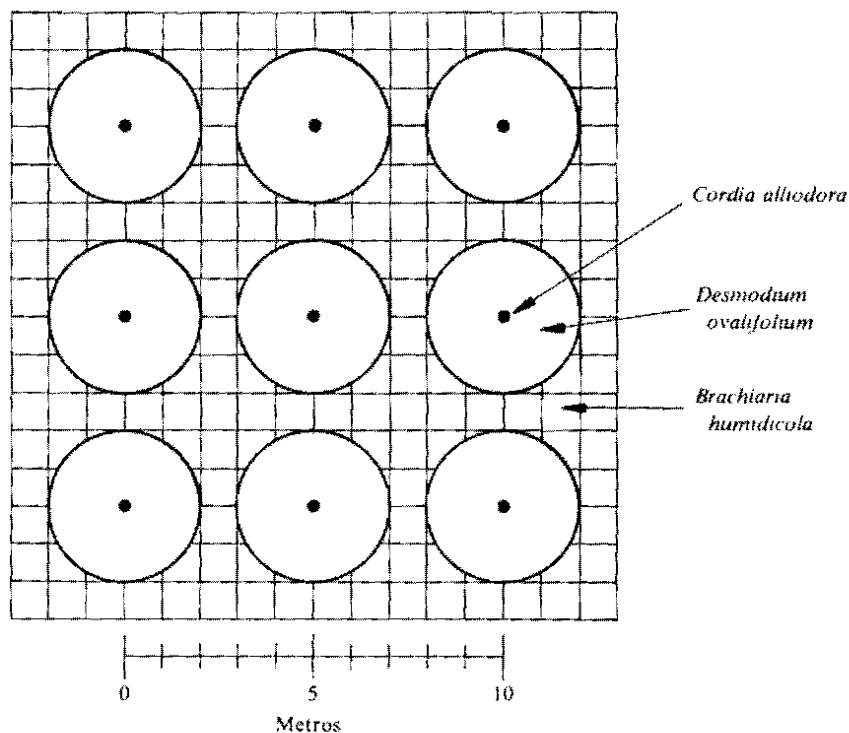


Figura 5. Diagrama de siembra.

Transcurridos dos años a partir de
árboles hasta dejar 200/ha; la oper
que sólo queden 100 de los mejor

El beneficio

Una hectárea de pastizal que
extracción de 25 por ciento por añ
Estimando el valor de cada res ad
por hectárea en veinte años sería

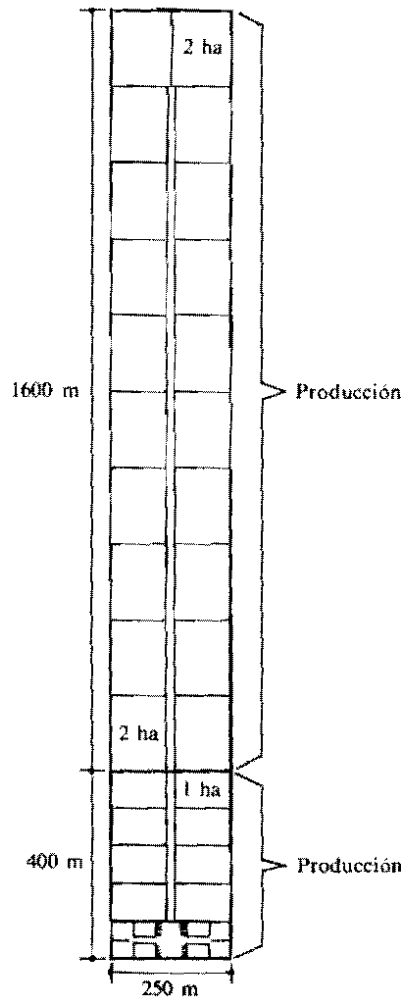


Figura 6. Sistema combinado

Asímismo, en veinte años, 100 árboles de *C. alliodora* producirían 100 m³ de madera/ha. Estimado el valor de cada m³ en US\$30, se obtendría una ganancia forestal de US\$3000/ha.

Por consiguiente, la producción de madera de construcción tiene gran potencial para mejorar la rentabilidad económica, estabilidad ecológica y viabilidad sociológica de las pequeñas fincas ganaderas en el trópico húmedo al este de los Andes. Vale la pena destacar que ambos sistemas (producción de ganado vacuno y de cerdos y gallinas) se pueden combinar en una finca de 50 ha, el tamaño mas frecuente en la región amazónica (Fig. 6).

Para transferir la tecnología al pequeño agricultor se está preparando material educativo agropecuario-forestal destinado a cursillos locales de capacitación, cursos regionales de enseñanza radiofónica y actividades prácticas en escuelas rurales.

Agradecimiento

El autor desea agradecer la colaboración prestada por el Instituto Lingüístico de Verano.

Bibliografía

- Anon. 1978. **Forestry for local community**. 114 p.
- Bishop, J. P. 1978a. **The development of a s**
Amazon. *Agro-Ecosystems* 4:459-46
- . 1978b. **Desarrollo y transferencia**
amazónica ecuatoriana. In *Seminario*
Alternativas de Producción Agro-Silv
Patrocinado por el Instituto Nacio
Ecuatoriana. Limoncocha, Ecuador.
- . 1979. **Producción ganadera-forest**
Conferencia anual sobre Ganadería y
Universidad de Florida, Gainesville.
- ; Muñoz, K. 1979. **Producción gana**
In *Reunión de Trabajo sobre P*
Internacional de Agricultura Tropical
- Bredero, T.J. 1973. **Green manuring and th**
10:248-257
- . 1977. **The role of farmyard manure**
the humid tropics. *Abstr. Trop. Agr*
- Breitenbach, C. A. 1974. **Farming systems**
Crops in the Tropics and the Subtro
- Centro Internacional de Agricultura Tro
porcino. In *Informe Anual 1971*. Ce
Colombia, pp. 41-52.
- Cook, B.G.; Grimes, R.F. 1977. **Multiple la**
for timber and improved pasture: es
11:239-245.
- Crist, R.E.; Nissly, C.M. 1973. **East fr**
Monograph No. 50, Univ. Florida P
- Dubois, J. 1977. **Investigaciones sobre Tr**
Ecología del Trópico Húmedo Ameri
IX A1-10.
- Eyles, D.E. 1963. **Integration of pigs into p**
and Pasture. Longmans, London, pp
- Gregory, E.W. 1972. **Integration of grazing**
cattle raising with pine plantation for
Aires, Argentina.

- Herklots, G. A. 1972. **Vegetables in south-east Asia**. Hafner, New York. 525 p.
- Holdridge, L. R. 1959. **Ecological indications of the need for a new approach to tropical land-use**. *Economic Botany* 13:271-280.
- Janzen, D. H. 1973. **Tropical agroecosystems**. *Science* 182:1212-1219.
- Jones, D. W.; Wallace, H. D. 1974. **Grain and forage crops for swine**. In *Swine Production in Florida*. Florida Department of Agriculture, Bull. No. 21, pp. 93-99.
- Kay, D. E. 1973. **Queensland Arrowroot**. In *TPI Crop and Product Digest*, No. 2, Root Crops, Tropical Products Institute, Overseas Development Administration, London. pp. 120-126.
- Kennard, D. E.; Walker, B. H. 1973. **Relationships between tree canopy cover and *Panicum maximum* in the vicinity of Fort Victoria**. *Rhodesian J. Agric. Res.* 11:145-153.
- Kirby, J. M. 1976. **Agricultural land-use and the settlement of Amazonia**. *Pacific Viewpoint*, 15:105-131.
- . 1976. **Forest grazing: A technique for the tropics**. *World Crops* 28:248-251.
- Knowles, R. I.; Klomp, B. K.; Gillingham, A. 1977. **Report for the Fiji Pine Commission on forest grazing and research**. Rotorua. New Zealand Forest Service. 13 p.
- Kurita, K. 1967. **The cultivation of *Canna edulis*, and its value as feedcrop**. *Japan P. Trop. Agric.* 11(1.2):5-8.
- LeDividich, J. 1977. **Feeding value of *Canna edulis* roots for pigs**. *J. Agric. Univ. P.R.* 61(3):267-274.
- Masefield, G. B. 1965. **A Handbook of Tropical Agriculture**. Oxford, London, 196 p.
- Moore, A. W. 1967. **Changes in soil moisture and organic matter under different covers at Ibadan, Nigeria**. *Plant Soil* 27:463-467.
- Nye, P. H.; Greenland, D. J. 1960. **The soil under shifting cultivation**. Commonwealth Bur. Soils, Tech. Commun. 51, Harpenden, U.K. 156 p.
- Ochse, J. J. et al. 1961. **Tropical and Subtropical Agriculture**, Vol. 1. Macmillan, New York, 760 p.
- Payne, W. J. 1973. **Disposición y manejo de fincas tropicales**. In *Ganadería en los Trópicos*. Asociación Venezolana de Criadores de Ganado Cebú, Caracas, Venezuela. vol. 1, 563 p.
- . 1976. **Possibilities for the integration of tree crops and livestock production in the wet tropics**. *J. Sci. Food Agric.* 27:288.
- Peck, R. B. 1977. **Sistemas agro-silvo-pastoriles como una alternativa para la reforestación en los trópicos americanos**. CONIF, Bogotá, Colombia. pp. 73-84.
- Purseglove, J. W. 1972. **Tropical Crops: Monocotyledons**. Wiley, New York. 607 p.

Sánchez P.A. 1973. **Manejo de suelos I**
Investigaciones Edafológicas en la Am.
Bull. 219:51-74.

———. 1977. **Alternativas al sistema de**
Reunión sobre Manejo, Conservación
Latina. FAO/SIDA, Lima, Perú. 44 p.

Singh, A. 1967. **Long-term effects of green**
37:226-233.

Sprague, H.B. 1976. **Combined crop/livestock**
the tropics and sub-tropics. Technic
Technical Assistance Bureau, Agency
D.C. 30 p.

Thomas, D. 1978. **Pastures and livestock use**
(Trinidad) 55:39-44.

Thomsen, M. 1978. **The Farm on the River**

Walker, R.H. 1953. **Some notes on the edible**
system. Govt. of Kenya report on an expedition
highlands. pp. 56-57.

Watters, W.F. 1971. **Shifting cultivation in**
305 p.

Williamson, G.; Pyne, W.J. 1975. **La Ganadería**
Barcelona. 468 p.

Conclusiones y Recomendaciones

Situación actual

Con base en las presentaciones y debates en la conferencia, se llegó a las siguientes conclusiones relativas a la situación actual de la investigación en agricultura y uso de la tierra en la región amazónica; como solamente se trataron algunos componentes de la investigación en la conferencia, su enumeración es incompleta y provee solamente una apreciación inicial.

1. No todos los países con territorios en la cuenca amazónica le han dado al desarrollo de esta región la misma prioridad en sus programas nacionales. Sin embargo, todos los países consideran esencial la investigación para alcanzar el conocimiento técnico necesario para el uso racional de los trópicos húmedos. El uso racional de la tierra comprende el desarrollo de sistemas de producción adecuados económica y ecológicamente, así como la infraestructura necesaria para proveer insumos y mercados para los productos.
2. Los resultados de la investigación obtenidos en la Amazonía constituyen un buen fundamento para desarrollar una estrategia más coherente e integrada de investigación futura. Ejemplos de tales resultados son: a) mejor comprensión de los ecosistemas naturales y su potencial para proveer alimentos, fibras, combustibles y productos forestales; b) la recuperación de pasturas degradadas y el potencial de las pasturas basadas en leguminosas y en bajos insumos; c) el diagnóstico cuantitativo de los recursos de tierra; d) la evidencia de la viabilidad de cultivos permanentes con bajos insumos y de sistemas forestales en algunos tipos de suelos; e) la posibilidad de producción continua

con insumos de cultivos an
los sistemas integrados a
novadores.

3. Los actuales esfuerzos de
comparación con las neces
profundidad del trabajo y
lugares.
4. La gran mayoría de la inve
tales como ecología, suelos
forestales. Hay urgencia d
integren estos componentes
que explican el éxito o
desarrollar soluciones prác
5. La comunicación de res
distintos países amazónicos
comunicación dentro de
tecnología y su modificaci
6. La tecnología debe desa
limitaciones tanto biológicas

La tecnología apropiada
de bajos insumos debido
infraestructura. Es posible
los actuales sistemas
significativamente su produ
la introducción de especies
tolerantes a enfermedades,
nutrimentos, alta concentr
porales, y otras limitacio
selección de prácticas cult
apropiada a la fertilidad
insumos.

Hay grandes divisiones d
biológicas. Las dos division
húmedo y los bosques estac
lo suficiente como para su
También existen diferen
población elevada y activa
presión demográfica. Los

zona que ya ha sido colonizada y seriamente alterada y en zonas donde las presiones de desarrollo son las mayores.

7. Las poblaciones indígenas han acumulado experiencia útil y han desarrollado tecnologías exitosas, pero la mayor parte de las actividades agrícolas se practican en el Amazonas sin la ayuda de la información proveniente de la investigación de suelos. Si esta tendencia no se cambia, grandes extensiones de bosques continuarán siendo talados y mal utilizados. La tecnología agrícola apropiada puede garantizar que cada hectárea desmontada permanezca productiva.

Futuras Necesidades de Investigación

Los participantes en la conferencia identificaron las siguientes necesidades de investigación más importantes. Este es un listado preliminar e incompleto ya que se basó principalmente en las presentaciones de la conferencia y no pudo abarcar toda la investigación pertinente.

1. Acopiar información sobre los procesos ecológicos básicos tales como reciclamiento de nutrientes en los ecosistema naturales y agrícolas.
2. Inventario y caracterización de los recursos bióticos de la cuenca amazónica.
3. Mayor estudio de los métodos agrícolas y forestales practicados por los indígenas y los nuevos colonos con el fin de aprender de su experiencia y acopiar información básica.
4. Recolectar germoplasma de plantas conocidas y de gran potencial para el Amazonas. Esto comprendería exploraciones en otras zonas forestales tropicales del mundo.
5. Ampliar y fortalecer los inventarios de los recursos de tierra (incluidos clima, vegetación, topografía y suelos) en mapas de gran escala que sirvan de guía para las decisiones sobre el uso de la tierra en zonas a desarrollarse.
6. Interpretar las principales limitaciones físicas (climáticas, edáficas, etc.) en términos cuantitativos, incluidos los niveles

críticos y los rangos de tolerancia importantes y los sistemas

7. Adelantar investigación sobre los factores limitantes de las tasas de reproducción.
8. Calcular los parámetros de sostenibilidad (por ejemplo, qué porcentaje de la tierra puede ser utilizada para agricultura sin alterar significativamente el medio físico e hidrológico).
9. Desarrollar métodos para determinar los límites aptos para agricultura de producción en cultivos permanentes, etc., en el estado natural. Se ha sugerido métodos apropiados para cultivos anuales, perennes y pastos para ganadería basados en evidencia científica.
10. Estudiar sistemas alternativos que impliquen un mínimo la alteración de los recursos naturales y faciliten el establecimiento de cultivos.
11. Seguimiento de los cambios en la biomasa después de que los recursos naturales de los sistemas de cultivo. Esto incluye el estudio de prácticas de manejo tales como la erosión del suelo y control de plagas.
12. Introducción de nuevas especies y variedades, enfermedades importantes, nutrientes y otros obstáculos que se aplican a cultivos alimentarios permanentes, bosques y manejo de niveles de insumos.
13. Comparación de especies y variedades con niveles de insumos.
14. Estudio de sistemas integrados de cultivos alimenticios, otros cultivos y ganadería.

15. Evaluaciones del impacto de diferentes sistemas de uso de la tierra sobre las condiciones socioeconómicas de las poblaciones locales.
16. Apreciación de los costos individuales y sociales y de los beneficios de diferentes estrategias de desarrollo.
17. Apreciación de las necesidades de infraestructura para los sistemas de mercadeo e insumos.
18. Identificación de las regiones que deberían reservarse para la población nativa, bosques, parques y reservas para la fauna y las especies.

Recomendaciones sobre una Red de Investigación Amazónica

Los representantes de las instituciones nacionales y de las agencias internacionales en la conferencia, luego de revisar las políticas nacionales actuales y los informes sobre el estado de los conocimientos, recomendaron que se establezca una red de investigación amazónica. Esta tendría un cubrimiento regional y sería un esfuerzo apolítico y cooperativo para desarrollar sistemas productivos y sustentables de uso de la tierra para los trópicos húmedos de Sur América. Esto se lograría a través de la expansión y fortalecimiento de la investigación en ecología y uso de la flora y fauna nativas, suelos y manejo de nutrimentos, hidrología y clima, cultivos permanentes, agro-silvicultura, silvicultura, cultivos anuales, pastos, zootecnia y veterinaria, y factores socioeconómicos. Los objetivos de la red serían:

1. Proteger los recursos naturales y mantener su productividad inherente.
2. Incrementar la producción de alimentos, fibras y energía renovable.
3. Regenerar los ecosistemas degradados.
4. Emplear efectivamente los limitados recursos energéticos disponibles.
5. Mantener la mayor parte de los trópicos húmedos en su estado natural.

La red perseguiría tales objetivos facilitando el desarrollo de la investigación pertinente, la capacitación y la diseminación de información a través de la región amazónica. Sus funciones serían:

1. Proveer mecanismos mejor intercambio de resultados
2. Identificar necesidades de i caso, presentarlas a las insti y agencias de financiamien
3. Fomentar actividades i cooperativas que aprovech duplicación y faciliten a los de problemas complejos.
4. Contribuir al fortalecimien en la cuenca amazónica, inc mayores tales como el bos estacionales.
5. Hacer reuniones periódica desarrollar planes cooperat transferir información.

Con el fin de poner en prác un Comité Directivo interino, marco de referencia y orienta Amazónica e iniciar sus activi

Los miembros del Comité c

Paulo de T. Alvim
CEPLAC
Caixa Postal 7
45600 Itabuna
Bahia, Brasil

Rufo Bazan
IICA-OEA
Apartado 55
Coronado, Prov. San José
Costa Rica

Sergio Benacchio
Fondo Nacional de Investigac
Apartado 4588
Maracay 2101 A
Aragua, Venezuela

Rudolf Binsack
GTZ
Postfach 5180
6236 Eschborn 1
República Federal de Alemania

Jens Christensen
FAO-UNDP
Av. Central 643
Apartado 4480
Lima, Perú

Marcial Machicado
Coordinador
Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria
IBTA -MACA
La Paz, Bolivia

Jaime Navas A.
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
Apartado Aéreo 151123
"El Dorado"
Bogotá, Colombia

Gustavo A. Nores
Centro Internacional de Agricultura Tropical
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

Eneas Salati
Caixa Postal 478
69000 Manaus -AM
Brasil

Pedro A. Sánchez
Soil Sciences Department
North Carolina State University
P.O. Box 5907
Raleigh, North Carolina 27650
Estados Unidos

Gary Toenniessen
Rockefeller Foundation
1133 Avenue of the Americas
New York, N.Y. 10036
Estados Unidos

Carlos Valverde
Instituto Nacional de Investigaciones
Apartado 2791
Lima, Perú

Siglas

CATIE (Costa Rica)	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CEPLAC (Brazil)	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
CICOLAC (Colombia)	Compañía Colombiana de Alimentos Lácteos S.A.
CIMMYT (México)	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CNPMF (Brazil)	Centro Nacional de Pesquisas de Mandioca e Fruticultura
CNPSe (Brazil)	Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira
CODESUR (Venezuela)	Comisión para el Desarrollo del Sur
CONIF (Colombia)	Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal
CORPAC (Peru)	Corporación Peruana de Aeropuertos Comerciales
CPAC (Brazil)	Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
CPATU (Brazil)	Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Unido
CREA (Ecuador)	Centro de Reconversión Económica del Austro

CRIA (Peru)

CVG (Venezuela)

EMATER (Brazil)

EMBRAPA (Brazil)

IBDF (Brazil)

IBGE (Brazil)

IBRD (U.S.)

IBTA (Bolivia)

ICA (Colombia)

ICRAF (Kenya)

IERAC (Ecuador)

IGAC (Colombia)

IHRO (Ivory Coast)

IITA (Nigeria)

INATA (Brazil)

INATAM (Brazil)

INCRA (Brazil)

INCRAE (Ecuador)	Instituto de Colonización de la Región Amazónica Ecuatoriana
INCORA (Colombia)	Instituto Colombiano de la Reforma Agraria
INDERENA (Colombia)	Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables
INIA (Peru)	Instituto Nacional de Investigación Agraria
INIAP (Ecuador)	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
INP (Perú)	Instituto Nacional de Planificación
INPA (Brazil)	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
INPE (Brazil)	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INTSOY (U.S.)	International Soybean Program
IRRI (Philippines)	International Rice Research Institute
IVIC (Venezuela)	Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas
MARNR (Venezuela)	Ministerio de Recursos Naturales Renovables
MOP (Venezuela)	Ministerio de Obras Públicas
NAS (U.S.)	National Academy of Sciences
NCSU (U.S.)	North Carolina State University
ONERN (Peru)	Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
ORDELORETO (Peru)	Organismo Regional de Desarrollo de Loreto
ORDES (Peru)	Organismos Regionales de Desarrollo
PIN (Brazil)	Programa de Integração Nacional

FECHA DE

~~21/08/1937~~