

VEGETACION EN TERRENOS DE DIFERENTES EDADES EN LAS ISLAS DEL ALTO RIO AMAZONAS, PERU.

Päivi Jokinen *
Eeva Tuukki *
Risto Kalliola **
Abel sarmiento ***

RESUMEN

Se realizaron estudios sobre áreas de diferentes edades desde el año 1948 hasta 1993 y sobre la vegetación en las islas del río Amazonas en el año 1993. Se uso material de percepción remota y documentación de campo para preparar un mapa de los terrenos de diferentes edades y otro de la vegetación.

A través de la comparación de estos mapas se pudo determinar las edades de las distintas clases de la vegetación, correspondiente a sus etapas de sucesión (vegetación pionera, bosque joven, bosque medio y bosque maduro).

Los resultados demuestran que las islas se componen de zonas de diferentes edades, tamaños y ubicación; los que se reflejan en la disposición de la vegetación. Aproximadamente, 50% del terreno de las islas es mayor de 45 años de edad, pero solamente 30% de esta área está cubierto con la clase mayor, el bosque maduro: tal parece que muchas veces la vegetación pionera y joven son más abundantes; al contrario de lo que la edad del terreno presupone. Ésto se debe al los disturbios ambientales.

El impacto del disturbio varía tanto entre como dentro de las etapas sucesionales. En base a estos resultados se preparó una estimación de los disturbios de erosión, depositación, inundación y de los causados por el hombre, sobre las diferentes etapas sucesionales.

* Investigadores del Departamento de Biología, Universidad de Turku, Finlandia.

** Investigador del Departamento de Geografía, Universidad de Turku, Finlandia.

*** Investigador de la Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad de la Amazonía Peruana.

Palabras clave: **dinámica fluvial, disturbios, ecología, inundación, percepción remota, Perú, Río Amazonas, sucesión, vegetación ribereña.**

ABSTRACT

This article presents a comparison of land ages and vegetation types on islands of the Amazon River near the city of Iquitos, Peru. The ages of different terrain units were determined by using multitemporal remote sensing imagery since 1948, and data on vegetation are based on field work from 1993.

Two sets of maps were elaborated, one for terrain ages and the other one for vegetation types which correspond to stages of floodplain succession. These maps were compared by making an overlaying operation, which made it possible to determine age ranges for the identified successional stages.

The results of this study reveal that the islands of this anastomosed river section are composed of patches of different ages, sizes and locations, and that these variations are clearly reflected in the distribution of the vegetation types. About 50% of the surface area of the studied islands is more than 45 years old but only 30% of it harbours mature floodplain forest.

Pioneer and early successional vegetation appear more abundant components of the vegetation than one would anticipate according to terrain age, obviously due to influences of both natural and especially anthropogenic disturbances. A summary table was prepared to distinguish the types of influences that each disturbance agent has on the floodplain vegetation.

Key words: Amazon river, disturbances, ecology, fluvial dynamics, inundation, Peru, remote sensing, succession, vegetation.

1. INTRODUCCION

El río más caudaloso del mundo, el Amazonas, es de agua blanca y de tipo muy dinámico. Sus procesos de la dinámica fluvial influyen en el desarrollo de un gran número de islas fluviales de carácter muy inestable. Las islas son afectadas por procesos contrarios: mientras que en un lado se depositan los sedimentos, en el otro lado las orillas pueden sufrir erosión. Con el tiempo estas variaciones provocan una heterogeneidad de los terrenos de las islas: se forman manchas de terreno de edades diferentes. Sin embargo, no se conocen los detalles de esta

dinámica ni sus efectos en la vegetación. Solamente sabemos que en las islas la vegetación sucesional es muy variada, lo cual indica que éstas están expuestas a cambios continuos de los procesos hidrológicos y geomorfológicos (Salo et al., 1986; Kalliola et al., 1987; Encarnación et al., 1990).

En este estudio intentamos establecer la edad relativa de los terrenos en las islas y su relación con la vegetación sucesional mediante fotografías aéreas antiguas, imágenes de satélite y documentación del campo.

En lo concerniente a la formación de las islas, se intenta buscar respuestas a las siguientes preguntas: 1) cómo varía la edad de las diferentes partes de las islas, y 2) si estos patrones varían según el tamaño de las islas. Al final, surge la pregunta 3) hasta qué punto las características de la vegetación sucesional reflejan lo antes mencionado.

Por la ubicación de las islas estudiadas, cerca de la ciudad de Iquitos, existe una presión intensiva en la utilización productiva de éstas. Por otro lado, sería posible desarrollar nuevos tipos de utilización de las mismas de una manera ecológicamente sustentable: a través de un mejor conocimiento de las condiciones ecológicas que las caracterizan.

Para este propósito se han preparado los mapas de terrenos de diferentes edades y de la vegetación sucesional de las islas. Aunque éstas han cambiado ampliamente desde la fecha del estudio, los patrones de formas geomorfológicas y la vegetación mantienen sus características generales; porque los procesos que los controlan continúan sus actividades del mismo modo en general.

2. MATERIALES Y METODOS

Area de estudio

Las islas en el área estudiada están situadas en el Noreste del Perú, en la zona más habitada en la Amazonía Peruana (figura 1). La sección del río estudiada tiene unos 60 km de longitud y se extiende desde el sur de la Isla Muyuy hasta la parte Norte de la Isla de Iquitos.

En esta parte del río, el cauce fluvial presenta un patrón de curso anastomosado (Puhakka et al., 1992), que está caracterizado por un laberinto de islas fluviales, relativamente grandes con varios canales y canalotes.

Los niveles del río Amazonas fluctúan anualmente: normalmente la vaciante ocurre durante los meses desde julio hasta setiembre y el creciente desde marzo hasta mayo.

Los suelos ubicados en las islas del río Amazonas son clasificados como entisoles, suelos de formación reciente, originados por los ríos de origen andino y presentando una grande fertilidad natural (Rodriguez et al., 1991).

Determinación de la edad del terreno en las islas

Se han usado los métodos de percepción remota para investigar terrenos de diferentes edades en las islas del Río Amazonas desde el año 1948 hasta el año 1993 (cuadro 1).

En base a este material se preparó un mapa de terrenos de diferentes edades de la siguiente manera:

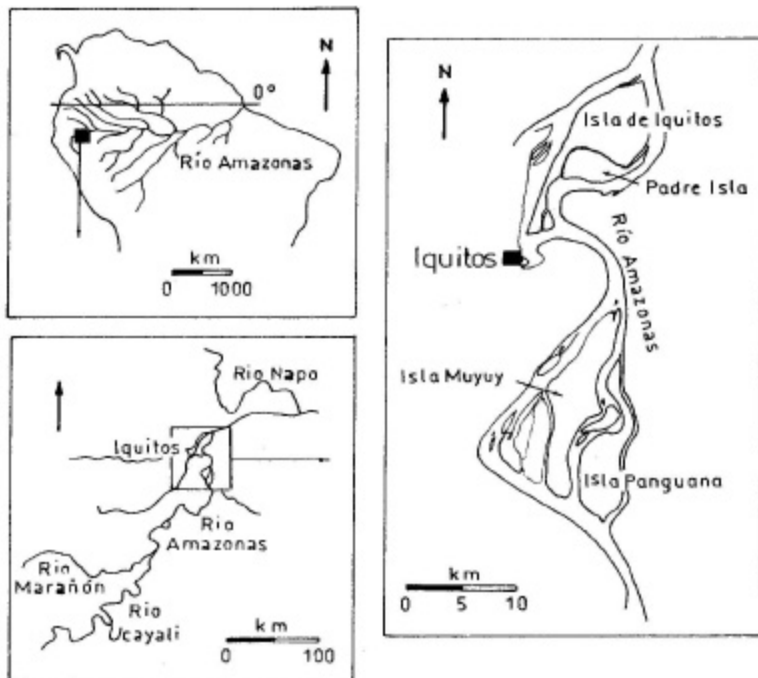
Todos los materiales a diferentes escalas se convirtieron a la escala de 1: 150 000. Se eligió el mapa planimétrico de imágenes de satélite del año 1983 como mapa base para compararlo con los otros mapas (Tuukki et al., en prensa).

En cuanto a la información del año 1993, la cartografía está basada en la imagen de radar del año 1990, corregida visualmente con la ayuda de la imagen **SPOT XS** de 1991, que solamente cubre una parte del área de estudio, y las diapositivas tomadas durante los sobrevuelos sobre toda el área de estudio en los meses de mayo y agosto del año 1993.

Se dibujaron los cauces del río Amazonas, representando los años 1948, 1962, 1972, 1983 y 1993 en transparencias, y después los cauces se compararon por parejas, sobreponiendo dibujos de los años sucesivos.

Finalmente, se preparó el mapa definitivo presentando información detallada de unidades de terreno que pueden ser agrupados en cinco periodos: antes de 1948 (más de 45 años de edad), durante los años 1948 a 62 (31a 45 años de edad), 1962 a 72 (21a 31 años de edad), 1972 a 1983 (10 a 21 años de edad) y 1983 a 93 (0 a 10 años de edad). Se midieron las superficies de las manchas de cada período usando un tablero digitalizador.

Figura 1. La ubicación del área de estudio en el alto río Amazonas, Perú.



Cuadro 1. Material de percepción remota utilizado para determinar las edades de los terrenos en las islas del río Amazonas.

Año	Fecha	Escala original	Material	Hoja/proyecto
1948	noviembre 2	1:140 000	Mosaico de fotografía aérea	SAN: 3049
"	"	1:30 000	Fotografía aérea vertical	SAN: 3094
1962	noviembre 24	1:110 000	Mosaico de fotografía aérea	SAN: 92-62-A
1972	junio 16 - octubre 1	1:150 000	Mosaico de fotografía aérea	SAN: 214-72-A
"	"	1:20 000	Fotografía aérea vertical	SAN: 214-215-72
1983	setiembre 19	1:250 000	Mapa planimétrico LANDSAT MSS	IFG:1984 006-63X
1990	mayo-junio	1:100 000	Imágenes de radar (SLAR)	DMA: JO35-2263
1991	octubre 14	1:110 000	SPOT XS	652/357/9

Cartografía de la vegetación

En la cartografía de la vegetación hemos distinguido cuatro clases que representan etapas sucesionales de la vegetación del terreno estudiado según las clasificaciones de Malleux (1971), Encarnación (1985) y Puhakka et al. (1993):

- **vegetación pionera;** cobertura vegetal escasa en las playas, mayormente dominada por las plántulas de *Gynerium sagittatum* (caña brava, Poaceae).
- **bosque joven;** vegetación densa de 6 - 12 metros de altura, de *Gynerium sagittatum* o *Tessaria integrifolia* (pájaro bobo, Asteraceae).
- **bosque medio;** dominado por, o abundancia de *Cecropia latiloba* y/o *C. membranacea* (ceticos, Cecropiaceae); la altura del bosque es menos de 20 metros; constituye también bosque secundario como purmas.

- **bosque maduro**; ninguna especie domina; varias especies existen juntas, como *Ficus* sp. (Moraceae), *Maquira coriacea* (capinuri, Moraceae) y *Calycophyllum spruceanum* (capirona, Rubiaceae); algunos de los árboles del bosque presentan más de 30 metros de altura.

Especialmente, el "bosque maduro" está ampliamente definido; y para mejorar la información de éste, se realizaron tres transectos en Padre Isla: dos transecto en forma de cruz y un transecto simple (ver figura 3). Los transectos fueron de 5 metros de ancho y 100 metros de largo.

Los datos colectados para todos los árboles mayores de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) fueron diámetro, altura total, altura de copa y radio de copa. También se colectaron datos del hábitat, entre otros: topografía y nivel de inundación.

El mapa de vegetación se elaboró mediante las imágenes de satélite, las diapositivas tomadas durante los sobrevuelos y documentación en el campo. El estudio no se concentró en la vegetación acuática, aunque en el mapa se distinguieron dos clases: vegetación pantanosa y comunidades flotantes. Las superficies de las etapas sucesionales de vegetación se midieron del mapa de la vegetación con el tablero digitalizador.

La comparación del mapa de vegetación con el mapa de los terrenos de diferentes edades da una posibilidad para determinar la distribución de la vegetación en los terrenos de diferentes edades, y la edad para las etapas sucesionales de vegetación.

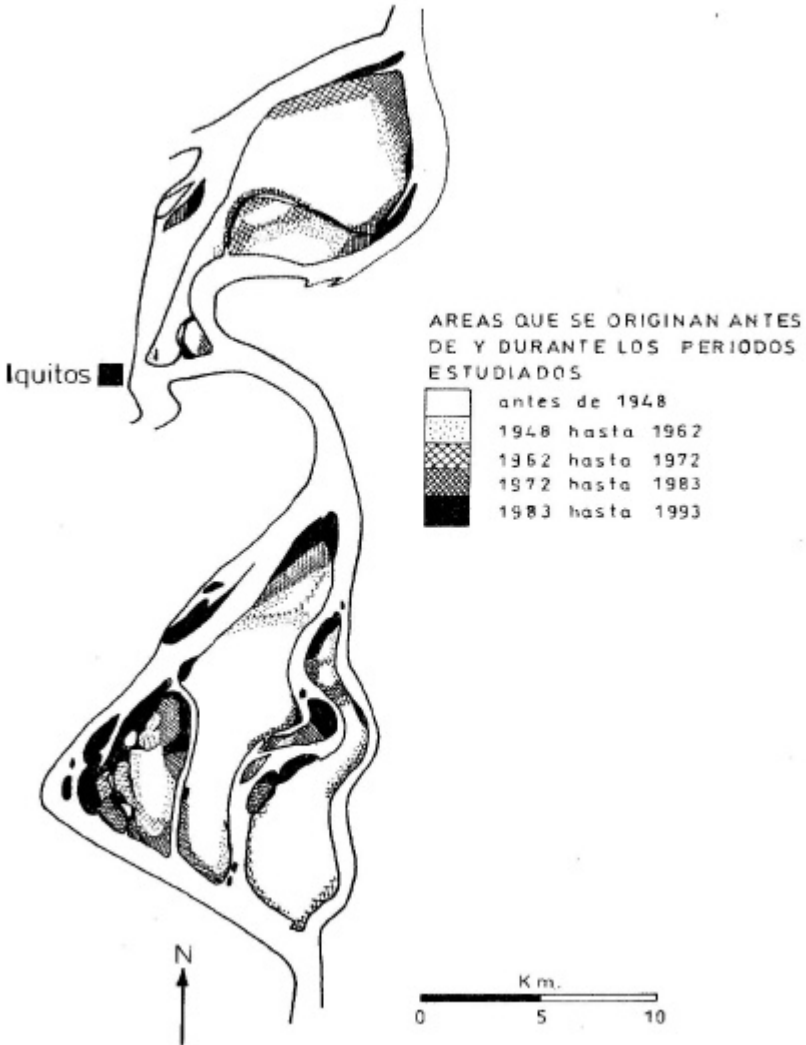
Éstos fueron comparados para preparar un mapa mixto; y las unidades identificadas en éste fueron asimismo medidas utilizando el tablero digitalizador.

3. RESULTADOS

Distribución de los terrenos de diferentes edades

Las áreas más antiguas, originadas antes del año 1948, están situadas en las partes centrales de las islas grandes. Las recientes, del período 1983 a 1993, ocurren mayormente en las márgenes de las islas (figura 2). Generalmente las islas pequeñas son jóvenes, pero las ubicadas al oeste de la Isla Muyuy constituyen también manchas más establecidas.

Figura 2. Edades del terreno en las islas del río Amazonas. El sombreado de las unidades palidece hacia las áreas más antiguas. El perfil del río se basa en el año 1993.



Distribución de la vegetación

En las partes interiores de las islas grandes, la clase bosque maduro es común, mientras que en las orillas abundan las otras etapas sucesionales de la vegetación (figura 3). La vegetación pionera o el bosque joven dominan en las islas pequeñas.

La edad de la vegetación en los terrenos

La mayor parte de la superficie de las islas grandes (Iquitos, Muyuy y Panguana) se originó antes del año 1948, mientras que las islas pequeñas son de la última década - 1983 a 1993- (figura 4). En conjunto, casi la mitad de la superficie total de las islas tiene menos de 45 años de edad.

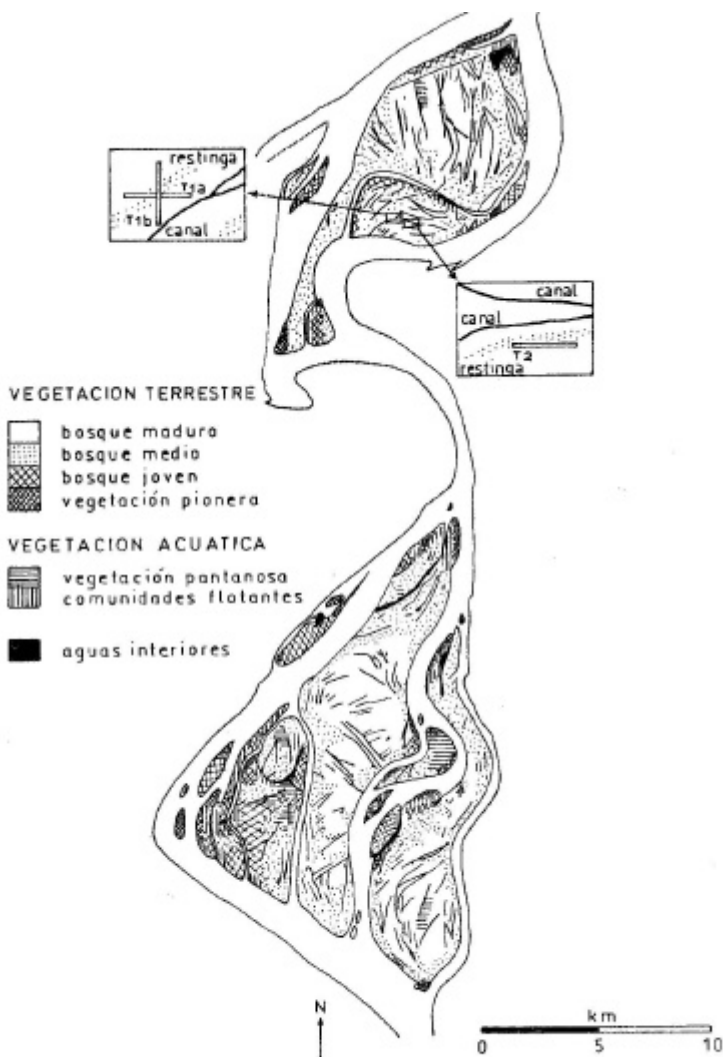
Las áreas que tienen edades mayores de 45 años no presentan necesariamente bosque maduro. En la mayor parte de la Isla de Iquitos y Padre Isla se presenta un bosque medio.

En las islas al oeste de la Isla Muyuy y en las islas pequeñas la mayor parte de la superficie está compuesta por bosque joven. En totalidad, el bosque medio es la etapa sucesional más común en las islas.

Comparando las edades del terreno con la vegetación se han establecido las edades relativas para las etapas sucesionales (cuadro 2). Cuanto más joven es el terreno, más abundante es la vegetación pionera y el bosque joven. Como corresponde, el bosque medio y el bosque maduro caracterizan los terrenos de mayor edad. Sin embargo, el bosque medio es excepcional por que esta clase de bosque es abundante en casi todas las clases de la edad de los terrenos.

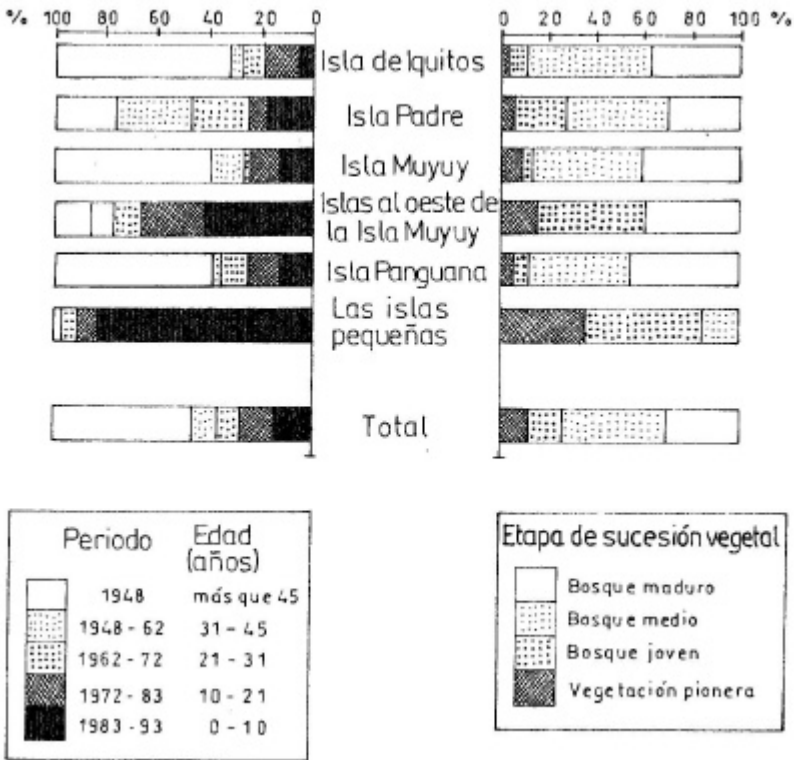
En base a estas mediciones se hizo una interpretación de los rangos de edades que las diferentes clases de vegetación presentan. Según ésta, el bosque maduro tiende a tener por lo menos 45 años de edad y el bosque medio más de 20 años; mientras que las dos primeras etapas de sucesión caracterizan áreas de menos de 20 años de edad.

Figura 3. Mapa de la vegetación en las islas del río Amazonas en el año 1993.



Se ha marcado solamente las áreas más extensa de comunidades flotantes, aunque ellas están situadas dispersamente en las islas y existen también en los pantanos. Las ubicaciones de los perfiles de transecto (T1a, T1b y T2) están marcadas en las imágenes pequeñas.

Figura 4. Proporciones de los terrenos de diferentes edades y de las etapas sucesionales de la vegetación terrestre en las islas del río Amazonas.



Cuadro 2. La distribución porcentual de las etapas sucesionales de la vegetación en los terrenos de diferentes edades en las islas del río Amazonas.

Edad del terreno (aprox.)	Vegetación pionera	Bosque joven	Bosque medio	Bosque maduro
más de 45 años	0 %	8,7 %	44,2 %	92,4 %
30 a 45 años	2,1 %	1,6 %	14,0 %	4,1 %
20 a 30 años	1,2 %	12,4 %	12,7 %	3,6 %
10 a 20 años	7,5 %	22,4 %	22,6 %	0 %
0 a 10 años	89,1 %	54,8 %	6,5 %	0 %
Rango de edad de la etapa	0 a 10 años	1 a 20 años	más de 20 años	más de 45 años

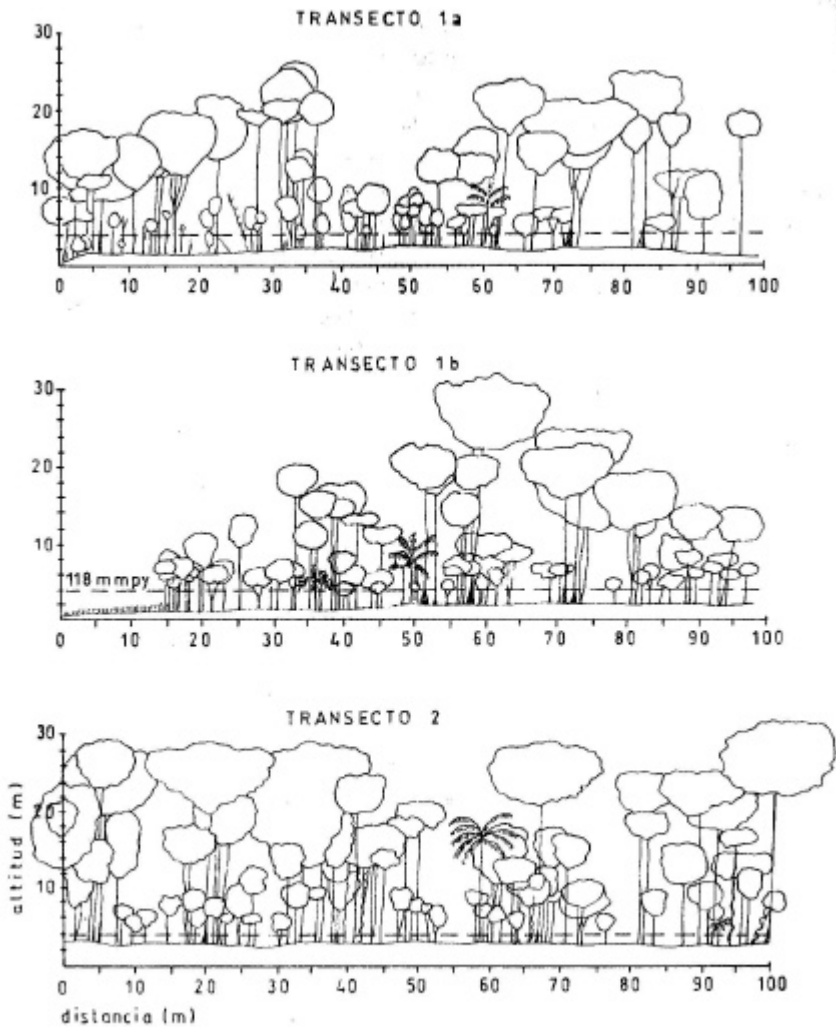
Estructura del bosque maduro

La figura 5 representa los perfiles de los tres transectos estudiados en el bosque maduro. Los transectos 1a y 1b aparecen en bajial y se cruzan entre sí; mientras que el transecto 2 está parcialmente situado en una restinga (ver Figura 3 para su ubicación exacta).

La estructura del bosque varía mucho, aunque todos los perfiles representan bosque maduro. Entonces esta clase de la vegetación parece ser muy heterogénea. Por ejemplo, los árboles pequeños abundan en ciertos lugares y la densidad de los árboles mayores también varía en todos los transectos.

El transecto 1b está situado en la orilla de una cocha y por lo tanto, su vegetación es distinta: los árboles tienden a ser más cortos que los ubicados en los otros lugares y especialmente frente a los gramalotales ocurre un cetical muy denso.

Figura 5. La estructura del bosque maduro en Padre Isla según los perfiles de los transectos.



El nivel de la última inundación, que fue determinado según marcas dejadas en los troncos de los árboles, se ha indicado con una línea horizontal.

4. DISCUSION

Los procesos fluviales de erosión y de sedimentación asociados a los cambios del río Amazonas son el primer motivo para que los terrenos en las islas sean de diferentes edades. Generalmente, en las secciones anastomosadas del río, las unidades de diferentes edades están situadas en una forma de mosaico en comparación con los ríos con cauce meándrico (Kalliola et al., 1992; Tuukki et al., en prensa). Estas manchas también se arreglan en distintas partes de las islas y son de diferentes dimensiones.

En las islas grandes existen sectores de diferentes edades, mientras que las islas pequeñas son jóvenes y más homogéneas. Además, el hecho más notable es que la mitad de la superficie total de las islas es menor de 45 años de edad. Este resultado es parcialmente contrario a los estudios en las islas fluviales en Brasil, cerca de Manaus, donde las islas indican edades de muchos siglos (Sternberg, 1960; Irion et al., 1983). La Isla de Iquitos puede tener sectores de por lo menos 120 años de edad, según la información de Antonio Raimondi en el año 1869 (García & Bernex de Falen, 1994), y por eso se puede suponer que las islas estudiadas podrían presentar zonas de mayor antigüedad.

Todas estas características se reflejan en la distribución de la vegetación: lo más antiguo es el terreno, pero también lo es su vegetación. Sin embargo, hemos observado que muchas veces la vegetación aparece más joven de lo que la edad del terreno presupone. Se puede inferir que los disturbios ambientales como erosión, sedimentación e inundación, afectan la manera en que las etapas de sucesión más jóvenes abundan. Los impactos de los disturbios varían entre lugares distintos según los factores de la dinámica fluvial.

Las islas pequeñas están en general más dispuestas a los disturbios repetitivos, que las grandes; así, las islas pequeñas y fugaces ofrecen lugar sólo para vegetación joven sucesional. Por ésta razón, las playas pueden permanecer incluso por más de 10 años sin tener vegetación permanente. Las razones para eso se encuentran en la erosión y en la duración de las inundaciones, las cuales causan deficiencia del oxígeno, y contienen un depósito de sedimentos que puede ser crítico para el crecimiento de las plántulas (ver Junk, 1989).

No obstante, en algunos sitios la corriente destructiva del río disminuye y la vegetación pionera puede presentar una resistencia contra la corriente (ver Nanson & Beach, 1977; Terborgh & Petren, 1991). Este suceso contribuye al

crecimiento de la isla y posibilita un establecimiento más seguro de la vegetación en el terreno de mayor edad.

En las islas de mayor terreno las áreas más antiguas están situadas en partes interiores, dónde los efectos de los disturbios son menos intensos y hacen posible el desarrollo de la vegetación más madura. Sin embargo, las orillas de las islas grandes pueden confrontar dinámicas muy parecida a las islas pequeñas.

Lo antes mencionado indica que la dinámica de las islas pequeñas y las grandes difieren. Parece ser que las posibilidades de la vegetación para sobrevivir mejoran cuando la edad y el tamaño de la isla aumentan. Sin embargo, en un instante los hábitat pueden desaparecer, independientemente de la edad del terreno, si las áreas antes estables son objeto de la erosión del río.

Las clases diferentes de la vegetación de este estudio no son homogéneas. Especialmente el bosque medio y el bosque maduro presentan muchas variaciones según el relieve: la vegetación en los bajiales queda severamente afectada por las inundaciones, mientras que las restingas reciben menos sedimentos y además éstos tienden a ser más finos. Todo esto causa que una etapa sucesional de vegetación, como el bosque maduro, sea en realidad un mosaico de manchas de vegetación diferente (ver figura 5).

Durante los estudios en las islas hemos notado que también la influencia humana tiene un papel importante; especialmente en las riberas del río o por los riachuelos interiores. Generalmente, la población habita los terrenos más antiguos, porque éstos son menos afectados por las inundaciones y la erosión. Cerca del área habitada, el bosque se ha desbrozado y cultivado y el crecimiento de la población causa presión sobre el bosque cada vez con más frecuencia.

Las actividades del hombre influyen en las diferentes etapas sucesionales de vegetación en varias maneras. Los cultivos de arroz y frejoles afectan las playas nuevas, las que no están cubiertas con una vegetación densa (Parodi & Freitas, 1990), en vez de ello los cañaverales densos son afectados porque son cortados para diferentes funciones: entre otros para pescar y construir. Según Encarnación et al. (1990) "La práctica de la agricultura migratoria de rozo-tala-quema disturba la sucesion vegetal" causando "la erosión del suelo por escorrentía de lluvias".

También la introducción de especies exóticas modifica la sucesión o regeneración de los bosques y la extracción selectiva de los árboles puede destruirlos; por ejemplo *Cedrela odorata* (cedro, Meliaceae) es rara por su madera valiosa.

Localmente, la producción de carbón destruye el bosque o su estructura. Por todo esto, se puede suponer que probablemente una gran porción de la vegetación sucesional en las islas estudiadas es secundaria debido a la influencia humana.

Por lo expuesto, y en síntesis, presentamos el cuadro 3, que es una estimación de los impactos de los diferentes disturbios a las cuatro etapas sucesionales de la vegetación en las islas del Amazonas.

Cuadro 3. Impactos de los disturbios ambientales en las etapas sucesionales de la vegetación terrestre en las islas del río Amazonas.

++ fuerte impacto; + poco impacto, - no impacto.

Etapas sucesional de vegetación	Porción de la superficie total (%)	Inundación	Erosión	Depositación distal canal	Hombre
Vegetación pionera	10	++	++	- ++	+
Bosque joven	15	++	++	++ ++	+/-
Bosque medio	43				
* en la orilla		+	+ / ++	++ -	++
* en el interior		+	-	+ -	++
Bosque maduro	32				
* en la orilla		+	+ / ++	++ -	+
* en el interior		+	-	+ -	+

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En las islas del río Amazonas, la distribución de la vegetación sucesional refleja la complejidad de los terrenos de diferentes edades e influencias de diferentes disturbios causados por el río. Los disturbios afectan de tal manera que la vegetación joven sucesional es más abundante de lo que se puede presuponer según la distribución de terrenos de diferentes edades.

Sin embargo, es obvio que el uso de las tierras en estas islas por el hombre está causando muchas variaciones en la vegetación y, como resultado, los árboles de sucesión secundaria, como ceticos, abundan.

El mapa de vegetación que presentamos es de carácter general, tanto por su nivel de detalle como por la descripción de las características de la vegetación. Para entender mejor los aspectos de la biodiversidad en las áreas inundables, es necesario hacer un cartografía y clasificación detallada de la vegetación tanto en hábitat terrestres como acuáticos. Así sería posible precisar con mayor exactitud los disturbios relacionados con las diferentes etapas sucesionales y, por lo tanto, desarrollar métodos para evaluar las características ambientales de un lugar según el tipo de vegetación que lo representa.

Las zonas más estables en los interiores de las islas constituyen áreas propicias para la forestería y agroforestería. En las áreas jóvenes, los árboles pioneros de crecimiento rápido, como pájaro bobo (*Tessaria integrifolia*) y cético (*Cecropia* sp.), que pueden tener varias formas de utilización, tienen potencialidad para un manejo sustentable. Cuando se practica la regeneración artificial de árboles económicamente importantes en sus sitios propios de crecimiento, el manejo forestal está basado en principios ecológicamente sustentables.

6. AGRADECIMIENTO.

El presente estudio se realizó en el marco del Proyecto Amazonía de la Universidad de Turku (PAUT). En las islas, este trabajo se llevó a cabo con el apoyo de Filomeno Encarnación del Proyecto Peruano de Primatología "Manuel Moro Sommo" (Convenio Gobierno del Perú con la Organización Panamericana de la Salud). Ofrecemos nuestro reconocimiento a Antonio Layche Gómez por su colaboración en el campo y Luisa Rebata Hernani por sus sugerencias críticas. El estudio fue financiado por la Academia de Finlandia, la Sociedad de la Universidad de Turku y la Sociedad de T. y J. Wallden y la Unión Europea (STD3).

7. BIBLIOGRAFIA

- ENCARNACION, F. 1985. Introducción a la flora y vegetación de la Amazonia Peruana: estado actual de los estudios, medio natural y ensayo de una clave de determinación de las formaciones vegetales en la llanura amazónica. En *Candollea* 40(1): 237-252.
- ENCARNACION, F.; AQUINO, R. & MORO, J. 1990. Flora y vegetación de la Isla Iquitos y Padre Isla (Loreto, Perú): su relación con el manejo semiextensivo de *Saguinus mystax*, *Saimiri sciureus* y *Aotus*. En: Proyecto Peruano de Primatología (ed.), *La primatología en el Perú*. Lima, (Perú). pp. 475-488.
- GARCIA SANCHEZ, J. y BERNEX DE FALEN, N. 1994. El río que se aleja: cambio del curso del Amazonas, estudio histórico-técnico. Segunda edición. Iquitos (Perú). CETA-IIAP. 51 p.
- IRION, G.; ADIS, J.; JUNK, W. & WUNDERLICH, F. 1983. Sedimentological studies of the "Ilha de Marchantaria" in the Solimoes/Amazon River near Manaus. In: *Amazoniana* 8: 1-18.
- JUNK, W. J. 1989. Flood tolerance and tree distribution in central Amazonian floodplains. In: Holm-Nielsen, L. B., Nielsen, I. C. & Balslev, H. (eds.). *Tropical forests. Botanical dynamics, speciation and diversity*. London: Academic Press, p. 47-64.
- KALLIOLA, R.; SALO, J. y MÄKINEN, Y. 1987. Regeneración natural de selvas en la Amazonia Peruana 1: dinámica fluvial y sucesión ribereña. Lima: Memorias del Museo de Historia Natural Javier Prado, 19A: 1-102.
- KALLIOLA, R.; SALO, J.; HÄME, T.; RÄSÄNEN, M.; NELLER, R.; PUHAKKA, M.; RAJASILTA, M. & DANJOY ARIAS, W. A. 1992. Upper Amazon channel migration: implications for vegetation perturbation and succession using bitemporal Landsat MSS images. In: *Naturwiss.* 79: 75-79.

- MALLEUX, J. 1971. Estratificación forestal con uso de fotografías aéreas. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, Dpto. de Manejo Forestal. 82 pp.
- NANSON, G. C. & BEACH, H. B. 1977. Forest succession and ordination on a meandering river floodplain, northeastern British Columbia, Canada. In: J. Biogeogr. 4: 229-254.
- PARODI, J. L. & FREITAS, D. 1990. Geographical aspects of forested wetlands in the Lower Ucayali, Peruvian Amazonia. In: For. Ecol. Manage. 33/34:157-168.
- PUHAKKA, M.; KALLIOLA, R.; SALO, J. & RAJASILTA, M. 1992. River types, site evolution and successional vegetational pattern in Peruvian Amazonia. In: J. Biogeogr. 19: 651-665.
1993. La sucesión forestal que sigue a la migración de ríos en la selva baja peruana. En: Kalliotia, R., Puhakka, M. & Danjoy, W. (eds.), *Amazonia Peruana -vegetación húmeda tropical en el llano subandino*. PAUT & ONERN, Jyväskylä, Finlandia. pp. 167-201.
- RODRIGUEZ, F.; BENDAYAN, L.; ROJAS, C. & CALLE, C. 1991. Los suelos de la región del Amazonas según unidades fisiográficas. En: Folia Amazónica 3: 7-21. Iquitos
- SALO, J.; KALLIOLA, R.; HÄKKINEN, I.; MÄKINEN, Y.; NIEMELÄ, P.; PUHAKKA, M. & COLEY, P. 1986. River dynamics and the diversity of Amazon lowland forest. In: Nature 322: 254-258.
- STERNBERG, H. 1960. Radiocarbon dating as applied to a problem of Amazonian morphology. Comtes Rendus 18 Congrès International de Géographie. Comité National du Brésil, UGI. Rio de Janeiro (Brasil), pp. 399-424.
- TERBORGH, J. & PETREN, K. 1991. Development of habitat structure through succession in an Amazonian floodplain forest. En: Bell, S. S.; McCoy, E. D. & Muskinsky, H. R. (eds.), *Habitat structure*. Chapman & Hall, New York. pp. 28-46.
- TUUKKI, E.; JOKINEN, P. & KALLIOLA, R. (en prensa). Migraciones en el río Amazonas en las últimas décadas.