

Q'UEÑÑA

Nº 01

REVISTA
DE LA SOCIEDAD BOTÁNICA
DEL CUSCO



Polylepis racemosa R.&P

AÑO I – 2007
CUSCO-PERÚ

CONSEJO DIRECTIVO.

Presidente

M.Cs. Alfredo Tupayachi Herrera

Secretaria

Blga E. Violeta Zamalloa Acurio

Tesorera

Blga María E. Holgado Rojas

Vocales

M.Cs. Alfonso Aréstegui Pezúa

M.Sc. M. Américo Chacón Campana

Fiscal

Blgo. José E. Yabarrena Urday.

SOCIA HONORARIA

Dra. Edith Gómez Sosa

Instituto Darwinion de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la República Argentina.

SOCIOS FUNDADORES

M.Cs Alfredo Tupayachi Herrera

M.Sc Washington H. Galiano Sánchez

M.Cs Rosa M. Urrunaga Soria

M.Cs Alfonso Aréstegui Pezúa

M.Cs M. Américo Chacón Campana

Maestro Edgar Pando Callo

M.Cs Norma Salinas Revilla.

M.Sc Fructuosa De La Torre Mayorga

Blgo José E. Yabarrena Urday

Blga María E. Holgado Rojas.

Blga Violeta E. Zamalloa Acurio

Blgo Mario P. Nuñez Vargas

Blgo. Jacqueline Montenegro Gavancho

Blga Lucero G. Acurio Salazar

Blga María L. Ochoa Cámara

Blga Nohemí Villena Hurtado.

Blga Doris A. Molina Torres

Blgo Joe E. Hurtado Terrazas

Blga Gloria Calatayud Hermoza

Blgo Pascual Pacori Gonzales.

SOCIOS ACTIVOS

Blga Margot Farfán Rodriguez

Blga M. Esther Alvarez Moscoso

Bach Jim Farfán Vargas

Blga Ysela Moscoso Apaza.

Blga Martha Mostajo Zavaleta

Blgo Rubén Casafranca

Blga Marlene Mamani Solórzano

Blgo Isaú Huamantupa Chuquimaco

Bach Raúl Tupayachi Trujillo

Blga Estela P. Martínez Gonzales

Blgo René Farfán Zegarra

Blga Rocío E. Bonino Solórzano

Blga Regina Acuña Apaza

COMISIÓN EDITORA

Presidente . M.Cs. Alfonso Aréstegui Pezúa.

Integrantes: Blga María L. Ochoa Cámara

Blga Gloria Calatayud Hermoza.

Blga. Regina Acuña Apaza.

Bach. Jim Farfán Vargas

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Blga. Regina Acuña Apaza

CONTENIDO

Presentación	5
Nota del editor	7
Una Nueva Adición de Pleurothallinidae (Orchidaceae) para la Flora peruana y 4 nuevos reportes para el departamento del Cusco. Gloria Calatayud Hermoza	9
Macromycetos de la Microcuenca de Q'euña - Zurite - Anta. Maria E. Holgado Rojas, Maybé Olivera Gonzales, Jhoel Delgado Salazar	15
Flora Invasora y Colonizadora en el valle de la Convención, Cusco. Isau Huamantupa Chuquimaco.....	19
20 años de Cambios en los Bosques del Suroeste de la Amazónia. Oliver I. Phillips, Rodolfo Vásquez Martínez, Abel Monteagudo Mendoza & Timothy Baker	29
Avances en el Estudio de los Patrones Fenológicos de cinco especies arbóreas de Tambopata Madre de Dios. Raúl Tupayachi; Estela P. Martínez, George Powell	37
Diversidad Biológica del complejo arqueológico de Kantupata-Santuario Historico de Machu Picchu. Violeta E. Zamalloa Acurio.	43
Conozcamos Nuestros Forestales Nativos. Alfredo Tupayachi Herrera	47
Nuestras Milenarias Plantas Medicinales. Alfredo Tupayachi Herrera	51
El "Paiq'o" <i>Chenopodium ambrosioides</i> . Linnaeus (Chenopodiaceae) y su utilidad en la comunidad de Pampa Anza: Canchis. Pascual Pacori Gonzales, Francisca Callañaupa Mendoza	54
Carta del Jefe Indio Seattle al señor Franklin Pierce, presidente de los Estados Unidos de América. (1854). Jim Farfán Vargas	58

Los artículos publicados en este número son de exclusiva responsabilidad de los autores.

20 AÑOS DE CAMBIOS EN LOS BOSQUES DEL SUR-OESTE DE LA AMAZONIA

Oliver L. Phillips¹, Rodolfo Vásquez Martínez², Abel Monteagudo Mendoza² & Timothy Baker¹

RESUMEN

En este siglo se verán cambios sin precedentes en los trópicos. Uno de los mayores estimuladores es el incremento de la concentración de dióxido de carbono, lo que causa cambios climáticos y directamente afecta el crecimiento de las plantas. Necesitamos entender como los bosques tropicales, los cuales poseen la mayoría de especies del mundo, son impactados. Por ejemplo actualmente los bosques están lentamente absorbiendo carbono, así como reduciendo el cambio climático, pero, ¿Cuánto tiempo va a durar este subsidio de la naturaleza? y otra pregunta es, ¿Cuáles son los efectos en las plantas y los animales? Una manera para captar preguntas como estas es retornando regularmente a las parcelas permanentes, los cuales son testigos del comportamiento de los bosques en estos años. Este proyecto tiene como propósito entender las dinámicas y cambios en los bosques de la Amazonia Peruana, incluyendo algunas de las parcelas más viejas en Sudamérica. El proyecto tiene 5 objetivos inmediatos: (1) Recensos de 11 parcelas x 1 ha. (2) Identificar colecciones en el Herbario para caracterizar la composición de especies. (3) Cuantificar los parámetros estructurales del bosque. (4) Cuantificar los parámetros de la dinámica del bosque. (5) Probar los patrones de los parámetros de la estática y la dinámica del bosque. A largo plazo, los resultados serán comparados con aquellos de Red Amazónica de Inventarios Forestales (RAINFOR), para ayudar a responder como y porque los bosques están cambiando. Este estudio esta ayudando a demostrar la gran variabilidad espacial en la dinámica de la biomasa y el balance del carbono en la Amazonía contemporánea, así como patrones a largo plazo dentro de los bosques tropicales maduros. Estos resultados ilustran la importancia de suficientes muestreos dentro de las regiones y sobre el completo rango climático y edáfico en la Amazonia para estar dispuestos a entender mejor los procesos del carbono y la dinámica de la biomasa. Ahora como tenemos una base de 23 parcelas permanentes a largo plazo en la Amazonia Peruana, los futuros censos nos permitirán monitorear cambios con mucho más confianza que ha sido posible hasta la fecha.

ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

Razon Principal y Asuntos Científicos

Los bosques de la Amazonia son globalmente significantes por tres razones. Primero, en este siglo, la parte alta de la cuenca Amazónica conservará el área más grande de bosque tropical continuo, debido a la baja densidad de población e índices de deforestación en las tierras bajas de Perú, Colombia y Brasil occidental (Eva et al. 1999). Segundo, los mismos bosques están entre los ecosistemas más biodiversos sobre la tierra. Tercero, recientes investigaciones sugieren que la Amazonia juega un rol crítico en el ciclo mundial del carbón.

Las Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs) hacen una vital contribución al entendimiento científico de la biodiversidad y ecología de la Amazonia. Demuestran por ejemplo que hay en orden de magnitud más especies de árboles en

una sola hectárea en bosques del norte del Perú que en el conjunto de las islas británicas (Gentry 1988). Las parcelas permanentes también revelan un reciente incremento en la biomasa del bosque, con el crecimiento de árboles excediendo la muerte de árboles (Phillips et al. 1998, Baker et al. 2004a). Esto sugiere una absorción de carbono en la Amazonia mayor de 0.4 giga toneladas de carbono al año (>0.4 Gt C yr), lo cual es consistente con las medidas de "eddy covariance" (Malhi et al. 1998) y de modelos de transporte químico atmosférico (Rayner et al. 1999), potencialmente haciendo la región el modulador terrestre dominante de concentraciones atmosféricas de CO₂. El descubrimiento tiene profundas consecuencias por (1) la frecuente suposición que los bosques maduros están en equilibrio a largo plazo, para (2) entender la influencia de los bosques tropicales en el clima global y para (3) predecir como la composición de la biodiversidad de estos bosques pueden cambiar en el futuro.

¹Earth and Biosphere Institute School of Geography, University of Leeds, UK
²Proyecto Flora del Perú, Jardín Botánico de Missouri, Oxapampa, Pasco, Perú.

Estamos construyendo una red internacional (RAINFOR - Red Amazónica de Inventarios Forestales; <http://www.geog.leeds.ac.uk/projects/rainfor/>) para agrupar y analizar estos datos reales críticos, utilizando las PPMs en la Amazonia para monitorear la biomasa, la dinámica y la biodiversidad del bosque. Nuestro objetivo es construir una red de parcelas que magnifique el periodo de muestreo y la cobertura ambiental, mientras se desarrolla en el país una capacidad de monitoreo ecológico. Lo central de esta estrategia es garantizar la continuidad de monitoreo en los sitios de largo plazo principales, involucrando censos periódicos cada 5-años en áreas seleccionadas dentro de la Amazonia.

El enfoque particular de este proyecto ha sido el de trabajar con científicos locales para monitorear bosques maduros primarios en el sur del Perú. El trabajo de campo en el año 2003 garantizó que 11 parcelas de 1 ha establecidos entre 1979 y el 2001 fueran completamente censados e inventariados. El Análisis de estos resultados es tomado independientemente en relación a la red Pan-Amazonia la cual actualmente incluye más de 100 parcelas.

El grupo de PPMs del sur del Perú son muy valiosas porque están dentro de los más viejos de la Amazonia, atraviesa varios tipos del suelo, están inventariados florísticamente a un nivel muy alto e incluye lianas grandes como también árboles. Recensando estos sitios de largo plazo y alta calidad nos permite: 1. Monitorear el comportamiento reciente de los bosques; 2. Explorar la significancia ecológica de éstos cambios a nivel de sitio y 3. Investigar los procesos principales (ejm. determinar si los cambios en las dinámicas son generados por cambios en el crecimiento o cambios en la mortalidad).

OBJETIVOS

El proyecto tiene 5 objetivos a corto plazo y 3 a largo plazo.

El objetivo inmediato era:

- 1) Recensar 11 parcelas de 1 ha en el sur- este del Perú (ver tabla 1)

Este objetivo ha sido resuelto completamente y en el tiempo establecido.

Después del trabajo de campo pero dentro del tiempo establecido para el proyecto hemos planeado hacer lo siguiente para las 11 parcelas:

- 2) Identificar las colecciones de herbario, para caracterizar la composición de las especies.
- 3) Determinar parámetros de estructura

estática (área basal, biomasa, densidad de tallos, distribución por clase de tamaño)

- 4) Determinar parámetros de dinámica (mortalidad, reclutamiento, crecimiento)
- 3) 5) Prueba para patrones en parámetros estáticos y dinámicos.

Estos objetivos han sido resueltos.

Nuestros objetivos a largo plazo son el de integrar los datos del sur del Perú con otras parcelas de la Amazonia para:

- 6) Probar teorías climáticas vs. edáficas sobre factores que controlan la biomasa y la productividad.
- 7) Cuantificar patrones a largo plazo en la productividad de los árboles y la biomasa.
- 8) Explorar la evidencia de cambios en el tamaño de los árboles, rangos de crecimiento, grupos funcionales y biodiversidad.

Las parcelas del sur del Perú ya han sido integradas dentro de la red Amazónica (a través de la estandarización de protocolos, el intercambio de investigadores entre grupos de parcelas y almacenando los resultados). Análisis científicos en prensa y en preparación están utilizando la información de estas parcelas.

METODOLOGÍA DE CAMPO

Los protocolos de campo para el establecimiento y censos en parcelas fueron mayormente los establecidos por Dallmeier et al. (1992). El equipo tiene bastante experiencia con estos métodos y los ha desarrollado en un sistema estandarizado de procedimientos que se aplique dentro de la Amazonia. Detalles completos están disponibles en la página web de RAINFOR (<http://www.geog.leeds.ac.uk/projects/rainfor/>) - solamente se presenta un resumen en este trabajo. El trabajo de campo descrito fue realizado por las siguientes personas: **Oliver Phillips** (Profesor en Ecología Tropical, University of Leeds, U.K.); **Tim Baker** (Científico Postdoctorado, Max-Planck Institute for Biogeochemistry, Germany, y University of Leeds, U.K.); **Abel Montegudo** (Botánico, Jardín Botánico de Missouri, Perú); **Antonio Peña** (trepador de árboles, Jardín Botánico de Missouri, Perú); **Isau Huamantupa** (Estudiante y botánico en entrenamiento, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y Jardín Botánico de Missouri, Perú); **Luis Valenzuela** (Botánico, Jardín Botánico de Missouri, Perú); **Maria Ysabel Cazorla** (Bióloga, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco,

Perú); **Margot Huicho** (Bióloga, Universidad Ricardo Palma, Perú); **Euridice Honorio Coronado** (Ingeniero Forestal, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú); con asistencia adicional de colaboradores de

RAINFOR financiados por otras fuentes, especialmente **Jim Martin** (faculty, Sir Sandford Fleming College, Ontario, Canada) y **Yadvinder Malhi** (Royal Society Research Fellow, University of Edinburgh).

Tabla 1. Parcelas Permanentes de 1 ha de Dinámica de Bosques en el Sur-Este de Perú.

Parcela	Localización	Tipo de Suelo	Tamaño, m	Establecimiento	Censos Recientes
Cusco Amazónico 1-E	12°35' S, 69°09' W	Terraza Aluvial Vieja	20 x 500	1989	1998
Cusco Amazónico 1-U	12°35' S, 69°10' W	Terraza Aluvial Vieja	20 x 500	1989	1998
Cusco Amazónico 2-E	12°34' S, 69°08' W	Terraza Aluvial Vieja	20 x 500	1989	1998
Cusco Amazónico 2-U	12°34' S, 69°07' W	Pantano Estacional	20 x 500	1989	1998
Tambopata 0	12°49' S, 69°42' W	Terraza Reciente	100 x 100	1983	1998
Tambopata 1	12°49' S, 69°43' W	Terraza Aluvial Vieja	100 x 100	1979	1998/2000
Tambopata 2	12°48' S, 69°42' W	Pantano & Borde de Pantano Arcilloso	100 x 100	1983	1998
Tambopata 3	12°49' S, 69°43' W	Altura Arenoso Arcilloso	100 x 100	1983	1998/2000
Tambopata 4	12°49' S, 69°43' W	Terraza Reciente	100 x 100	1983	1998/2000
Tambopata 6	12°48' S, 69°42' W	Altura Arenoso Arcilloso	100 x 100	1983	1998
Tambopata 7	12°49' S, 69°43' W	Altura Arenoso Arcilloso	100 x 100	2001	2001

Recensando las 11 parcelas de 1-ha existentes

Todos los árboles y lianas ≥ 10 cm de diámetro a la altura del pecho (dap) fueron numerados con placas de aluminio. Esto fue hecho para todos los árboles en Cusco Amazonico (después de 14 años las placas originales necesitaron ser reemplazadas) y para los nuevos reclutas solo en Tambopata (un completo reemplazo fue llevado a cabo en 1998). La localización de nuevos árboles fueron mapeados. Los diámetros de todos los árboles y lianas fueron medidos a la altura del pecho (1.3m) excepto para troncos con aletas o contrafuertes, los cuales fueron medidos a 50cm sobre el punto mas bajo afectado por el contrafuerte o deformación del tronco. Frecuentemente fue necesario utilizar una escalera o un Relaskopio (Bitterlich 1996) para la medición de árboles grandes. Todos estos puntos de medición fueron pintados para una referencia futura.

En cada parcela, cada nuevo individuo recluta fue colectado al menos una vez (y más en todos los casos de incertidumbre) a través de colecciones de herbario. Los vouchers fueron colectados principalmente para el herbario

local (CUZ) para proveer una colección de referencia local a largo plazo, útil para los futuros investigadores en la región e incrementando las colecciones hechas por botánicos del Missouri Botanical Garden como parte del Proyecto Flora del Perú. Duplicados fueron colectados para otros herbarios de Perú y cuando el espécimen estaba fértil, para la distribución mundial a especialistas y el Missouri Botanical Garden (MO). El equipo de trabajo de campo para el establecimiento de las parcelas ha sido típicamente integrado por 6 personas, incluyendo a un trepador de árboles, un botánico especialista, medidores y plaqueadores de árboles y un apuntador de datos. Los suelos minerales de cada sitio han sido recolectados y analizados de acuerdo a los protocolos establecidos (Ruokolainen & Tuomisto 1998; RAINFOR) para establecer pH, Al, P, y concentración de cationes, contenido de materia orgánica y estructura del suelo. Algunos suelos fueron remuestreados esta vez para proveer análisis replicados.

Adicionalmente, debido a la alta calidad del equipo de investigación y por generalmente tener buen clima, nosotros tuvimos los recursos para desarrollar un protocolo RAINFOR

completamente nuevo en el campo y luego aplicarlo en las 11 parcelas. Así nosotros desarrollamos un método rápido para determinar materia maderable muerta (3 personas, 1 día) para una parcela permanente de 1-ha. Esto ha sido escrito como un protocolo completamente replicable (disponible por los autores a petición). El protocolo fue probado en el campo en sitios adicionales de la Amazonia durante el 2004 durante las campañas de campo de RAINFOR (sur y este de Venezuela) y otra vez en Enero y Febrero del 2005 (norte del Perú, sur-este de Colombia) y será ampliamente disponible para investigadores en nuestra página web y a través de un proyecto fundado por la Unión Europea (Project for the Advancement of Amazonian Networked Science, "PAN-AMAZONIA"). Los resultados de este trabajo han sido desarrollados en un artículo (Baker, T., Honorio, E., Phillips, O. L. Rapid carbon cycling in south-west Amazonia), para luego ser propuesto pronto a *Oecologia*.

RESULTADOS HASTA LA FECHA

Objetivo 1 [Recensos de 11 parcelas de 1-ha]

Fue satisfactoriamente completado en el tiempo establecido y con una importante dimensión adicional (desarrollo de un protocolo para la evaluación de materia maderable muerta).

Objetivo 2 [Identificación de colecciones de herbario para caracterizar la composición de especies]

Los vouchers de Herbario han sido identifica-

dos en CUZ, por Abel Monteagudo Mendoza. Una lista de especies ha sido preparada para cada parcela.

Vamos hacer disponible estos datos florísticos a la comunidad científica internacional a través de la página web SALVIAS (<http://www.salvias.net/>).

Adicionalmente, Abel Monteagudo está completando un herbario digital de las nuevas colecciones de las 11 parcelas. Esto será de gran valor para futuros censos en la región. Nosotros nos unimos con otra iniciativa para procurar poner nuestros datos fotográficos digitales a disposición de investigadores en sistemática y ecología que trabajan en la Amazonia (dirigido por Richard Condit de STRI a la Global Biodiversity Information Foundation).

Objetivo 3 [Determinar los parámetros de estática estructural (área basal, biomasa, densidad de tallos, distribución de clases de tamaño)].

La densidad de los tallos y en área basal (i.e., $S\{Pr\}ha^{-1}$) se han derivado de los censos del bosque. Tabla 2 resume los resultados de la estructura del bosque, demostrando que los bosques con drenaje pobre y fertilidad del suelo muy baja (A, B) tienen una estatura disminuida, indicando una variabilidad natural substancial a escala regional. En otro trabajo aparte, hemos demostrado que estos bosques tienen un área basal y biomasa relativamente baja (Baker et al. 2004b).

Tabla 2. Parámetros Estructurales del Bosque en Parcelas Permanentes de 1-ha, Madre de Dios, Perú

Parcela	Tipo de Suelo	año	densidad de tallos ha^{-1} , árboles $\geq 10cm$ dap	área basal árboles, $m^2 ha^{-1}$
Cusco Amazónico 1E	Terraza Aluvial Vieja	2003	523	26.935
Cusco Amazónico 1U	Terraza Aluvial Vieja	2003	558	26.723
Cusco Amazónico 2E	Terraza Aluvial Vieja	2003	495	24.140
Cusco Amazónico 2U	Pantano Estacional	2003	591	28.103
Tambopata 0	Terraza Reciente	2003	598	26.617
Tambopata 1	Terraza Aluvial Vieja	2003	655	28.159
Tambopata 2	Pantano (0.6ha)	2003	610	N/D
Tambopata 2	Arcilloso (0.4ha)	2003	717	29.938
Tambopata 3	Altura Arenoso Arcilloso	2003	531	25.109
Tambopata 4	Terraza Reciente	2003	657	33.245
Tambopata 6	Altura Arenoso Arcilloso	2003	525	28.053
Tambopata 7	Altura Arenoso Arcilloso	2003	528	22.606
promedio \pm 95% C.I.			582 \pm 37	27.234 \pm 2.191

Objetivo 4 [Determinar parámetros dinámicos (mortalidad, reclutamiento, crecimiento)]

Los índices de mortalidad y crecimiento en términos de número de tallos y área basal han sido estimados para cada intervalo en cada parcela recensada usando modelos logarítmicos (Swaine

et al. 1987), y un resumen de los resultados son reportados aquí para el intervalo completo disponible para cada parcela (Tabla 3).

Estos resultados confirman que los bosques de esta región están entre los más dinámicos del mundo y sugiere que los índices de cambio aquí son aproximadamente dos veces más altas que los de la Amazonía del centro de Brasil (Phillips et al. 2004).

Objetivo 5 [Pruebas para los patrones de parámetros estáticos y dinámicos]

Los resultados son presentados aquí en un formato gráfico simple para un periodo de 14-años desde 1989 hasta el 2003, durante los cuales diez parcelas fueron monitoreadas simultáneamente en forma completa. Note por favor que esto es un análisis preliminar; enfatizamos que los datos merecen más análisis intensivo como el que hemos realizado en otra parte en una base de datos más grande (ejm., Phillips et al. 2004). Sin embargo los gráficos son suficientes para demostrar los principales patrones temporales en la estructura del bosque y la dinámica entre las parcelas.

DISCUSIÓN

Varios patrones básicos son evidentes:

1. La densidad de tallos y el área basal tendieron a incrementarse a través del tiempo.
2. Como una correlación lógica, los índices de reclutamiento de tallos tendieron a exceder los índices de mortalidad de tallos y también los índices de aumento de área basal (i.e., crecimiento de madera) tendieron a exceder los índices de disminución de área basal.
3. Los índices de dinámica tendieron a incrementarse en el tiempo (particularmente los índices de dinámica de tallos)

Claramente por si solo, es importante no sobreinterpretar estos resultados. Sin embargo, estos 3 patrones son consistentes con la imagen general de la Amazonía que nuestro trabajo reciente ha mostrado (basado en muchos más sitios, pero sin incluir los

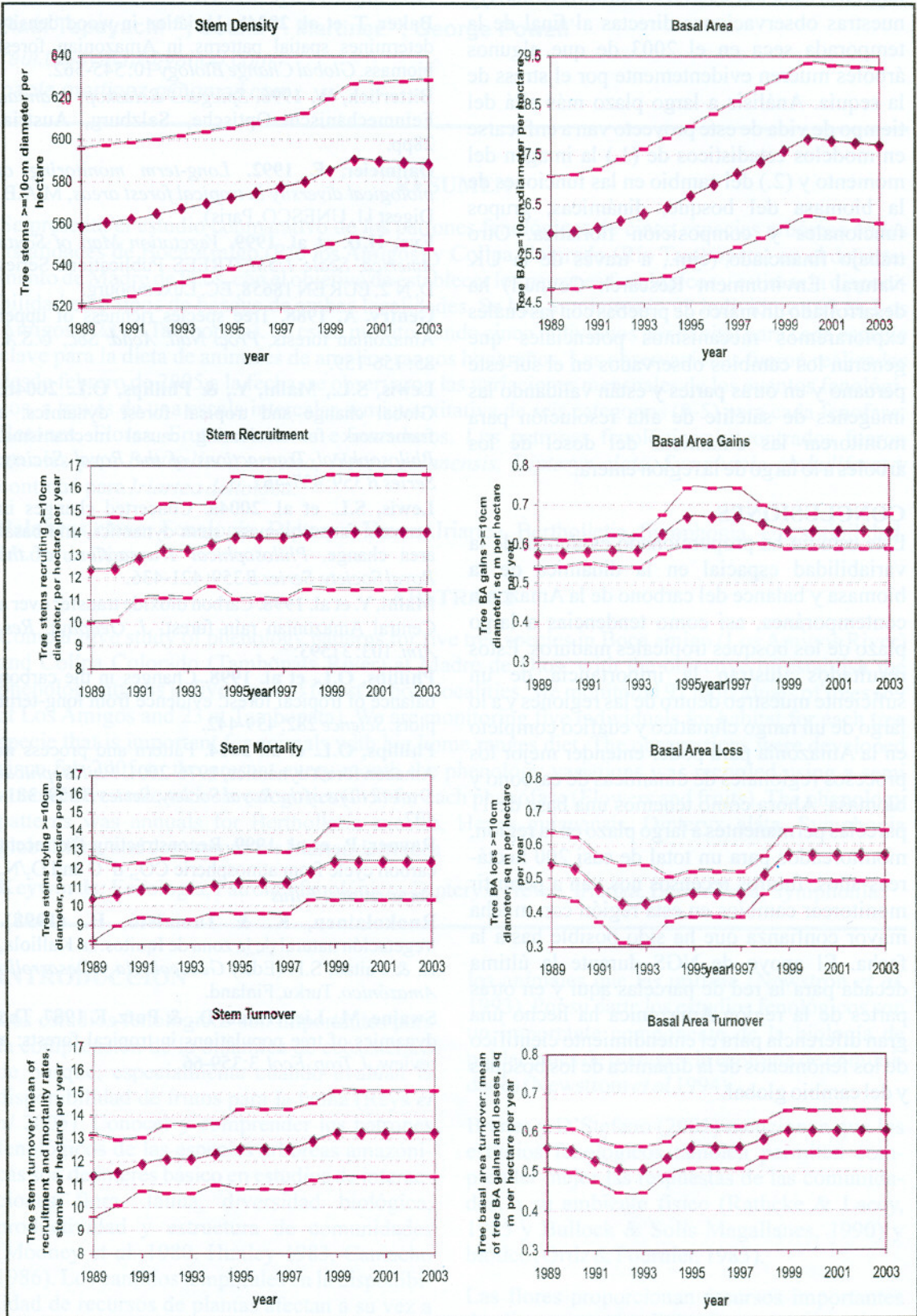
últimos datos de censos 5-años de estas parcelas) (c.f. Baker et al. 2004a, Lewis et al. 2004a, Phillips et al. 2004). Nuestra interpretación de los patrones a lo ancho de la Amazonia, con lo cual el patrón presente es ampliamente consistente, es que el exceso del incremento de área basal en comparación con la mortalidad de área basal es consistente con la idea de que los bosques maduros han contribuido significativamente a un sumidero de carbón del bosque Amazónico desde por lo menos los 1980's (Baker et al. 2004a). Sobre cambios climáticos, junto, al incremento en área basal y densidad de los tallos, así como la renovación ("turnover"), son consistentes con un generador de cambio regional o global que actúa para incrementar los índices de crecimiento (en vez de los índices de mortalidad), y un generador que tiene su mayor impacto cuando otros recursos, tales como nutrientes del suelo, no son muy limitantes (Lewis et al. 2004b). Nuestra hipótesis en formulación es que la fertilización en el crecimiento de los árboles es por las elevadas concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono como el más probable generador.

4. Sin embargo, durante el periodo 1998-2003, por lo menos en las parcelas del sureste peruano, ha habido algunos cambios en esos patrones. El reclutamiento de tallos y el aumento área basal no se ha incrementado mucho más, mientras que la mortalidad de los tallos y la pérdida de área basal se han incrementado. Como resultado, los valores de renovación ("turnover") parecen haber continuado incrementándose, pero la densidad de los tallos y la densidad del área basal aproximadamente se han estabilizado. Cualquier estímulo de crecimiento que actúa ampliamente (tal como por dióxido de carbono) esta siendo frenado por otro factor. Este otro factor podría ser uno de los siguientes: (a) una señal de que estos bosques están alcanzando a un cierto punto de saturación de biomasa, en el cual el incremento de crecimiento futuro esta frenado por el incremento de riesgo de la mortalidad, tal vez por el incremento en la competencia, o (b) un generador de mortalidad a corto plazo que actúa localmente. Unas cuantas parcelas también fueron medidos el 2000, y los resultados de estos sugieren que el incremento de mortalidad ocurrió mayormente después del 2000.

Tabla 3. Parámetros de la Dinámica del Bosques en Parcelas Permanentes 1-ha, Madre de Dios, Perú.
 [rT = reclutamiento de tallos, mT = mortalidad de tallos, iABR = incremento de área basal y reclutamiento, mAB = mortalidad de área basal, rAB = renovación de área basal ("turnover") (promedio de incremento & reclutamiento & mortalidad), ML = modelo logarítmico]

Parcela	Tipo de Bosque	Epoca	rT, %yr ⁻¹ , ML	mT, %yr ⁻¹ , ML	iABR, %yr ⁻¹ , ML	mAB, %yr ⁻¹ , ML	rAB, %yr ⁻¹
Cusco Amazónico 1E	Terraza Aluvial Vieja	89-03	2.583	2.115	2.445	1.859	2.152
Cusco Amazónico 1U	Terraza Aluvial Vieja	89-03	2.515	1.874	2.360	1.861	2.110
Cusco Amazónico 2E	Terraza Aluvial Vieja	89-03	2.642	2.236	2.970	2.115	2.543
Cusco Amazónico 2U	Pantano Estacional	89-03	2.744	2.503	2.673	2.349	2.511
Tambopata 0	Terraza Reciente	83-03	2.564	2.162	2.472	2.365	2.418
Tambopata 1	Terraza Aluvial Vieja	79-03	2.188	1.649	1.920	1.719	1.819
Tambopata 2	Pantano (0.6ha)	83-03	0.897	1.104	N/D	N/D	N/D
Tambopata 2	Arcilloso (0.4ha)	83-03	2.466	2.382	2.643	2.296	2.470
Tambopata 3	Altura Arenoso Arcilloso	83-03	2.394	2.552	2.675	2.318	2.496
Tambopata 4	Terraza Reciente	83-03	2.782	1.607	2.076	1.320	1.698
Tambopata 6	Altura Arenoso Arcilloso	83-03	2.311	2.526	2.578	2.260	2.419
Tambopata 7	Altura Arenoso Arcilloso	01-03	1.704	1.661	2.858	1.403	2.281
Promedio ± 95% C.I.			2.316 ± 0.288	2.031 ± 0.246	2.516 ± 0.176	1.988 ± 0.215	2.265 ± 0.163

Figura 1. Parámetros de tallos (izquierda) y parámetros de área basal (derecha). Los gráficos representan promedios de todas las parcelas y un intervalo de confianza del 95% para los parámetros estáticos (encima) y los parámetros dinámicos (debajo). Note las escalas: reclutamiento de tallos e incremento del área basal generalmente exceden la mortalidad de los tallos y disminución del área basal.



Hipótesis (a) se puede probar solamente a plenitud a través del tiempo con un análisis

futuro pan-Amazonia de los patrones desde el 2000. Mientras tanto, la hipótesis (b) tiene

cierto sustento, pues es consistente con los registros que muestran una sequía excepcionalmente severa en el 2003 (la precipitación mas baja en la estación seca en los últimos 10 años) y nuestras observaciones directas al final de la temporada seca en el 2003 de que algunos árboles mueren evidentemente por el stress de la sequía. Análisis a largo plazo más allá del tiempo de vida de este proyecto van a enfocarse en modelos estadísticos de (1.) la imagen del momento y (2.) del cambio en las funciones de la biomasa del bosque, dinámicas, grupos funcionales y composición florística. Otro trabajo financiado (ejm., a través de la UK Natural Environment Research Council) ha desarrollado un marco de pruebas con las cuales exploraremos mecanismos potenciales que generan los cambios observados en el sur-este peruano y en otras partes y están validando las imágenes de satélite de alta resolución para monitorear las dinámicas del dosel de los árboles a lo largo de la región entera.

CONCLUSIONES

Este estudio ha proporcionado evidencia de la variabilidad espacial en la dinámica de la biomasa y balance del carbono de la Amazonia contemporánea, así como tendencias a largo plazo de los bosques tropicales maduros. Estos resultados ilustran la importancia de un suficiente muestreo dentro de las regiones y a lo largo de un rango climático y edáfico completo en la Amazonia para poder entender mejor los procesos regionales de dinámicas de carbono y biomasa. Ahora como tenemos una base de 11 parcelas permanentes a largo plazo en la región, monitoreados para un total de casi 200 hectáreas-años, futuros censos nos van a permitir monitorear cambios en esta región con mucha mayor confianza que ha sido posible hasta la fecha. El apoyo de NGS durante la última década para la red de parcelas aquí y en otras partes de la región Amazónica ha hecho una gran diferencia para el entendimiento científico de los fenómenos de la dinámica de los bosques y del cambio global.

BIBLIOGRAFÍA

- Baker T. et al. 2004a.** Increasing biomass in Amazonian forest plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B* 359: 353-365.
- Baker, T. et al. 2004b.** Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. *Global Change Biology* 10: 545-562.
- Bitterlich, W. 1996.** *Spiegel - Relaskop: Manual.* Feinmechanische-Optische, Salzburg, Austria. 28pp.
- Dallmeier, F. 1992.** *Long-term monitoring of biological diversity in tropical forest areas*, M.A.B. Digest 11. UNESCO, Paris).
- Eva, H.D. et al. 1999.** *Vegetation Map of South America, Scale 1:5M*, TREES Publications Series D, N°2, EUR EN 18658, EC, Luxembourg.
- Gentry, A. 1988.** Tree species richness of upper Amazonian forests. *Proc. Natl. Acad. Sci., U.S.A.* 85: 156-159.
- Lewis, S.L., Malhi, Y., & Phillips, O.L. 2004b.** Global change and tropical forest dynamics: a framework for evaluating causal mechanisms. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B* 359: 437-462.
- Lewis, S.L. et al. 2004a.** Concerted changes in Amazon forest biomass, stem dynamics, and basal area change. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B* 359: 421-436.
- Malhi, Y. et al. 1998.** Carbon dioxide transfer over a Central Amazonian rain forest. *J. Geophys. Res. Atm.* 103: 31593.
- Phillips, O.L. et al. 1998.** Changes in the carbon balance of tropical forest: evidence from long-term plots. *Science* 282: 439-442.
- Phillips, O.L. et al. 2004.** Pattern and process in Amazon forest dynamics, 1976-2001. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B* 359: 381-407.
- Rayner, P., et al. 1999.** Reconstructing the recent carbon cycle from atmospheric CO₂, d¹³C and O₂/N₂ observations. *Tellus*
- Ruokolainen, K. & Tuomisto, H. (1998).** Vegetación natural de la zona de Iquitos. In Kalliola, R. & Paitán, S.F. (Eds.) *Geoecología y Desarrollo Amazónico*. Turku, Finland.
- Swaine, M., Lieberman, D., & Putz, F. 1987.** The dynamics of tree populations in tropical forests: a review. *J. Trop. Ecol.* 3:359-66.