

ACTA CIENTÍFICA

TABLA DE CONTENIDO

EDITORIAL	1
ENSAYOS	
La biofilia: punto de encuentro con el planeta..... <i>Zoralis Pérez González</i>	3
Los Bosques del Encanto	5
<i>Tamara E. Pérez Hernández</i>	
La importancia de El Yunque para Puerto Rico	7
<i>Noelia Prieto Avilés</i>	
Los niños y los bosques	9
<i>Stephan R. Candelario DeConinck</i>	
¿Qué es y cómo nos afecta el calentamiento global?	11
<i>Francisco Maldonado Andréu</i>	
¿Cómo podemos contribuir a la reducción del cambio climático?	13
<i>Isatis M. Cintrón Rodríguez</i>	
La contaminación del agua	15
<i>Lizabeth León Arroyo</i>	
La contaminación del agua	17
<i>Jordánalys Berríos Colón</i>	
La contaminación del agua	19
<i>Lee S. Vega Santiago</i>	
ARTÍCULOS	
Apuntes en torno a la influencia humana en la historia natural de Vieques desde la perspectiva forestal (1797-1940)	21
<i>Carlos M. Domínguez Cristóbal</i>	
Presencia del tabonuco (<i>Dacryodes excelsa</i>) en el acontecer histórico de Puerto Rico	33
<i>Carlos M. Domínguez Cristóbal</i>	
El rol del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical en el proyecto de la selección del árbol municipal oficial de los pueblos de Puerto Rico	39
<i>Carlos M. Domínguez Cristóbal</i>	

Acta Científica

ASOCIACIÓN DE MAESTROS DE CIENCIA DE PUERTO RICO

Editor

Ariel E. Lugo

Editor de producción

Evelyn Pagán

Oficial administrativo

Mildred Alayón

ACTA CIENTÍFICA es la revista multidisciplinaria de la Asociación de Maestros de Ciencia de Puerto Rico. **ACTA** considera para su publicación, trabajos originales en cualquier área de la ciencia, a saber, física, química, bioquímica, zoología, botánica, ecología, biomédica, medicina, ciencias terrestres, ciencias atmosféricas, psicología del comportamiento, tecnología farmacéutica o matemáticas. Un *artículo* describe un estudio completo y definitivo. Una *nota* es un proyecto completo, pero más corto, que se refiere a hallazgos originales o importantes modificaciones de técnicas ya descritas. Un *ensayo* trata aspectos relacionados con la ciencia, pero no está basado en resultados experimentales originales. Una *revisión* es un artículo que comenta la literatura más reciente sobre un tema especializado.

Los manuscritos deben ser enviados en triplicado al Editor, quien los someterá a revisión crítica de revisores en área de ciencia concernida. La aceptación de trabajos debe ser escritos en español e inglés. El requisito de manuscritos enviados para publicación que el mismo no es ni ha sido presentado a otra revista científica. Contribuciones a la revista deberán ser dirigidas al Editor.

Ariel E. Lugo
Editor Acta Científica
Instituto Internacional de Dasonomía Tropical
Servicio Forestal
Calle Ceiba 1201
Jardín Botánica Sur
Río Piedras, Puerto Rico 00926-1119

Para asegurar la consideración de su manuscrito, se aconseja prepararlo de acuerdo a las siguientes INSTRUCCIONES PARA AUTORES:

PORTADA

Gráfica del patrón de lluvia medido por 20 años en un área de investigación en el Bosque Experimental de Luquillo, también conocido como el Bosque Nacional de El Yunque. La importancia de esta gráfica es que se obtienen distintos resultados dependiendo de que años se consideren para buscar tendencias en el aumento o disminución de la lluvia. Cada punto representa un año de lluvia y las líneas sólidas reflejan tendencias estadísticamente significativas. Más detalles en el artículo por Heartsill Scalley *et al.*, en este número de Acta.

- Los trabajos deben ir acompañados de un resumen en español y un *abstract* en inglés, escrito a doble espacio y en hojas separadas, encabezadas por el título completo del trabajo traducido al español y al inglés en cada caso. El título debe ser informativo y corto, generalmente no más de 12 palabras. El autor debe indicar un título más breve (no más de 40 letras), en el mismo idioma del trabajo, para ser utilizado como encabezamiento de cada página (*running head*).
- Las figuras y las fotografías deben identificarse en el reverso a lápiz con el número que le corresponde, el nombre del primer autor y título del trabajo. Debe presentarse una lista de figuras junto con las leyendas de cada una, mecanografiadas a doble espacio en hojas separadas del artículo.
- Las tablas deben: mecanografiarse a doble espacio, presentarse cada tabla en hojas separadas, consecutivamente, tener un título breve, y ser precisas. No deben repetir material en tablas y en figuras.
- Los autores deben usar el sistema métrico para sus medidas. Consúltese el Sistema Internacional de Unidades (SI) como guía en la conversión de sus medidas. Al redactar texto y preparar figuras, nótese que el sistema internacional de unidades requiere: (1) el uso de términos masa o fuerza en vez de peso; (2) cuando una unidad es expresada en denominador, se debe utilizar el sólido (g.g., g/m²); para dos o más unidades en un denominador, use el sólido y un decimal (e.g., g/m².d); y, (3) use la "L" como el símbolo de litro.
- Compagine las partes de su manuscritos en este orden: página de título, abstracto, texto, agradecimiento, literatura citada, anejos, tablas, leyendas de figuras, y figuras: Enumere todas las páginas.

En general recomendamos a los autores acompañar el texto del trabajo con una lista de todos los anejos, figuras, fotografías, tablas, etc.

ACTA proveerá 25 separatas de cada artículo libre de costo. El autor principal recibirá las separatas y podrá ordenar copias adicionales al momento de devolver las pruebas de galeras.

El editor es responsable de los comentarios y editoriales que aparezcan sin firma. Las opiniones expresadas no son necesariamente aquellas de la Asociación de Maestros de Ciencia de Puerto Rico, ni obligan a sus miembros. Los lectores están cordialmente invitados a expresar sus opiniones en la sección Cartas al Editor. Esta revista no tiene propósitos comerciales y no produce beneficio económico alguno a sus editores.

**ASOCIACIÓN DE MAESTROS DE CIENCIA DE PUERTO RICO
JUNTA DE DIRECTORES 2008-2009**

Presidenta
Presidente electo
Presidenta saliente
Secretario
Secretaria ejecutiva
Tesorera

Profa. Egda Morales
Dr. Ricardo Morales
Prof. Jacqueline López
Prof. Daniel Vázquez
Profa. Lucy Gaspar
Profa. Hilda Miranda

REPRESENTANTES DE CAPÍTULOS REGIONALES

MIEMBRO EX-OFICIO
Prof. Luis Jiménez

COLABORADORES
Profa. Marta R. Fortis
Profa. Elena Maldonado
Profa. Betzaida Ortiz
Profa. Nilda Doris Ramos

ASESOR
Dr. Ariel E. Lugo

Para comunicarse con la Asociación de Maestros de Ciencia o suscribirse a Acta Científica comuníquese con:

Asociación de Maestros de Ciencia
PO Box 362007
San Juan, Puerto Rico 00936-2007

EDITORIAL

Este es el volumen 20 de **Acta Científica**, representando 20 años de publicación de la revista. Celebramos este logro a pesar de que hay que reconocer que la revista se publica con varios años de retraso debido a dificultades para obtener artículos y también enfrentamos obstáculos en la producción. Este número debe ser de gran interés para los maestros y estudiantes de ciencia. Contiene varias contribuciones de dos prolíficos contribuyentes de **Acta**, el historiador Carlos M. Domínguez Cristóbal y el forestal Frank H. Wadsworth. Además este número de **Acta** publica los ensayos ganadores del certamen del Día Internacional del Planeta Tierra que auspició el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. Estos son los primeros trabajos bajo la autoría única de estudiantes de Escuela Superior que publicamos en **Acta**. Otra contribución interesante es el artículo sobre la química de la lluvia y los patrones a largo plazo de la lluvia que se mide en El Yunque. El récord a largo plazo de lluvia y su química, que incluye 20 años de estudios detallados, contiene fascinantes historias sobre cómo allí se detectan las explosiones de volcanes en el Caribe, el polvo que proviene del Sahara y otros fenómenos como los huracanes y las sequías que influyen el comportamiento de los bosques de Puerto Rico. Los resultados de este artículo serán de utilidad para detectar los cambios climáticos que potencialmente afectarán a nuestros bosques y a la sociedad misma.

Ariel E. Lugo
Editor

LA BIOFILIA: PUNTO DE ENCUENTRO CON EL PLANETA

Zoralis Pérez González
Escuela Secundaria
Universidad de Puerto Rico

La gente ha perdido el respeto por la naturaleza. Contaminan, deforestan, explotan, gastan todo lo que encuentran en su camino al “progreso”. Pocos quieren hacer algo al respecto, porque están cómodos. No desean asumir la responsabilidad que conlleva vivir en equilibrio con la naturaleza. ¿Acaso quedó atrás la Hipótesis de la Biofilia (Wilson 2003; Kellert, & Wilson 1993) que nos distingue como especie?

La vida como la conocemos es el producto de miles de millones de años de relaciones de interdependencia entre la materia y la energía. El balance creado por estas relaciones ha sido quebrantado por acciones irresponsables de la humanidad. La contaminación desmesurada del aire, el suelo y el agua afectan en gran manera muchos procesos del ambiente, más aún, las relaciones que nos enlazan con las especies y con los procesos naturales.

Cada vez sentimos más cómo los cambios climáticos reflejan un calentamiento del planeta resultado del efecto invernadero (Gore 2007). El problema que enfrentamos hoy es que cada día hay más y más deforestación. Los contaminantes no pueden ser removidos por procesos naturales, como puede ser la fotosíntesis y la respiración celular. La contaminación de los componentes naturales no solo afecta al ambiente, sino a los organismos que habitan en él. Públicamente, se maneja el deterioro ambiental como si fuera una “crisis”, porque no es conveniente para los países con poder adquisitivo y poder decisional. Sin embargo, ¿por qué no se maneja de igual forma nuestra relación con el ambiente? ¿Por qué no se enfrentan con urgencia nuestras “crisis ambientales”?

Las relaciones humanas con el ambiente son cada vez más susceptibles y ambivalentes (Wilson, 2003). El ser humano está suspendido entre ideales antepuestos: naturaleza - máquinas, bosque – ciudad, natural – artificial. Esto denota el desequilibrio en este mundo. Los “horrores en miniatura” que cada persona genera en su entorno se multiplican exponencialmente en todo el planeta. Las noticias sobre huracanes, lluvias, inundaciones, derretimiento glaciar y enfermedades devastadoras llaman la atención, pero no despiertan la conciencia, no mueven a la acción. En el momento, asombro. Luego, como si nada hubiese pasado. Hoy, indignados. Mañana, de brazos cruzados.

Dejemos a un lado nuestros intereses económicos, nuestro egocentrismo y nuestra ambición de poder, y trabajemos juntos para tratar de reparar el daño que le hemos hecho al planeta. Más aún, a nosotros mismos. La Tierra no nos pertenece, no es nuestra propiedad, como para hacer con ella lo que se nos haga más fácil y conveniente. Nos corresponde tomar acción para atender el problema que hemos generado.

El tiempo para pensar se acabó. Es imperativo educar y actuar sobre la importancia de respetar la vida y el ambiente. Es importante enseñar que proteger el ambiente no es un estilo de vida o una moda, sino nuestra responsabilidad como seres humanos. Es tan simple como reciclar, apagar las luces y enseres que no estés utilizando, utilizar el papel moderadamente, caminar y utilizar transporte público lo más posible, y comer frutas y vegetales. Cambiemos nuestro rumbo y nuestras acciones. El planeta no necesita más daño, no necesita más “progreso”. Necesita gente que lo conozca, lo respete y lo ame. Necesita gente que siembre,

recicle, conserve, reconstruya, cambie, repare, defienda, proteja y ame. El objeto de reflexión obliga a examinar nuestra biofilia. ¿Existen problemas ambientales o problemas con el ambiente generados por el ser humano (Ortiz 2008)? Así como plantea John Sawhill, ex-presidente de The Nature Conservancy, “*Una sociedad se define, no sólo por lo que crea, sino por lo que se niega a destruir.*” La tendencia a seguir debe ser favorecer la vida y la reconciliación con la naturaleza.

REFERENCIAS

- Campbell, N., Mitchell, L. y Reece, J. 2001. Biología: conceptos y relaciones. Tercera edición. Pearson Education, Mexico, Argentina, Brazil, Colombia.
- Gore, A. 2007. An inconvenient truth: the crisis of global warming. Viking and Rodale, Inc. New York.
- Kellert, S. y Wilson, E. 1993. The Biophilia Hypothesis. Island Press.
- Ortiz, C. 2008. El Calentamiento global como ventana de oportunidad...: las luchas comunitarias y el proceso de política pública ambiental en Puerto Rico”. Charla ofrecida en el anfiteatro #1 de la Facultad de Educación de la UPR-RP. Proyecto de Investigación Científico/Social: Conocer y manejar el calentamiento global desde la comunidad. Pearson Education Caribbean.
- Wilson, E. 2003. Biophilia: the human bond with other species. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, and London, England.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Photosynthesis#Evolution>
- <http://photoscience.la.asu.edu/photosyn/study.html>
- <http://www.grinningplanet.com/6001/environmental-quotes.htm>

LOS BOSQUES DEL ENCANTO

Tamara E. Pérez Hernández

Escuela Secundaria

Universidad de Puerto Rico

La vigésimo primera edición del Diccionario de la Lengua Española define el vocablo *bosque* como “sitio poblado de árboles y matas”¹. Sin embargo, un bosque es mucho más que eso: es fuente de vida, fuente principal de productos madereros y lugar de desarrollo social y emocional. A pesar de identificar varios beneficios que nos brindan los bosques, el ser humano ha adoptado prácticas negligentes, afectando la visión de la nueva generación de una interacción saludable con el ambiente.

Primeramente, algunos denominan los bosques “pulmones de la Tierra”, haciendo referencia al proceso de fotosíntesis mediante el cual, utilizando la energía de la luz para producir su alimento, las especies del reino vegetal transforman el bióxido de carbono desechado por los humanos en el oxígeno que la fauna necesita para sobrevivir. Además, estos ecosistemas son hábitat de nuestra biodiversidad, de gran importancia por su “valor ecológico, educativo, histórico, cultural, científico y estético para el pueblo de Puerto Rico y el mundo entero” (U.S. Fish and Wildlife Service 2007).

En segundo lugar, debemos reconocer a nuestros bosques como fuente principal de productos madereros. El uso consciente y controlado de tan importante recurso natural para la manufactura de muebles y creación de artesanías podría resultar beneficioso a escala comercial y cultural. Es fundamental desarrollar una consciencia colectiva de independencia y autosuficiencia simultáneamente.

Finalmente, los bosques proporcionan un ambiente de sana convivencia humana. A escala social, actividades de recreación realizadas al aire

¹Real Academia Española. (1992). *Diccionario de la Lengua Española*. (21ra Edición). Madrid: Espasa Calpe.

libre fomentan el desarrollo de las relaciones tanto “persona-persona” como “persona-ambiente”. Además de ofrecer beneficios para la salud física del ser humano, los bosques suelen ser frecuentados como lugares que propician la salud emocional y psicológica. Los bosques representan un espacio terapéutico natural propicio para alcanzar paz mental, tanto individual como colectivamente.

A pesar de los esfuerzos de organizaciones como “Yo limpio a Puerto Rico”, la Sociedad Eco-Ambiental de la Universidad de Puerto Rico y el Fideicomiso de Conservación, estos ecosistemas se encuentran bajo la inminente amenaza del germen de la contaminación y el monstruo devorador de la deforestación. Según el Fideicomiso de Conservación², más del 10 por ciento de las 225 especies endémicas que habitan nuestros bosques se encuentra en peligro de extinción. Resulta alarmante que sólo un 7.2 por ciento de los terrenos de la Isla están protegidos por ley actualmente. Otro factor determinante en la destrucción acelerada de nuestros bosques es el cambio que experimentó Puerto Rico a principio del Siglo XX: la transición de una sociedad agrícola a una industrial. Éste provocó el uso inapropiado de los terrenos (en beneficio de las inversiones) de desarrollo industrial y de viviendas. Ejemplos de esto lo son la otorgación de permisos por parte de la Junta de Planificación Ambiental³ para la construcción de proyectos residenciales en Montehiedra (a costa de la deforestación del bosque caimiteño) y la exclusión de la comunidad de Punta

²Fideicomiso de Conservación (2007). *Cómo Conservar*. Consultado el 11 de marzo de 2008. <http://www.fideicomiso.org/espanol/index.asp>.

³La Junta de Planificación es la agencia gubernamental puertorriqueña reguladora de la permisología para el desarrollo residencial, industrial y comercial.

Miguelito de la Reserva Natural del río Espíritu Santo para el desarrollo de un mega-proyecto hotelero (arrasando con un bosque de mangle).

Todos estos desaciertos han impedido el cese de la destrucción de los bosques y ha excluido a nuestra juventud del proceso de mejoramiento socio-ambiental del país. Ante semejante cuadro, podríamos aplicar la famosa línea: “¿Qué nos pasa, Puerto Rico?”. En conclusión, es nuestro deber como puertorriqueños y parte esencial del conjunto biológico que llamamos naturaleza, que preservemos nuestros bosques. Además, les daremos el ejemplo a nuestros niños de la importancia que debe dársele a la conservación de nuestros bosques. El legado más valioso para el futuro de nuestra patria y las próximas generaciones será que puedan disfrutar de la “Isla del Encanto” con la cual todos soñamos.

REFERENCIAS

- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. 2006. Los bosques. Consultado el 11 de marzo de 2008. <http://www.drna.gobierno.pr/biblioteca/publicaciones/hojas-de-nuestro-ambiente>.
- Fideicomiso de Conservación. 2007. Cómo conservar. Consultado el 11 de marzo de 2008. <http://www.fideicomiso.org/espanol/index.asp>
- Real Academia Española. 1992. Diccionario de la Lengua Española. (21ra Edición). Madrid: Espasa Calpe.
- Tierramérica. 2001. Ecosistemas de los bosques. Consultado el 11 de marzo de 2008. <http://www.tierramerica.net/2002/0271/losabias.shtml>
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2007. Especies en peligro de extinción de Puerto Rico e Islas Vírgenes Americanas. Consultado el 11 de marzo de 2008. http://www.fws.gov/caribbean-ecoteam/Espanol/especies_FS_ESP.pdf

LA IMPORTANCIA DE EL YUNQUE PARA PUERTO RICO

Noelis Prieto Avilés
Escuela Secundaria
Universidad de Puerto Rico

Un bosque es definido como un espacio extenso poblado de árboles y matorrales. A través del mundo entero, existen miles de bosques, abundantes en diferentes clases de fauna y flora, que componen una gran parte del ecosistema planetario. En Puerto Rico, una isla tan pequeña en comparación con la mayoría de los otros países, se pueden encontrar al menos unos 20 bosques principales. Cada uno de estos bosques contribuye de manera indispensable al balance ambiental que la Isla debe tener. El Bosque Nacional del Caribe, mejor conocido como El Yunque, es uno de los bosques esenciales para sustentar la salud ambiental de Puerto Rico en términos atmosféricos, ecológicos y económicos (FAO 1988).

De El Yunque depende, en gran medida, el desarrollo del clima y el equilibrio atmosférico de Puerto Rico. Las altas cantidades de bióxido de carbono que se liberan hacia la atmósfera diariamente afectan gravemente el clima global. Se ha comprobado que las plantas –por ende, los bosques- son medios de reducción de CO₂. Son medios naturales y muy efectivos, especialmente los bosques tropicales. El Yunque es el único bosque tropical en el Sistema de Bosques Nacionales de E.U., y se distingue excepcionalmente por su clima estable anual. Es por esta razón que a El Yunque se le reconoce como “el pulmón” de Puerto Rico (Johnson 2008).

Más allá de los beneficios climatológicos que provee este bosque, en él se puede encontrar una variedad de flora y fauna endémica, la cual aporta al valor ecológico tanto como al cultural. En El Yunque se encuentran miles de plantas nativas, entre ellas 240 especies de árboles diferentes, de los cuales 88 son endémicas. Además, muchos animales

como el coquí, la cotorra y la boa puertorriqueña son animales que no se encuentran en ningún otro país. Debido a los cambios climáticos de un área terrestre, las plantas y los animales que ahí habitan varían, evolucionan y se adaptan, pero en muchas ocasiones también se limitan. En El Yunque, el clima no cambia drástica ni extremadamente. Este se reconoce mayormente por su amplia biodiversidad. La flora compone el hábitat para nuestra fauna y, en el caso de las especies que se encuentran en peligro de extinción, ésta resulta ser especialmente vital. En fin, cada una de las especies exóticas que se encuentran en El Yunque es muy significativa para los habitantes de Puerto Rico.

El Yunque, además de ser una reserva ecológica, cuenta con numerosas áreas de recreación y educación, las cuales son importantes para el desarrollo del turismo en la Isla. El Yunque es visitado durante todas las épocas del año por familias y jóvenes tanto de Puerto Rico, como de otros países. Durante ciertos horarios, los visitantes pueden disfrutar de excursiones de interés por los lugares más interesantes, escondidos en el inmenso bosque. A través de todo el bosque se pueden encontrar numerosos ríos y cascadas donde las familias pueden compartir. Este tipo de atracción (natural) es lo que vienen a buscar muchos de los turistas que visitan a Puerto Rico.

Podemos llegar a la conclusión que es indudable la importancia de El Yunque, al igual que la del resto de los bosques que se encuentran en esta Isla y en el mundo. Las personas, especialmente los jóvenes, deben estar muy informados acerca de los daños que están ocurriendo en estas áreas. De este modo cada cual puede contribuir para su protección y ayudar a conservarlos. Cuando los niños son llevados a

El Yunque desde pequeños, van aprendiendo el gran valor que poseen nuestras reservas naturales. Esto ayuda a que se conviertan en puertorriqueños solidarios con la naturaleza.

REFERENCIAS

Ecosofía. 2007. ¿Salvados por el verde?. http://ecosofia.org/2007/07/salvados_por_el_verde.html

FAO. 1988. ¿Cómo pueden contribuir los bosques y las industrias forestales a reducir el exceso de anhídrido carbónico en la atmósfera? (No. 163). <http://www.fao.org/docrep/u0700S/u0700s04.htm>

Johnson, P. 2008. Puerto Rico journey: The El Yunque rain forest. <http://www.iit.edu/~PR/elyunque.html>

LOS NIÑOS Y LOS BOSQUES

Stephan R. Candelario DeConinck
Escuela Basilio Milán Hernández

En el siglo 16, la isla de Puerto Rico contaba con 890,000 hectáreas de bosques en su superficie, según datos obtenidos del United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service. La mayor parte de los árboles que se encontraban en nuestras costas fueron cortados para utilizar su madera como leña y material de construcción, abriendo para a las tierras utilizadas para cultivo y ganadería. Esto, sumado a otros factores, ha desencadenado un problema severo de deforestación en Puerto Rico. ¿Conocemos los factores que afectan a nuestros bosques y sus consecuencias? ¿Cuántos bosques existen en Puerto Rico y qué beneficios nos ofrecen? Los niños de hoy y del mañana tienen derecho a disfrutar de la belleza de los bosques. ¿Estamos haciendo algo por conservarlos o estamos siendo egoístas?

A finales del siglo 19, los bosques en Puerto Rico se redujeron a solamente 182,000 hectáreas. Según FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), para el 1990 solamente el 29 por ciento de nuestro territorio estaba bajo manejo forestal. No es necesario tener acceso a todas las estadísticas para entender que en Puerto Rico cada vez es menos el color verde que nos rodea. Sólo basta con salir a recorrer la Isla para ver que donde antes había árboles, vegetación y animales, ahora se ven casas de cemento, hoteles, centros comerciales y carreteras en progreso. Este es el factor principal para que los bosques estén desapareciendo, el desarrollo desmedido de la tierra, el urbanismo, el cual a su vez es causado por el aumento en la población. Pero éstos no son los únicos dos factores que afectan las áreas forestales. A nuestro alrededor tenemos la contaminación ambiental, de la cual nosotros somos responsables principales. Las consecuencias son lógicas: calor excesivo, mayor erosión en nuestras costas, las sombras escasean, la purificación del aire se afecta, las inundaciones y los efectos de los huracanes son más notables.

Dentro del 29 por ciento del territorio bajo el manejo forestal se encuentran 21 bosques, 20 son estatales y uno es federal. Puedo mencionar cuatro bosques que se distinguen: Cambalache, por su topografía cársica; el Bosque Seco de Guánica, alberga la mayor diversidad de especies; El Yunque, que es una Reserva Federal; y el Urbano del Nuevo Milenio, por ser uno de los últimos pulmones del área metropolitana. Estos bosques representan todos los climas presentes en nuestra Isla. Todos ofrecen grandes beneficios: sus árboles proveen combustible, alimentos, aíslan ruidos, ahorran energía, conservan cuerpos de agua, embellecen el paisaje, sirven para recreación pasiva, son hogares para la vida silvestre. ¿Necesitamos más razones para protegerlos?

“Si el ritmo del crecimiento urbano continúa así, todas las áreas verdes remanentes en Puerto Rico se convertirán en suburbanas dentro de unos 70 años” – María Juncos, directora del Centro para Desarrollo Sustentable de la Universidad Metropolitana en San Juan. Esta cita resume hacia dónde nos dirigimos si no creamos conciencia. Un ejemplo a seguir es el comité ambientalista Casa Pueblo, formada por voluntarios (vecinos, estudiantes y profesionales) que creó una reserva natural de 251 km en Adjuntas. Esta organización, que no acepta asistencia del gobierno, involucra a toda la comunidad y a los niños, ayudando a crear conciencia sobre la importancia de su relación con los bosques y el ambiente que nos rodea.

Imagino los niños de próximas generaciones formando fila para disfrutar un poco de sombra, entrando en cápsulas de cristal para respirar aire puro y conociendo los árboles, sólo por cuentos, como si fuesen una leyenda...No es bonito ¿Verdad?. Los niños se merecen la oportunidad de conocer y disfrutar los bosques de nuestra Isla. No seamos egoístas hoy y pensemos en el mañana.

¿QUÉ ES Y CÓMO NOS AFECTA EL CALENTAMIENTO GLOBAL?

Francisco Maldonado Andréu
Escuela Secundaria
Universidad de Puerto Rico

En la actualidad no debe existir persona que no haya escuchado, sin implicar que lo entienda y sepa realmente a qué se refiere el término, calentamiento global. No se debe confundir el término cambio climático con calentamiento global. El cambio climático es un fenómeno completamente natural que a través del tiempo ha permitido la existencia del ser humano. Por su parte, el calentamiento global es el cambio abrupto en las temperaturas de la Tierra. A partir de la década de los cincuenta no se ha visto ninguna disminución de temperaturas del planeta. Entonces surgen las interrogantes: ¿A qué se debe tan extraño y repentino fenómeno?, ¿Cómo nos afecta o afectará éste? y, sobre todo, ¿Quiénes son los responsables?

A raíz de estos planteamientos han surgido muchas discrepancias y apreciaciones. En un principio se pensaba que simplemente se trataba de un patrón o ciclo climático de la naturaleza. El continuo aumento de la temperatura terráquea llevó a muchos científicos a conclusiones diferentes, este cambio climático incesante no podía ser un simple ciclo de la naturaleza. En el siglo XIX y XX los humanos nos vimos enfrentados con un nuevo furor excesivo y mal practicado por el urbanismo, el industrialismo y todo aquello que “le facilitaba la vida al hombre”. Pero el hecho real es que, a causa de éstos, las emisiones de gases invernadero han aumentado de forma significativa. Entonces surge otra interrogante: ¿Qué son los gases invernadero?

Los gases de invernadero son gases que pueden ser de origen natural como el vapor del agua, el dióxido de carbono, el metano, óxidos de nitrógeno y el ozono y gases de origen antropogénico, como los clorofluorocarburos. Estos son los responsables de que se lleve acabo el efecto invernadero necesario

para retener parte de la energía solar y permitir que en la atmósfera haya una temperatura adecuada. El problema real es que la emisión excesiva de estos gases antropogénicos hace que los rayos solares penetren con mayor intensidad la Tierra y permanezcan atrapados en la atmósfera, causando exceso de calor en el globo terráqueo.

A pesar de estos hechos, existe mucho escepticismo con relación al tema ya sea por ignorancia, intereses personales o la simple incredulidad. Pero, ¿Es o no es cierto que cada día los huracanes son más fuertes y constantes, que las sequías arrasan el mundo, que fuegos devastadores surgen repentinamente en muchos lugares, que la escasez de agua deja a millones sin servicios y recursos necesarios para su existencia, que lluvias e inundaciones severas frecuentan donde quiera y que los polos cada día se hacen más pequeños?

Podríamos pensar cómo somos nosotros, los humanos, responsables de estos hechos. Son tres factores fundamentales los que aumentan los gases invernadero: el exceso de la quema de combustible fósil, la deforestación y la destrucción ambiental y la sobre población, que conlleva el exceso de consumo, la demanda desmedida y la creación de desperdicios. El calentamiento global no es un mito ni son simples hechos aislados. Es un problema social, moral e inclusive, político y económico, que nos afecta a todos por igual.

Frente a estos cambios, los humanos tenemos el deber de adaptar nuestros estilos y formas de vida a unos que tengan un menor impacto negativo en la Tierra. Me pregunto, ¿Qué estamos esperando para actuar? El trabajo que se requiere para ver un cambio positivo no es simple ni poco, pero es

posible y si todos tenemos un compromiso con el bien de nuestro presente y futuro, tenemos que actuar ya.

REFERENCIAS

Causas del calentamiento global y efectos en el mundo. Documental Omnilife Calentamiento Global. Recuperado el 10 de marzo de 2008 de <http://www.youtube.com/watch?v=842L9oPT62M>

Cursos Especialistas en Estudios Sociales de la Ciencia e Innovación Tecnológica. Presión científica contra el cambio climático en el nombre del planeta. Recuperado el 22 de febrero de 2008 de www.campusoei.org/cursos

Estadísticas sobre los efectos del calentamiento global en el futuro. Recuperado el 13 de marzo de 2008 de <http://www.nature.org/?src=t1> el

Estadísticas sobre los efectos del calentamiento global en el presente. Recuperada el 13 de marzo de 2008 de http://www.hmtreasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm

Encuestas sobre el conocimiento del calentamiento global en el mundo. Recuperada el 12 de marzo de 2008 de http://answers.vizu.com/solutions/pr/pdf/Global_Warming_Report.pdf

Información sobre el efecto de invernadero. Recuperado el 12 de marzo de 2008 de http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming

Información sobre los cambios climáticos. Recuperado el 10 de marzo de 2008 de http://en.wikipedia.org/wiki/Climate_change

Méndez Tejada, R. 2008. “Algunos indicadores de cambio climático en Puerto Rico” Charla ofrecida en el anfiteatro #1 de la Facultad de Educación de la UPR-RP. Proyecto de Investigación Científico/Social: Conocer y manejar el calentamiento global desde la comunidad. Pearson Education Caribbean.

Periódico Diálogo (diciembre-enero 2007). “Direcciones para un futuro sustentable” Autor: Edmaris Otero Jover.

¿CÓMO PODEMOS CONTRIBUIR A LA REDUCCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO?

Isatis M. Cintrón Rodríguez
Escuela Secundaria
Universidad de Puerto Rico

El cambio climático es un hecho y el reloj ya empezó a correr en contra de nosotros. Nuestra vulnerabilidad¹ ante este proceso es extrema, pues el clima conforma y determina nuestro ambiente. Cualquier variación de temperatura, humedad o vientos tiene repercusiones directas sobre nosotros. Por esta razón, nos afectamos todos. Es nuestra responsabilidad actuar de inmediato. El cambio climático es más que un súbito calentón. Este proceso, causado por la acumulación excesiva de gases de invernadero, responsables de recibir y expulsar los rayos del sol manteniendo un clima agradable en la tierra, tiene otras consecuencias mucho más preocupantes. El cambio degenerativo comenzó a palpase en nuestro ambiente, naturaleza y sociedad.

El cambio climático alterará eventualmente el orden ambiental, modificando la cantidad y las áreas de precipitación, causando sequías o graves inundaciones en lugares donde no se ha visto antes. Estas alteraciones destruyen los ecosistemas y los habitantes. Cada año perdemos un por ciento de los glaciares, lo que ayuda a alterar la temperatura y el nivel del mar. Esto es alarmante porque además de destruir el ecosistema de nuestras especies, se reduce nuestro pedacito de tierra con el alza en el nivel del mar.

El problema continúa, porque al ser un cambio tan rápido, no hay posibilidad de adaptación a las nuevas temperaturas y ecosistemas. Esto pondría gran parte de los organismos en peligro de extinción, incluyendo a los seres humanos. El cambio climático crea desorden en los animales, los

cuales, por confundir las estaciones, están migrando o reproduciéndose en la época equivocada, perturbando la cadena alimentaria. La vida es un gran ciclo que tiene un orden funcional. El cambiarlo inesperadamente tiene fatales repercusiones, ya que nuestro planeta tiene la capacidad de renovar su orden, pero para ello necesita eliminar todo lo que esté fuera de control para recobrar su balance.

Es increíble que aún haya quienes piensen que esto no tiene relación con ellos, viéndolo muy remoto, sin notar que lamentablemente este proceso ya empezó a hacer estragos en el orden natural. Este es un problema global porque lo que se hace en un país repercute, en otro aunque estén separados por siete mares: vivimos en el mismo planeta. El alza en la temperatura es un hecho. De los últimos siete años, seis se han reportado como los más calientes desde que se recopilan estos datos. La ola de calor terminó con 35,000 personas en Europa. ¿Todavía no hay relación?. Este cambio se espera que esparza plagas y enfermedades a regiones que antes estaban libres de ellas. Debido a la desenfadada deforestación el aire va a ir degradándose, poco a poco y los efectos del cambio agravando pues habrá cada vez menos pulmones para purificar el CO₂ que va a la atmósfera. Igualmente, especies están en peligro. Nos vemos afectados, pues dependemos de ellas y de su mismo ambiente.

Todo esto suena fatalista pero tenemos que aceptar la realidad, comenzar a actuar y pensar proactivamente. Debemos reestablecer nuestras prioridades. Es increíble que pongamos en una balanza economía versus supervivencia. Al fin y al cabo, sin vida, no sirve el dinero. Hay que empezar a buscar soluciones y a hacer una mejor

¹Grado hasta el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del cambio climático- según la PICC

planificación. Existen ya ciertos tipos de soluciones como las fuentes de energía alternas. Es cuestión de investigar y decidir cuál de ellas: hidroeléctrica, eólica, solar, nuclear o biodiesel, se ajusta más a nuestras necesidades locales. Debemos frenar el consumismo y conservar el ambiente. Así se reduce la cantidad de CO₂ que se expulsa en la producción masiva. Es claro que hay daños que son irreversibles, pero todavía estamos a tiempo de hacer la diferencia, ¿Te atreves?.

REFERENCIAS

- Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 2001. "Informe especial sobre impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad". 28/febrero/08. <http://www.ipcc.ch/pub/un/ipccwg2s.pdf>.
- The Climate Group. 2007. About climate change: impacts. 28/febrero/08. <http://theclimategroup.org>.
- Union of Concerned Scientist (UCSUSA). Science of global warming: what we do know about. 26/febrero/08.<http://www.ucsusa.org>.

LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Lizbeth León Arroyo

Escuela Lila María Mercedes Mayoral Wirshing
Distrito Escolar Ponce III

El agua es el recurso natural más importante para la vida; sin embargo, hemos observado cómo con el pasar de los años el mismo ha ido perdiendo su calidad y pureza. La contaminación del agua es uno de nuestros mayores problemas relativos, la misma afecta al mundo entero. Muchos de los arroyos, lagos, ríos están contaminados, algunos en forma peligrosa e incluso hemos contaminado los océanos, por lo que este tema es de gran preocupación a nivel mundial. ¿Cómo se convirtieron algunas de nuestras vías fluviales en fuentes de contaminación y trampas mortales para la vida acuática y humana?. Existen muchas fuentes posibles de contaminación del agua. La disposición de basura y descargas de aguas negras son los principales problemas. El uso de detergentes con gran cantidad de fosfato, los desechos industriales, el petróleo, el aceite y las descargas termales también contaminan nuestros cuerpos de agua frecuentemente. El agua contaminada es un gran riesgo para la salud humana, pues en los desagües puede haber grandes cantidades de bacterias y virus que causan cólera, fiebre tifoidea, disentería, hepatitis y otras enfermedades infecciosas.

Los seres humanos somos tan insensatos que no medimos las consecuencias de nuestros actos, destruimos y contaminamos nuestros recursos naturales sin pensar que al final nosotros también nos afectamos. En nuestro medio ambiente, los recursos están escaseando, el agua esta comenzando a mermar y a faltar en varios países. Prueba de ello es que la Organización Mundial de la Salud (OMS) hizo un estudio que reflejó que en el año 2000, 508 millones de personas vivían, en 31 países afectados por escasez de agua y aproximadamente, 1,100 millones carecían de acceso al agua no contaminada. En muchas regiones las reservas de agua son contaminadas con productos químicos, tóxicos y nitratos.

El mundo sigue en constante cambio y a las personas no les importa ya ver la belleza de nuestra

agua pura y cristalina, ni tampoco se preocupan o posiblemente desconocen, los efectos negativos que conlleva tener contacto o beber agua contaminada. Actualmente las infecciones causadas por agua en malas condiciones producen el 80 por ciento de todas las enfermedades infecciosas. Éstas a su vez matan 1.2 a 2.7 millones de personas al año. Las condiciones de vida antihigiénica derivadas por la falta de este líquido potable producen más de 5 millones de muertos anuales, según un estudio realizado por el Dr. David Pimentel de la Universidad de Cornell.

Actualmente, la causa principal de la contaminación del agua son las descargas directas de desechos domésticos e industriales no procesados en los cuerpos de agua superficiales, según señala el estudio del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Éstas no sólo contaminan los cuerpos de agua sino también los acuíferos de agua subterránea. Con la expansión de la industria, la minería y el uso de agroquímica, los ríos y acuíferos se contaminan con sólidos orgánicos, químicos tóxicos y metales pesados. Éstos incorporan al agua sustancias extrañas que deterioran su calidad y la hacen inútil para los usos pretendidos.

La contaminación es un problema del cual nadie quiere responsabilizarse y que en algunos casos no se percibe hasta que es ya demasiado tarde. No tires basura en donde no debes, cuida tus recursos naturales, especialmente el agua, ya que sin este recurso no puede existir vida. El gobierno debe de asignar más fondos a la investigación científica a desarrollar métodos más efectivos para el tratamiento y descontaminación del agua. También, y quizás más importante aún, es orientar a las personas comenzando en las escuelas sobre las repercusiones que pudiéramos tener en el futuro si continúa este patrón de contaminación. Decídete ya, ¿Cómo quieres que sea el agua que tendrán tus hijos mañana?

LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Jordánalys Berríos Colón
Escuela S.U. Ana Dalila Burgos Ortiz

El agua, recurso invaluable, fuente indispensable para la vida. La gente puede vivir más de un mes sin comer, pero sólo sobrevive durante algunos días sin tomar agua. El agua es fundamental para la buena salud de los seres humanos. El agua es un recurso renovable. Está en circulación constante por medio del ciclo del agua. Sin embargo puede llegar a estar tan contaminada por nuestras actividades, que en vez de ser útil, puede ser nociva para nuestra vida y todo lo que dependa de ella. De acuerdo con la definición de contaminante, se considera que se genera contaminación en el agua por la adición de cualquier sustancia en cantidad suficiente para que cause efectos dañinos mensurables en la flora, la fauna (incluso el ser humano) o en los materiales de utilidad u ornamentales. El agua tiene una gran variedad de usos. El más importante sin duda es tomarla para vivir. La utilidad en el hogar incluye el aseo, la confección de alimentos, fregar, lavar ropa, limpieza en general o mantenimiento, drenaje sanitario, regar las plantas entre otros. En la agricultura el agua es indispensable para que sea productiva. En la industria hay múltiples necesidades en la utilización del agua. Muchas actividades industriales requieren el uso del agua como disolvente en diferentes procesos. Los seres humanos utilizamos el agua de diversas maneras para proveernos recreación activa y pasiva, para beneficio y disfrute.

Con frecuencia el sabor, el olor y el aspecto del agua indican que está contaminada, pero la presencia de contaminantes peligrosos sólo se puede detectar mediante pruebas de laboratorio. La contaminación del agua puede ocurrir por causas naturales o provocadas por causas no naturales geoquímicas y que generalmente no está provocada por el ser humano. Las causas naturales están relacionadas con el proceso de auto purificación de

los cuerpos de agua. Este mecanismo les permite a los ríos, lagos, lagunas, mares y estuarios limpiarse por si mismos. La auto purificación ocurre cuando bacterias y microorganismos actúan sobre los contaminantes que llegan a estos cuerpos de agua. Cuando la cantidad de contaminantes es mayor que los microorganismos, estos contaminantes permanecen por más tiempo evitando el crecimiento de la flora y la fauna natural. Es así como ocurre la contaminación por causas naturales. La contaminación por causas externas (no naturales) son las siguientes: descargas domésticas, descargas industriales, desperdicios agrícolas, sedimentación y erosión, petróleo y otras sustancias peligrosas. La contaminación ocasiona daños a corto y a largo plazo dependiendo del contaminante en cantidad e intensidad y la flora y fauna que haya afectado. Por ejemplo, en el 1966 encalló el barquero Ocean Eagle a la entrada de la Bahía de San Juan. Este accidente ocasionó graves daños a la flora y fauna del lugar. Se derramaron más de 50,000 galones de petróleo, considerándose el mayor desastre de contaminación marítima en Puerto Rico. Hoy día las agencias que cuidan del ambiente y los recursos naturales de la Isla tienen mayor control en este tipo de accidentes. Son varios los efectos nocivos para organismos, poblaciones y ecosistemas cuando nos referimos a la contaminación del agua: perjudiciales a la salud humana (intoxicaciones, enfermedades infecciosas y crónicas, muerte), daños a la flora y fauna (eutrofización, enfermedad y muerte), alteraciones de ecosistemas (erosión, eutrofización, acumulación de compuestos dañinos, destrucción), molestias estéticas (malos olores, sabores y apariencia desagradable). Algunos métodos de limpieza y reducción de contaminación del agua son los siguientes: dragado de sedimentos, eliminar el exceso de maleza, control de crecimiento de plantas nocivas, oxigenar lagos y embalses, control

en el gasto de electricidad, reducir las descargas de aguas calientes de plantas de energía a cuerpos de agua en lugares vulnerables.

El agua va y viene en un ciclo, pero su paso por el ciclo del agua es un proceso lento. Los abastos de agua potable disponibles son limitados por lo que es necesario que todos hagamos un esfuerzo por usar el agua sabiamente. De acuerdo con Charles H. Heimler (1990, *Los seres vivientes*), “si cada persona modifica sus hábitos de utilización del agua, el consumo individual puede reducirse”. Es un reto para cada nueva generación el buen uso de la ciencia y la tecnología para preservar tan importante elemento el cual lo es el agua. Así contribuimos a conservar el agua fresca disponible, disminuyendo el riesgo de escasez y contaminación. El propósito de la conservación del agua es el aumentar la

cantidad de agua limpia disponible. Recordemos a Virgilio Dávila en la siguiente estrofa: “Es el móvil océano gran espejo, donde luce como adorno sin igual, el terruño borincano que es reflejo, del perdido paraíso terrenal...”

REFERENCIAS

- López, R. Adolfo. 1997. *Nuestro ambiente: el aire, el agua y la tierra de Puerto Rico*. Editorial cordillera, Inc.
- Heimler, H. Charles. 1990. *Los seres vivientes*. Columbus, Ohio.
- Guadalupe, Lomeli R. y Tamayo O. Ramón. 2007. *Contaminación del agua*. Recuperado el 5 de marzo de 2008 del sitio web U.N.A.M.:<http://www.sagen-ge.org/hojared/agua3.gif>

LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Lee S. Vega Santiago

Escuela S.U. Ana Dalila Burgos Ortiz

El agua es uno de los recursos naturales, que en unión al aire, la tierra y la energía forman los recursos básicos en que se fundamenta el desarrollo. Los autores del libro *Descubrimiento 9* mencionan que es el compuesto químico más abundante del planeta y constituye cerca del setenta y un por ciento de la superficie de la Tierra. En la naturaleza la encontramos en estado sólido, líquido o gaseoso. Posee un conjunto de propiedades físicas y químicas que no podemos encontrar en ningún otro líquido en la Tierra. Hoy día, el agua potable empieza a ser insuficiente en el planeta. Los seres humanos desvían ríos, secan lagos y lagunas, extraen sin control el agua de los depósitos subterráneos, la desperdician y la contaminan. Es indispensable para el desarrollo de la vida. Pero, ¿Será confiable el agua que consumimos?

El artículo *La importancia del agua* indica, que el agua pura es un recurso renovable, pero puede estar contaminada. Se contamina cuando los seres humanos o la naturaleza alteran su calidad; causando que ya no sea útil, sino nociva y sobretodo deficiente. Se considera que está contaminada, cuando ya no puede utilizarse para el uso que le íbamos a dar; también cuando alteran sus propiedades químicas, físicas, biológicas o su composición. El libro *Ciencias en nuestro Puerto Rico*, resume que se contamina cuando pierde su potabilidad para el consumo diario, para su utilización en actividades domésticas, industriales o agrícolas. La evaluación de la calidad del agua se ha ido desarrollando en forma lenta. No es hasta finales del siglo XIX, que reconocen que el agua es origen de muchas enfermedades infecciosas (Cólera, Hepatitis, Gastroenteritis y otras). El artículo *La importancia del agua* indica que la calidad del agua, al cobrar gran importancia ha permitido evidenciar los factores o agentes que

la contaminan. Entre éstos están: los agentes patógenos, virus, bacterias, parásitos. También los desechos que requieren oxígeno, desechos que pueden ser descompuestos por bacterias usando oxígeno para biodegradarlos; y pueden matar la vida acuática. Otro factor son las sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, como ácidos y compuestos de metales tóxicos; que envenenan el agua. En adición, tenemos los nutrientes vegetales que ocasionan el crecimiento excesivo de plantas acuáticas; que mueren, se descomponen y causan la muerte de las especies marinas. Una de las mayores fuentes de contaminación son los sedimentos, que la enturbian y no puede usarse. Tenemos otros como las sustancias radiactivas que causan defectos congénitos y cáncer; y el calor, que se ve con las plantas generadoras de electricidad al descargar aguas calientes a las corrientes. Las actividades agrícolas contaminan las aguas a través de las escorrentías llevando fertilizantes y pesticidas, arrastrados por la lluvia. De las treinta y siete enfermedades más comunes entre la población de América Latina, veintiuna están relacionadas con la falta de agua y con agua contaminada. En todo el mundo estas enfermedades representan veinticinco millones de muertes anuales.

Como jóvenes debemos ser forjadores de ideas y compromiso para mejorar esta situación. Comenzando con la escuela que es parte integral importante de la sociedad, y como tal, puede formar verdaderos valores solidarios. Debe ser preocupación de todos cuidar los recursos naturales. Podemos ofrecer charlas educativas a empresas, comunidades y al gobierno donde se concienticen, formulen y pongan en práctica estrategias para el cuidado y freno del avance de la contaminación del agua. Formular propuestas concretas como, campañas visuales y programas en los medios

masivos de comunicación, para crear conciencia social con respecto al cuidado de las aguas. Porque el agua que no cuidemos y protejamos hoy, no la tendremos en el futuro; o si existiera, su calidad para el uso y consumo será altamente perjudicial para el ser humano.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso, J., E. Maldonado, A. Ortiz y E. Ortiz. 1998. Descubrimiento 9: Ciencia Integrada. Guaynabo, Puerto Rico: Ediciones Santillana. Págs. 52-63.

La importancia del agua. Contaminación-purificación-agua. blospot.com

Santiago, J. 2000. Ciencias en nuestro Puerto Rico. Hato Rey, Puerto Rico: Publicaciones Puertorriqueñas. Págs. 65-68.

APUNTES EN TORNO A LA INFLUENCIA HUMANA EN LA HISTORIA NATURAL DE VIEQUES DESDE LA PERSPECTIVA FORESTAL (1797-1940)

Carlos M. Domínguez Cristóbal

Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América

1201 Calle Ceiba, Jardín Botánico Sur, Río Piedras, Puerto Rico 00926-1119

RESUMEN

Los cambios que ocurren en la flora de un lugar son producidos a consecuencia de dos grandes procesos: los naturales y aquellos que son provocados por la influencia humana. Dentro de esa perspectiva, la influencia humana está determinada, entre otros factores, por los intereses económicos, políticos o militares que giran en torno a diversos períodos de la historia. En Vieques la deforestación con fines agrícolas alcanza su máxima expresión para dar paso a un latifundio azucarero el cual se agudiza hacia el primer cuarto del siglo XX. No obstante, los intereses económicos, políticos y militares han actuado como una resaca en la historia del pueblo viequense. Ante ese marco escénico es el propósito de este artículo el ofrecer una serie de apuntes en los cuales se ilustra la influencia humana en la historia natural de Vieques desde la óptica forestal durante los años de 1797-1940.

Las alteraciones que han ocurrido en la flora en la isla de Vieques (árboles y arbustos) constituyen uno de los parámetros a considerarse en el análisis de la influencia humana en su historia natural. No obstante, dicho parámetro puede ser objeto de discusión, entre otros, hacia tres vertientes: la reducción del bosque virgen, el ascenso y descenso en el área cubierta por el bosque secundario y la influencia de la Marina de Guerra de los Estados Unidos de América (MGEUA). Entre esas tres vertientes se ubican las variantes poblacionales y los cambios en la utilización y tenencia de las tierras de Vieques. Dentro de esa perspectiva nos circunscribimos en la temática de la ecología histórica.

La ecología histórica, la cual es una rama de la ecología, estudia la influencia de los eventos históricos que han generado los seres humanos sobre los ecosistemas (Lugo 1995).

“Con el auge de la influencia humana sobre los ecosistemas naturales se ha hecho imperante

entender el efecto de esta actividad sobre el funcionamiento y estructura de los ecosistemas... durante los últimos 500 años, la actividad humana se ha multiplicado al extremo de que constituye una fuerza principal en la formación de nuevos ecosistemas y la modificación de aquellos que evolucionaron por milenios sin intervención humana... por lo tanto hay que entender tanto la importancia de las fuerzas naturales como las humanas en la formación y regulación de los ecosistemas del país” (Lugo 1995).

Las expediciones botánicas, los informes gubernamentales, los censos agrícolas y poblacionales y la documentación recopilada en forma escrita, fotográfica o grabada, entre otras, a raíz de la presencia de la MGEUA en suelo viequense constituyen algunas de las fuentes que nos ofrecen datos muy valiosos sobre la influencia humana en la naturaleza de Vieques. No obstante, existe la dificultad o el inconveniente de que no siempre los datos a ser estudiados son necesariamente comparables entre sí.

Para fines del siglo XVIII la isla de Vieques poseía unas tres centurias de conflictos armados y de acciones de carácter diplomático que habían promovido los ingleses, los daneses, los holandeses y los franceses. No obstante, a pesar de que para el ocaso del siglo XVIII España no había colonizado a Vieques sí eran constantes sus esfuerzos por expulsar sus enemigos de tal territorio y de esa manera mantenerle bajo el dominio español (Meléndez López 1982).

Hacia las postrimerías del siglo XVIII los bosques viequeses fueron descritos por André Pierre Ledrú, un botánico miembro de la expedición naturalista a cargo del capitán Nicolás Baudín como abundantes y ricos (Ledrú 1863). Esa expedición la cual realizó uno de los estudios botánicos más importantes de su época en el área antillana estaba comisionada por el gobierno francés para estudiar algunas de las islas del archipiélago antillano y a su vez hacer observaciones sobre el clima, el suelo y las características de sus habitantes.

Entre las observaciones que Ledrú señaló sobre Vieques se ubicaron las siguientes: el contrabando especialmente el maderero, la indiferencia de los isleños hacia la flora la cual crecía de forma espontánea y la existencia de un puerto el cual era visitado a menudo por buques de cabotaje procedentes de Santo Tomás, San Justo, San Mateo y Santa Cruz, los cuales venían a *“cortar y a exportar su madera”* (Ledrú 1863). Ante ese marco escénico propone Ledrú el cultivo a gran escala de la caña de azúcar y el café.

Los informes que con cierta regularidad se enviaban desde Vieques a la sede del gobierno colonial en San Juan o a Ultramar constituyen un recurso de gran valor ya que indican cual es el pulso histórico en ciertas fechas determinadas. Éstos a su vez van ilustrando sobre el proceso que ocurre en la antesala del establecimiento del pueblo en 1843. Entre las inquietudes que plantean varios informes se ubican, la presencia de cuerpos de agua y su relación como lugar de selección para fundar un pueblo, el comercio maderero y el estado agrícola y poblacional. Ante esa perspectiva, se ubican

los siguientes documentos: un informe enviado al gobernador Meléndez Bruna de fecha 6 de agosto de 1812, la memoria de Vieques de 1828 de Ramón Aboy, el informe de Miguel López de Baños, Gobernador de Puerto Rico a Ultramar con motivo de su visita a Vieques en 1839, el informe que ese mismo año redacta sobre Vieques la Junta Superior para el Repartimiento de los Terrenos Baldíos y el informe de fecha 2 de octubre de 1840 que redacta el Gobernador de Puerto Rico, Santiago Méndez Vigo, con motivo de su visita a suelo viequesense.

La escasez de agua en suelo viequesense fue uno de los factores a considerar por el gobierno español en los planes de fundación de un pueblo en la Isla. Ejemplo de ello se desprende de un informe fechado el 6 de agosto de 1812 el cual fue dirigido al Gobernador de Puerto Rico, Salvador Meléndez Bruna.

“tiene agua en tiempos de lluvias por varias quebradas que suelen agotarse en tiempos de seca; y para evitar este inconveniente se hacen grandes pozos en donde se recogen las aguas de las quebradas cuando éstas empiezan a secarse... La mejor de todas las quebradas, que merece el nombre de río, porque su agua es permanente en mayor o menor cantidad es la que desagua en Puerto Mulas... Las principales maderas que produce con abundancia son el guayacán, la osúa, la mora, el úcar, tortugo, el palo blanco y otras de menor uso, que son tan frecuentemente extraídas para la construcción de útiles y edificios en las islas inmediatas...” (Bonnet Benítez 1977).

La memoria sobre Vieques y que fuera redactada en 1828 por Ramón Aboy, Comandante de Fajardo, la cual era destinada al Gobernador de Puerto Rico, Miguel De la Torre, destaca una serie de datos que ilustran sobre la situación de las aguas, la producción agrícola, el comercio maderero y el potencial de Puerto Mulas como el mejor lugar para establecer la población.

“Encierra terreno llano y excelente calidad, tiene un gran número de quebradas y lagunas...El agua, aunque algo pesada es bastante agradable,

muy buena para cocinar; para los animales... Produce cañas, café, algodón; y en la montaña tiene gran cantidad de árboles de pimienta y malagueta; se dan también los víveres de todas especies, frutos, legumbres... El comercio es de madera, abundante en úcar, tachuelo, ituco, capá, caoba, tortugo, guayacán, pimienta y otras de la mejor calidad para molinos de trapiche, para casas y construcción de buques. Los habitantes tienen sus casas y siembras dispersas; y los puertos donde embarca la madera que hacen son las siguientes: Puerto de Mulas, Puerto Ferro, Ensenada Honda, Puerto Arenas y Mosquito que circunvalan la Isla... la isla de San Thomas [sic] y Santa Cruz se surten de leña en Vieques... La mejor situación para formar población es en Puerto de Mulas, por ser tierra abrigada de los vientos y la parte más inmediata a la costa de Puerto Rico” (Bonnet Benítez 1977).

Gran parte de los datos contemplados en los escritos de Aboy fueron incorporados en las *Memorias geográficas, históricas, económicas y estadísticas de la isla de Puerto Rico* las cuales fueron escritas por Pedro Tomás De Córdova a principios de la década del 1830 (De Córdova 1968). La redacción de éstas fueron facilitadas ante el hecho que De Córdova se había desempeñado por muchos años como Secretario de la Gobernación especialmente durante la incumbencia de Miguel De la Torre.

A fines de 1839 el Gobernador de Puerto Rico, Miguel López de Baños, envió a la Metrópoli un informe muy detallado sobre la situación de Vieques. En ese documento se destacan, entre otras cosas, la situación poblacional y agrícola y el estado de las exportaciones. Por otro lado se vuelve a destacar el potencial de Puerto de Mulas como el lugar donde establecerse una población.

“800 habitantes de ambos sexos, de los cuales las dos terceras partes son españoles, y la otra está formada por ingleses, dinamarqueses y franceses... todos distribuidos en 136 habitaciones situadas principalmente sobre la costa noroeste, desde el Puerto de Mulas hasta Punta Arenas y en las inmediaciones de los puertos llamados Real, Ferro y Ensenada Honda. La agricultura no se ha hecho

todavía grandes progresos, no existiendo más que solo posesiones destinadas al cultivo de la caña y la elaboración del azúcar, 26 dedicadas a la producción de tabaco y algodón, las restantes a la de varias clases de víveres, especialmente plátanos... El Puerto de Mulas... designado para construir en el la población principal, dista un tiro de fusil de un monte aislado a cuyo pie corren dos arroyos inagotables y este lugar será muy a propósito para establecer una plaza de armas” (Bonnet Benítez 1977).

Los datos poblacionales anteriormente expuestos señalan que la población viequense se españoliza antes de constituirse el poblado Puerto de Mulas.

La relación de las exportaciones que se efectuaron en Vieques en 1839 es un claro indicio de la actividad comercial que se generaba en la Isla. Dentro de ese marco escénico la exportación de las maderas de construcción, leñas y carbón constituyen el principal renglón económico (Tabla 1). Por otro lado, también se describe el ascenso que va adquiriendo la agricultura en la cual el cultivo de la caña de azúcar es su renglón principal.

El informe que rinde la Junta Superior para el Repartimiento de los Terrenos Baldíos (JSRTB) de Vieques en 1839 y que posee su génesis en 1818 es un documento muy valioso ya que nos indica el estado agrícola viequense por cultivo. Tales datos son a su vez indicativos de la influencia humana en la naturaleza de Vieques a fines de la década del 1830. De 1818 a 1839 la JSRTB había distribuido en Vieques 10,500 cuerdas de las cuales 727 cuerdas (6.9 por ciento) se encontraban bajo cultivo. Los principales renglones agrícolas lo constituían los víveres y la caña de azúcar (Tabla 2). Por otro lado, este informe señala sobre la existencia de unas 3,000 cuerdas de buena calidad propias para el cultivo de la caña de azúcar así como de otras 5,000 cuerdas propias para el cultivo del algodón.

El informe fechado el 2 de octubre de 1840 con motivo de la visita a Vieques del Gobernador

TABLA 1. Relación económica por concepto de exportaciones en Vieques en 1839. (Bonnet Benítez, J.A. 1977, p. 109).

Reglón económico	Pesos fuertes	Por ciento
Madera de construcción, leña, carbón y otros artefactos	15,000	46.9
Azúcar (20 ton métricas)	12,000	37.5
Tabaco (30 ton métricas)	1,800	5.6
Algodón (1 ton métrica)	200	0.6
Otros	3,000	9.4
Total	32,000	100.00

TABLA 2. Estado agrícola de los terrenos baldíos otorgados en Vieques 1818-1839. (Bonnet Benítez, J.A. 1977, p. 109).

Reglón agrícola	Número de cuerdas	Por ciento
Viveres	386	53.1
Caña de azúcar	196	27.0
Pastos	100	13.8
Tabaco	30	4.1
Algodón	10	1.4
Café	5	0.7
Total	727	100.0

de Puerto Rico, Santiago Méndez Vigo, el cual incluyó un mapa que en 1839 había sido preparado por Juan Sallogo, ofrece una radiografía del estado general de la Isla. No obstante destaca, otra serie de necesidades, tales como un cementerio y la construcción de un castillo.

“Hasta ahora casi toda ella está muy inculta, hecho un bosque densamente espeso y poblado de árboles muy corpulentos y de las maderas más apreciables, principalmente para construcción de buques y edificios. En algunos sitios se ven pequeños trosos [sic] de terreno desmontado y puesto en cultivo. Produce caña aunque es muy insignificante la cosecha que hasta ahora tiene ese fruto. He visto hermosos platanares, siembras de maíz y generalmente todo cuanto la naturaleza produce en estos países. Su población es hoy de 800 a 1000 almas pero esparcido por toda la Isla

y sin que en ninguna parte de ella se vean cuatro casas reunidas. Casi todas las casas pueden muy bien merecer el nombre de chozas, están construidas toscamente con maderas por labrar y con tablas sin pulimento alguno. Los vecinos de Vieques escasean de ganado, de caballos y de todos los demás animales que el hombre usa para su comodidad o para sus necesidades, pero fácilmente se surtirán de toda esta en Puerto Rico cuando Vieques esté en disposición de adquirirlo... un cementerio en donde religiosamente se le dé a los cadáveres sepultura eclesiástica... pues sienten que sus deudos y amigos fueron enterrados en la playa o en el bosque me ocupo en dictar otros para la construcción de la iglesia en las inmediaciones de Punta de Las Mulas... me he hecho cargo de cual será el mejor local para un pueblo, teniendo no solo en cuenta el terreno sino también la posibilidad de un puerto y al propio tiempo he escogido un sitio

en donde debería construirse un castillo o Casa Fuerte” (Bonnet Benítez 1977).

El informe agrícola de Vieques de 1845, así como el reporte del informe de la visita a suelo viequense de parte de Juan Prim, Gobernador de Puerto Rico, en 1848 son indicativos de los cambios que ya están ocurriendo en el paisaje de la Isla a solo un lustro de la fundación del pueblo.

Los datos agrícolas reportados en la isla de Vieques en 1845, luego de dos años de establecido el pueblo, expresan un incremento en el número de cuerdas dedicados para fines agrícolas pues éste asciende de 727 cuerdas en 1839 a 854 cuerdas en 1845 (Tabla 3). Aunque el desglose de la naturaleza de los cultivos varía con respecto al informe de 1839 es probable que para dicho año incluyeran a los plátanos, maíz, batatas y la yuca bajo la categoría de víveres. No obstante, cabe destacar que el cultivo de los plátanos en el Vieques de 1845 figura como el principal cultivo en extensión a pesar de que la caña de azúcar es más rentable en términos económicos.

El estado agrícola de Vieques de 1845 también destaca la existencia de 15,352 cuerdas clasificadas como montes, la existencia de cerca de unas mil cabezas de ganado de diversa categoría y la producción de las palmas de cocos. No obstante, el cuerdaje reportado no informa sobre la situación de los pastos.

El 29 de julio de 1848, Juan Prim, Gobernador de Puerto Rico, señala luego de su visita a Vieques tres situaciones de extrema importancia: la mayor parte de la población es de origen francés, las zonas de cultivo del norte costero y lo inculto de las relativas del sur y la necesidad de protección de la Isla para alcanzar su mayor prosperidad.

“Que la Isla aumenta de día en día su fomento y bienestar; merced a la laboriosidad de sus habitantes, que son en su mayor parte colonos franceses; y aunque su costa sur se haya inculta, la del norte está en muy buen estado de cultivo, y seguramente, si se continua protegiéndola, llegará

toda la Isla al grado de prosperidad que promete la feracidad de su terreno” (Bonnet Benítez 1977).

El auge económico que reflejaba Vieques para la medianía del siglo XIX motivó el que una vez más los oficiales de la Real Hacienda reclamaran la necesidad de que se estableciera una aduana de manera que se pagasen los tributos o derechos requeridos. Ante esa situación, fueron varios los gobernadores de Puerto Rico que manifestaron su negativa ya que de seguir *“tal innovación redundaría en el estancamiento y ruina de Vieques”* (Bonnet Benítez 1977). No obstante, tal advertencia no tardó mucho en hacerse realidad.

El advenimiento de una contribución subsidiaria en la década del 1860 y el eventual establecimiento de una aduana en 1880 motivaron el surgimiento de un estancamiento económico de Vieques.

“La decadencia de Vieques empieza en 1869. Antes de que Vieques pagara contribuciones subsidiarias tenía la colonia doce haciendas de cañas, algunas de algodón y un gran número de estancias donde se cultivaban frutos menores que se vendían en San Thomas [sic] y otros puntos extranjeros. Hoy las haciendas de cañas han quedado reducidas a ocho, y de éstas algunas en lamentable estado... Las de algodón han desaparecido y respecto a frutos menores tenemos en muchos casos que proveernos en ella desde Puerto Rico porque nuestros campos no los producen, por falta de brazos que le cultiven. El descenso de la población durante estos últimos años ha sido considerable” (Bonnet Benítez 1977).

Ante el impacto económico de una contribución subsidiaria en la década del 1860 Vieques aún poseía grandes extensiones de terrenos baldíos los cuales a pesar de la presencia de una política forestal sucumbieron ante el auge del cultivo de la caña de azúcar en el último tercio del siglo XIX.

El Inventario de Montes de Puerto Rico de 1867 y que fuera redactado por el Ingeniero de Montes, Juan Fernández Ledón señala que la isla de Vieques poseía 10,247 cuerdas (Archivo Histórico

TABLA 3. Estado agrícola de Vieques en 1845. (Bonnet Benítez, J.A. 1977, p. 112).

Renglón agrícola	Número de cuerdas	Por ciento
Plátanos	385	45.08
Caña de azúcar	203	23.77
Batatas	97	11.36
Maíz	90	10.54
Yuca	55	6.44
Tabaco	24	2.81
Total	854	100.00

Nacional 1867). Ante esa perspectiva Vieques ocupaba el noveno lugar como municipalidad con mayor extensión de bosques en Puerto Rico. De tal extensión el Estado poseía en Vieques bajo su jurisdicción un 34.51 por ciento (3,536 cuerdas) los cuales se ubicaban en los montes Cabeza del Este en Puerto Diablo y el monte Cerro Piratas en Punta Arenas (Tabla 4). Estos datos son muy significativos pues destacan en gran medida que la distribución de los terrenos baldíos en Vieques está llegando a su fin, de que los bosques descritos en tal inventario están constituidos por bosques vírgenes de los cuales aquellos que están clasificados como privados constituyen fragmentos o remanentes distribuidos por toda la Isla. Por otro lado, las especies dominantes descritas y la información de

carácter toponímico relativo a los nombres de los montes públicos o privados constituye un recurso muy valioso para con la historia de los usos y la tenencia de la tierra en Vieques. Entre las especies descritas figuran el tachuelo, úcar, almácigo, canelo, pimienta, jobo, cenizo y el mangle rojo.

El Inventario de los Montes Públicos de 1870 que realizó el Ingeniero de Montes, Juan Fernández Ledón, ofrece otra serie de datos muy significativos sobre los respectivos de Vieques.

“Cabeza del Este... las especies dominantes del vuelo son almácigo, tachuelo, mangle, pimienta, jobos y dominadas otras abundando las que constituyen el monte bajo que también en

TABLA 4. Relación de los montes públicos y privados en la isla de Vieques según el Inventario de Montes de 1867. (Archivo Histórico Nacional 1867).

Barrio	Bosques del Estado (cuerdas)	Bosques privados (cuerdas)	Total (cuerdas)	Por ciento
Puerto Diablo	2,652	2,776	5,428	53.0
Punta Arenas	884	442	1,326	12.9
Puerto Florida		1,326	1,326	12.9
Puerto Real		796	796	7.8
Puerto Terré		619	619	6.0
Florida		575	575	5.6
Llave		177	177	1.7
Total	3,536	6,711	10,247	100.0

esta localidad conocen con el nombre de maleza... Estado de vegetación de la finca que nos ocupa es regular no dejándose de notar alguno que otro abuso por efecto de la facilidad con que puede cometerse en virtud de su proximidad al mar, medio fácil por donde verificar la extracción de individuos tanto de monte alto y como de monte bajo y medio. El aprovechamiento que más tarde puede verificarse de sus especies puede verse favorecido por esta ventajosa circunstancia que aminora la necesidad de las vías de comunicación elemento tan preciso para la extracción de los productos procedentes del vuelo de esta clase de fincas. La situación que ocupa el monte Cabeza del Este presenta ventajas y no pocas por la facilidad en el transporte de sus aprovechamientos hacia la Martinica, Guadalupe y otras yslas [sic] de este archipiélago, buenos centros de consumo donde tienen gran aplicación los individuos maderables en la construcción civil y naval con preferencia a la población de la misma Ysla [sic] de Vieques donde tendrían escasa salida por efecto de las cortas extensiones que comprende el departamento.

Cerro Piratas...situado en el mismo departamento y en el barrio denominado Punta Arenas componen el vuelo las especies forestales siguientes: Húcar [sic], canelo, almácigo, pimienta, roble, ausubo, jobo... y otras menos abundantes a más de las de no tanta importancia por sus dimensiones, en la construcción civil y naval y aplicables por esta razón a la industria y á la obtención de combustibles... En la misma circunstancia que el anterior se halla este monte respecto á sus condiciones de vegetación, no obstante la corta extensión de la Ysla [sic] de Vieques donde el mismo radica haría fáciles y por consiguiente de poco costo, la construcción de vías que conduciendo á los embarcaderos por donde se exportan para los centros de consumo de las islas vecinas aminorarían los gastos que exige la explotación de sus productos. Las especies propias para combustible tendrían fácil salida por la proximidad de las haciendas limitrofes donde puede tener lugar un buen consumo en la fabricación del azúcar y aquellas cuya aplicación la tiene en la industria por sus cortas dimensiones saldrían cómodamente, tal vez en los mercados de la misma

Ysla [sic], á [sic] no ser que los altos precios de las Yslas [sic] vecinas las hicieran preferibles” (Archivo General de Puerto Rico 1870).

Antes de finalizar el Inventario de los Montes Públicos de 1870 Fernández Ledón hace la siguiente advertencia en la cual destaca la particular situación de Vieques.

“Por lo dicho anteriormente puede tenerse idea de la extensión forestal del Estado en la Ysla [sic] de Puerto Rico pero en todos los antecedentes que arroja y principalmente en los que se refieren á [sic] la extensión superficial se carece de la deseable exactitud en consecuencia de haber sido aforada bien por personas que carecen de los necesarios conocimientos bien por otros que han tomado los datos que arrojan los archivos de años anteriores y en los cuales existen, aun cuando gozando de exactitud cuando se obtuvieron tienen que carecer de ella en la actualidad por efecto de cambio en las propiedades, refundición de dominios y particulares y otras circunstancias que hacen precisa á [sic] la necesidad de obtenerlos nuevamente. En donde más puede notarse lo indicado es en los predios forestales de la Ysla [sic] de Vieques acabados de considerar en cuyo departamento se contaban hacen solamente nueve años, diez y ocho montes de propiedad del Estado con los nombres de Puerto Diablos, Yd 2, [sic] Yd 3 [sic], Cabeza del Este, Puerto Ferro, Yd 2 [sic], Galindo, Playuelas, Puerto Real, La Chiva, Cayo Lombe, La Llave, Punta Arenas, Yd 2 [sic], Yd 3 [sic], Donato, El Ballo, Calvario y en la actualidad solo existen los dos ya mencionados... y aún dado caso de que los aforos últimamente verificados hayan refundido varias extensiones muy pequeñas en una sola, de todos modos se nota una vaguedad que sería conveniente hacer desaparecer” (Archivo General de Puerto Rico 1870).

La refundición de tierras descrito con anterioridad es indicativo de que el proceso de un gran latifundio se encontraba en gestación.

Aunque los señalamientos que Fernández Ledón reporta sobre la específica situación forestal de Vieques entre 1861-1870 resultaren válidos éste no informa sobre cual era la extensión forestal aforada de 1861. Entre sus comentarios destaca la existencia de unos 18 montes públicos en Vieques en 1861 versus los dos existentes en 1870. No obstante, hay que señalar que para 1870 existen en Vieques 27 bosques privados algunos de los cuales poseen las denominaciones que Fernández Ledón le reconoce en 1861. Por otro lado, vale aclarar, que en el Inventario de los Montes Públicos de 1870 no figuraban los manglares pues este ecosistema se encontraba bajo la jurisdicción de la Comandancia de la Marina y para los efectos de la Inspección de Montes los manglares se incorporan en la política forestal de Puerto Rico a partir de las Ordenanzas de Montes de 1876. Ese reconocimiento se debe al Inspector de Montes, Cesar De Guillerna y De Las Heras, cuando logra que los manglares sean reconocidos como árboles y por tanto fueran incluidos en los planes de aprovechamiento forestal de la Inspección de Montes. Ante esa situación la definición de monte fue aplicable al manglar.

“Todos los terrenos destinados particularmente a la producción de maderas y leñas, y las tierras de pastos no cultivados” (Archivo General de Puerto Rico 1876).

Durante los años forestales de 1876-1877 a 1888-1889 ninguno de los montes públicos de Vieques formó parte integral de los planes de aprovechamiento forestal de la Inspección de Montes de Puerto Rico (Archivo General de Puerto Rico 1876-1889). Por otro lado durante el período en que el Servicio de Montería Forestal operó en el país, o sea durante los años forestales de 1885-1886 a 1888-1889, los montes públicos de Vieques tampoco figuraban como parte integrante de los mismos (Archivo General de Puerto Rico 1885-1889) (Tabla 5). No obstante, ésta no fue una situación particular de Vieques pues ello sucedió en otros pueblos.

Los informes de la Inspección de Montes relativos al Servicio de Montería Forestal resultan muy significativos pues la mayor parte de las

10,083 cuerdas de montes sin vigilancia forestal se ubicaban en la isla de Vieques y algunos de sus cayos, así como en Culebra, Mona, Monito y Desecheo.

Estos datos revelan que los montes propiedad del Estado en Vieques que figuran en el Inventario de Montes de 1870 se han reducido dramáticamente para 1885. La situación respectiva es la siguiente: monte Cabeza del Este en un 38 por ciento y el monte Cerro Pirata en un 89 por ciento (Tablas 4-5).

Para fines del siglo XIX la economía agrícola de Vieques gira en torno al cultivo del azúcar destinándose una gran porción de su extensión territorial a pastos con fines de ganadería diversa. Sin embargo, no fue sino hasta el 1893 en que se establece la primera central azucarera, La Patience, la que también poseía una destilería para la producción de ron (Bonnet Benítez 1977). Eventualmente, La Patience se transformó en la Central Santa María.

El estado de la riqueza rústica de Vieques de 1899 es un recurso muy valioso para el estudio de la distribución y uso de su tierra en el ocaso del siglo XIX. De esos datos, se desprende, que el cultivo de la caña de azúcar viequense comparado por cuerdas en cultivo solo es superado por los pueblos de Ponce, Juana Díaz y Arecibo (Archivo General de Puerto Rico 1899). Ese dato es mucho más significativo pues Ponce y Arecibo figuraban entre los tres municipios de mayor extensión territorial a pesar de que poseían una agricultura diversificada. Contrario a Vieques el cultivo del café y el tabaco eran inexistentes. Por otro lado, dicho informe destaca, entre otras cosas, que para 1899 Vieques era un gran pastizal pues el 61.77 por ciento de su extensión territorial (19,983 cuerdas) se dedicaban a ello y de que el cultivo de la caña de azúcar solo representa el 11.89 por ciento (3,846.5 cuerdas) de la extensión territorial reportada (Tabla 6).

Durante las primeras tres décadas del siglo XX la producción azucarera en Puerto Rico ascendió de forma vertiginosa. Esta situación obedecía al incremento significativo de las inversiones de los capitalistas norteamericanos (Dietz 1989). Dichas

TABLA 5. Relación de los montes de Vieques que resultan sin el Servicio de Montería Forestal. (Archivo General de Puerto Rico 1888-1889).

Monte	Barrio	Extensión (cuerdas)
Cabeza del Este	Puerto Diablo	1647
Cayo Carenero	Puerto Diablo	328
(no se indica)	Puerto Diablo	234
Cerro Pirata	Punta Arenas	99
Cayo Real y Cayo Tierra	(no se indica)	74
Total		2382

TABLA 6. Distribución del uso de la tierra en Vieques en 1899. (Archivo General de Puerto Rico 1899).

Renglón	Número de cuerdas	Por ciento de la extensión territorial
Pastos	19,983	61.77
Montes	4,422.25	13.67
Caña de azúcar	3,846.5	11.89
Otros aprovechamientos	3786	11.70
Frutos menores	288.25	0.89
Otros cultivos	25	0.08
Tabaco	0.5	
Total	32,351.75	100

inversiones fueron fundamentales para que éstos ejercieran el control de esa industria. Ante ese marco escénico el azúcar reconquista el sitio en Puerto Rico como el principal renglón agrícola el cual había perdido con el café desde fines del siglo XIX. En Vieques tal situación era completamente diferente pues el cultivo del café se ubicaba en una posición muy distante del cultivo de la caña del azúcar. Allí la caña de azúcar continuaba con su reinado a la vez que iba consolidándose el latifundio azucarero.

A la llegada de los norteamericanos el emporio azucarero de Vieques es uno de los principales del país a pesar de que la mayor extensión de sus tierras lo constituyen los pastos. No obstante, Vieques también fue influenciado por el panorama

del ascenso de la industria del azúcar que estaba ocurriendo en el resto del país.

El significativo ascenso del cultivo de la caña de azúcar ocurre en Vieques en las primeras dos décadas del siglo XX. De 1899 a 1920 el cuerdaje dedicado a este cultivo logra en términos generales una triplicación (Tabla 7). Para lograr ese objetivo, el mundo del azúcar requería de mano de obra especialmente si era abundante y barata. Aunque una gran parte de los trabajadores del cañaveral eran viequeses, el cultivo de la caña de azúcar “*motivo una oleada de trabajadores inmigrantes atraídos por la actividad de las centrales*” (Fabián Maldonado 2003). Dentro de esa perspectiva, el auge azucarero de Vieques en las primeras dos décadas del siglo XX guarda una relación directa con el ascenso poblacional registrado (Tabla 8).

TABLA 7. Relación del cultivo de la caña de azúcar en Vieques durante los años 1910-1940. United States Department of Commerce 1910, 1920, 1930, 1940. Puerto Rico Reconstruction Administration, 1935.

Censo Agrícola (año)	Número de cuerdas de caña de azúcar	Por ciento extensión municipal	Posición municipal nivel isla	Producción (toleladas métricas)	Productividad (toneladas métricas/cuerda)
1910	7,366	23.08	3	172,525	23.42
1920	12,125	38.52	5	188,086	15.51
1930	6,919	31.98	7	101,011	14.60
1935	4,651	16.23	16	101,806	21.89
1940	4,586	14.54	20	87,570	19.10

No obstante, hay que señalar que el ascenso en el cuerdaje dedicado al cultivo de la caña de azúcar de esos años no se reflejó en su productividad pues ésta se redujo en alrededor de 8 toneladas por cuerda.

A partir de la década del 1920 el cultivo de la caña de azúcar entra en crisis en Vieques. Entre los factores que propiciaron esa situación se ubican la reducción en el número de cuerdas dedicadas a ese renglón agrícola y el auge del mismo entre otras municipalidades del país.

La significativa reducción en 1940 de la extensión territorial de Vieques dedicada al cultivo de la caña se reduce en un 62 por ciento en comparación al 1920. El cese de la producción de la Central Santa María y la última zafra de la Central Esperanza o Puerto Real en 1927 abonaron

en esa dirección. Por otro lado, otros municipios del este y noreste de Puerto Rico van superando a Vieques en sus respectivas extensiones territoriales dedicadas al cultivo de la caña de azúcar. Dentro de esa perspectiva, figuran en la década del 1920 Humacao y Fajardo y en la década del 1930 Naguabo, Yabucoa, Loíza y Humacao. No obstante, hay que destacar, que en cultivo de la caña de azúcar existía un monopolio de parte de las compañías Benítez Sugar Company y la Eastern Sugar Associates las cuales controlaban el 75 por ciento de las tierras viequeses y de que la mayor parte de la población se encontraba desposeída de las tierras y trabajaba como peones en el corte de la caña de azúcar (López Sotomayor 1975). Por consiguiente, el marco escénico lo constituía el latifundio azucarero con sus respectivos terrenos dedicados a pastos.

TABLA 8. Estado poblacional de Vieques 1899-1940. (Mc Faline Cintrón, C. 1980, p. 35)

Año	Población
1899	5,938
1900	6,642
1910	10,425
1920	11,651
1930	10,582
1935	10,037
1940	10,362

El inicio de la decadencia del cultivo de la caña de azúcar en Vieques en el transcurso de la década del 1920 coincide con la aparición en tal escenario de la MGEUA. Dentro esa perspectiva el 1926 es una fecha crucial pues:

“se reconoció, públicamente, el interés y la intención de la Marina de los Estados Unidos en construir bases navales en la isla de Vieques” (Fabián Maldonado 2003).

No obstante, las primeras maniobras militares en aguas de Vieques así, como en Culebra se habían efectuado en 1924 (Fabián Maldonado 2003).

En la década del 1930 en el preámbulo de la expropiación de las tierras viequeses con fines militares ocurrieron una serie de eventos que fueron allanando tales propósitos. Entre ellos se ubican el inicio del alquiler de tierras en Vieques de parte de la Marina en 1933 (Fabián Maldonado 2003) y la Ley número 144 del 9 de mayo 1938 de la Legislatura de Puerto Rico, la cual era controlada por la Coalición Republicano-Socialista, avalando el establecimiento de bases militares en las islas de Puerto Rico (Asamblea Legislativa de Puerto Rico 1938). Ante esa situación Vieques se encontraba prácticamente inmerso en un proceso de transición de un latifundio azucarero a uno de naturaleza militar (Ayala 2001).

LITERATURA CITADA

- Archivo General de Puerto Rico. 1899. Obras Públicas, Asuntos Varios, caja 172 (Estado que demuestra la riqueza rústica de Puerto Rico clasificada por cultivos y de los terrenos destinados a pastos, montes y malezas).
- Archivo General de Puerto Rico. 1870. Obras Públicas, Propiedad Pública, caja 312 (Inventario [sic] de los montes públicos de Puerto Rico).
- Archivo General de Puerto Rico. 1876. Obras Públicas, Propiedad Pública, caja 312 (Ordenanzas de montes para el servicio del ramo en las provincias de Cuba y Puerto Rico).
- Archivo General de Puerto Rico. 1876-1889. Obras Públicas, Propiedad Pública, cajas 311-315 (Planes de aprovechamiento forestal de la Inspección de Montes de Puerto Rico durante los años forestales de 1876-1877 a 1888-1889).
- Archivo General de Puerto Rico. 1885-1889. Obras Públicas, Propiedad Pública, caja 315 (Establecimiento y organización del Servicio de Monteros en Puerto Rico).
- Archivo Histórico Nacional (Madrid). 1867. Ultramar, Fomento de Puerto Rico, legajo 347, expediente 14, documento 1 (Relación general de los montes de la Ysla [sic] de Puerto Rico).
- Ayala, C. 2001. “Del latifundio azucarero al latifundio militar: las expropiaciones de la Marina de Guerra de los EEUU en Vieques”. *Revista de Ciencias Sociales* (Universidad de Puerto Rico-Recinto de Río Piedras) (10):1-33.
- Bonnet Benítez, J.A. 1977. Vieques, en la historia de Puerto Rico. San Juan, F. Ortiz Nieves, p. 106., 109 y 112.
- De Córdova, P.T. 1968. *Memorias geográficas, históricas, económicas y estadísticas de la isla de Puerto Rico*. San Juan: Instituto de Cultura Puertorriqueña, Vol. 1, p. 209.
- Dietz, J. 1989. *Historia económica de Puerto Rico*. Río Piedras, Ediciones Huracán, p. 121.
- Fabián Maldonado, A. 2003. *Vieques, en mi memoria* (Testimonios de vida). San Juan, Ediciones Puerto, p. 290.
- Ledru, A.P. 1863. *Viaje a la isla de Puerto Rico en el año de 1797*. (Traducción de Julio L. de Vizcarrondo) San Juan, Imprenta militar de J. González, p. 109.
- Legislatura de Puerto Rico. 1938. *Leyes y Resoluciones de la Segunda Legislatura Ordinaria de la Décimocuarta Asamblea Legislativa de Puerto Rico*. San Juan: Negociado de Materiales, Imprenta y Transporte, p. 329-332.
- López Sotomayor, D. 1975. *Vieques: un momento de su historia*. Méjico, Escuela Nacional de Antropología e Historia. (Tesis doctoral), p. 32.
- Lugo, A. 1995. “Ecología histórica” *Acta Científica* 9 (2-3):123-124.
- Mc Faline Cintrón, C. 1980. *Vieques pintoresco*. Bayamón, Bayamón FOCET, p. 35.
- Meléndez López, A. 1982. *La batalla de Vieques*. Méjico, COPEC, p. 13.
- Puerto Rico Reconstruction Administration. 1935. *Census of Puerto Rico*. Washington, DC., Government Printing Office, 1937.

United States Department of Commerce, Bureau of the Census. 1910. Thirteenth Census of the United States. Washington, DC., Government Printing Office, 1913.

United States Department of Commerce, Bureau of the Census. 1920. Fourteenth Census of the United States. Washington, DC., Government Printing Office, 1922.

United States Department of Commerce, Bureau of the Census. 1930. Fifteenth Census of the United States. Washington, DC., Government Printing Office, 1932.

United States Department of Commerce, Bureau of the Census. 1940. Sixteenth Census of the United States. Washington, DC., Government Printing Office, 1942.

PRESENCIA DEL TABONUCO (*DACRYODES EXCELSA*) EN EL ACONTECER HISTÓRICO DE PUERTO RICO

Carlos M. Domínguez Cristóbal

Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América

1201 Calle Ceiba, Jardín Botánico Sur, Río Piedras, Puerto Rico 00926-1119

RESUMEN

El tabonuco es una especie arbórea cuya presencia ha resultado muy significativa y diversa en el acontecer histórico de Puerto Rico. Aunque dicha presencia ha menguado de forma notoria desde mediados del siglo XX su influencia ha quedado dispersa en los registros de nuestra historia. Por otro lado, esa influencia palidece a medida de que la generación de nuestros padres y abuelos van desapareciendo. Ante esa situación, es el propósito de este artículo aglutinar esa información dispersa para así efectuar un reconocimiento a una especie arbórea que tanto ha contribuido en nuestro quehacer histórico.

El tabonuco (*Dacryodes excelsa*) la cual también se conoce con los nombres de “tabunuco” y “tabanuco” (Hernández Aquino 1977) se constituyó hasta la medianía del siglo XX en una de las especies de mayor arraigo en la cultura puertorriqueña. Entre los escenarios de nuestra historia en donde esta especie arbórea ha jugado un papel de destaca importancia se ubican los siguientes: el empleo de la resina en la fabricación de antorchas o teas desde la época indígena hasta mediados de la pasada centuria, la designación por las autoridades españolas como una madera de importancia en la construcción naval, la utilización de la madera en la fabricación de viviendas y en la elaboración de carbón, el notable uso como incienso en diversas actividades de la Iglesia Católica, su inherencia como parte integral de la insignia político partidista del movimiento socialista de las décadas de los 1930 y 1940, la presencia como un tipo de bosque en el Bosque Nacional del Caribe (El Yunque) y la aportación a la toponimia del país.

Tabonuco es una palabra taína con la cual se designa al árbol que en el mundo de la botánica se conoce como *Dacryodes excelsa* (Hernández Aquino 1977). Los estudios dasonómicos describen que este árbol siempre verde el cual alcanza una

altura mayor a los cien pies se ubica en Puerto Rico y las Antillas Menores desde San Cristóbal a Granada (Little *et al.* 2001). Ante ese marco escénico, el tabonuco se circunscribe a gran parte de las Antillas Menores. En Puerto Rico, el tabonuco estaba ampliamente distribuido en los bosques de la base de la Cordillera y en la base de las montañas de Luquillo en donde era una especie dominante (Little *et al.* 2001).

De ese contacto íntimo de centurias con la naturaleza los indígenas reconocieron los usos y aplicaciones de esta especie arbórea. Eventualmente éstos fueron incorporados o modificados por los colonizadores españoles. Esa situación fue favorecida por la estrechez económica y la lucha por la sobre vivencia que experimentaron los habitantes de nuestros primeros siglos de historia.

Del estudio de los documentos del siglo XVI, entre los cuales se ubican algunos producidos por Gonzalo Fernández de Oviedo y Juan de Melgarejo, se desprende lo siguiente: el registro del nombre de esta especie como un testimonio de su adaptación al uso del castellano, la utilización de la resina en la fabricación de antorchas y su presencia en diversas actividades de índole religiosa y el empleo de esa

resina en el proceso de calafatear barcos (Álvarez Nazario 1982).

Gonzalo Fernández de Oviedo, en 1535, es probablemente el primer cronista de Indias que describe varias particularidades de esta especie arbórea.

“Pero ocurre a la memoria una cierta goma que hay en aquesta [sic] isla de Sanct [sic] Johan [sic] que nunca la oy [sic] de otra parte alguna, e informado de Johan [sic] Ponce de León y otras personas de honra que lo pudieran muy bien saber, dicen que cerca de las minas que llaman de Loquillo [sic], hay cierta goma para brear los navíos, mezclándola con aceyte [sic] sin otra mixtura [sic]. Y es muy buena, porque como es amarga, no entra en ella la broma... Los indios y aun los chripstianos [sic] llaman en aquella isla a esta goma tabonuco, y es muy excelente para lo que he dicho, cuando se puede aver [sic] en tanta cantidad” (Fernández Méndez 1981).

La Memoria de Juan de Melgarejo, la cual fue escrita en 1585, vuelve a describir la ubicación de esta especie en la Sierra de Luquillo pero hace otros señalamientos sobre sus usos.

“... y en aquella sierra dél [sic] se crían unos árboles grandes, que llaman tabonucos, echa una resina blanca como ánime [sic], sirve esta de brea para los navíos y para alumbrar como hachas en las procesiones y otros regocijos, y aún es medicinal para sacar frío donde lo hay y para curar llagas...” (Caro Costas 1987).

Los escritos de Fernández de Oviedo y la Memoria de Melgarejo reconocieron que la resina de esta especie arbórea poseía un potencial en la fabricación naval de esos tiempos. Dentro de esa perspectiva, vale destacar que España poseía una fortaleza naval (Armada Invencible) y el dominio de los mares hasta 1588 en que fueron derrotados por los ingleses. Por otro lado, la ubicación geográfica del tabonuco en Puerto Rico y en gran parte de las

Antillas Menores debió cobrar mayor importancia en El Caribe en la medida que la presencia de las naciones enemigas de España fueron proliferando en el área.

A fines del siglo XVIII y como resultado de las observaciones personales que Fray Iñigo Abbad y Lasierra realizó a través de sus viajes por la colonia le permitieron ofrecer mayores detalles sobre la distribución geográfica del tabonuco. Al unísono de ello destacó sobre la decadencia del empleo de la resina del tabonuco para calafatear barcos. Como era de esperarse también informó sobre su uso en las iglesias.

“... es muy común especialmente en las montañas de Loquillo [sic] y en todas las partes altas; la resina es blanca, muy amarga y tiene la cualidad de matar la broma y gusanos que se crían en las maderas; por esta razón la usaban en otro tiempo para calafatear los barcos, de que les resultaba grande utilidad para mayor duración y defensa contra esta plaga que arruina las embarcaciones. Hoy se gasta en todas las iglesias de la Isla para incienso y para algunos remedio” (Abbad y Lasierra 1979).

Durante la primera mitad del siglo XIX emergieron una serie de documentos gubernamentales los cuales estaban orientados hacia la mejor utilización de las maderas de la colonia. Entre los factores que motivaban esa situación se ubicaba el potencial maderero puertorriqueño para con la construcción de buques de guerra, el comercio maderero clandestino y las guerras de independencia de las colonias españolas en América.

Las guerras de independencia de las colonias españolas en América representaba para España, entre otras cosas, una reducción muy significativa de las fuentes de madera ultramarinas. Por otro lado, aunque esas fuentes de madera ultramarinas estuvieran disponibles luego de las guerras de independencia se requería del pago de una serie de tarifas aduaneras que no existían en otros tiempos.

El 21 de marzo de 1816 y dada la necesidad de las autoridades españolas de ir reglamentando los usos de ciertos tipos de madera se redactó el documento “Aprovechamiento de maderas, y sus cortes y embarques”. El “tabonuco” fue clasificada como una de las principales maderas exportables la cual se empleaba en la construcción de buques. Por tanto, aunque su exportación era autorizada para los países extranjeros, éstos venían obligados a pagar una tarifa aduanera basada en un 20 por ciento del valor del tabonuco (De Córdova^a 1968).

Durante el segundo cuarto del siglo XIX Pedro Tomás de Córdova, quien se desempeñó como Secretario del Gobierno y Capitanía General de Puerto Rico durante los años de 1816 a 1836, enfatizó en sus escritos sobre el potencial que poseía Puerto Rico a través de su recurso maderero para con la construcción de los buques de guerra de España (De Córdova^s 1838). A base de los criterios gubernamentales De Córdova presentó tres clasificaciones madereras: construcción, pulimiento, resinosas o de tintes. Dentro de esta última clasificación circunscribió al tabonuco (De Córdova^b 1838). Por otro lado, De Córdova informó sobre la existencia de dos especies de tabonuco, el blanco y el motillo, los cuales señalaba eran muy efectivos para exterminar las niguas que se introducían y anidaban bajo la piel causando inflamaciones locales (De Córdova^b 1838). Al unísono, también destacó sobre la confección de los “hachos” de tabonuco.

“Los habitantes pobres se alumbran con ella introduciéndola en pedazos de yaguas, que forman un pequeño bastón, conocido con el nombre de hachos, los que tienen en la isla un consumo bien considerable.” (De Córdova^b 1838).

Para la medianía de la década del 1850 el gobierno autorizó en Puerto Rico la celebración periódica de una serie de ferias y concursos cuya finalidad era el fomento de la industria y la agricultura. Para lograr el estímulo de ese objetivo se estableció la otorgación de una serie de premios y certificaciones de reconocimiento. Aunque

esa actividad era organizada por el Estado estaba inspirada en la celebración de la primera feria mundial celebrada en 1851 en el Palacio del Cristal en Londres.

Las ferias y concursos lograron demostrar el potencial económico y agrícola que poseía la colonia. Dentro de ese marco escénico también se hizo presente la temática forestal y por ende el tabonuco. En la segunda feria, la cual fue efectuada en junio de 1855, el tabonuco resultó en una posición muy destacada. Manuel María de la Rosa, vecino de Utuado, presentó una resina de tabonuco bajo la categoría de artículos varios para resultar merecedor de una medalla de cobre (Coll y Toste 1917). José A. Dumond, un farmacéutico del pueblo de Humacao, obtuvo una medalla de plata por la exposición de un aceite esencial y barniz de tabonuco (Coll y Toste 1917).

Las actas de la Junta Superior para el Repartimiento de los Terrenos Baldíos (1818-1875), las cuales son un testimonio de la distribución geográfica de esta especie arbórea, nos ilustran del proceso de como la voz “tabonuco” o sus variantes fueran incorporándose poco a poco en la toponimia del país. De ahí el que al solicitarse los terrenos baldíos en Puerto Rico se adoptase, entre otros patrones toponímicos, el nombre de la especie arbórea dominante, o el de un ejemplar de una especie en particular que poseía una característica sobresaliente. Ejemplos de ello que han sobrevivido al día de hoy lo constituyen “Tabonucal” quebrada afluente al río Matruyas en Orocovis, “El Tabonucal” sección del barrio Santa Rosa de Utuado y “Tabonuco” barrio del pueblo de Sabana Grande. Otros han desaparecido. Tal es la situación para “Quebrada Tabonuco” la cual era el antiguo nombre de un cuerpo de agua en los municipios de Loíza, Patillas y Yabucoa (Hernández Aquino 1977). De los eventuales estudios de estos documentos podremos obtener una idea más precisa de la distribución geográfica de esta especie durante el siglo XIX pues resulta sorprendente que el tabonuco también se localizara en muchos lugares que corresponden a la zona del carso.

Entre otros documentos correspondientes al siglo XIX que señalan sobre la distribución del tabonuco se ubica la relación de los montes de Puerto Rico de 1867. En ella se describe que esta especie arbórea se ubicaba en los siguientes municipios: Adjuntas, Aguas Buenas, Aibonito, Arroyo, Barranquitas, Barros (Orocovis), Caguas, Ceiba, Cidra, Ciales, Fajardo, Guaynabo, Hato Grande (San Lorenzo), Juana Díaz, Luquillo, Lares, Las Piedras, Mayagüez, Morovis, Naguabo, Naranjito, Patillas, Río Grande, Río Piedras, Sabana del Palmar (Comerio), Utuado, Yabucoa y Yauco (Archivo Histórico Nacional 1867).

El restablecimiento de la Inspección de Montes de Puerto Rico en 1875 como la agencia gubernamental responsable de la implantación de una política forestal motivó el que una serie de especies forestales, tales como el tabonuco, adquirieran mayor preponderancia. Dentro de esa perspectiva, vale destacar que el tabonuco fue una de las pocas especies arbóreas sujetas a los planes de aprovechamiento forestal (planes de manejo) de la Inspección de Montes de Puerto Rico. No obstante, los únicos lugares del país donde el tabonuco estuvo sujeto a esos planes de aprovechamiento forestal fue en la Sierra de Luquillo (Archivo General de Puerto Rico^a 1880-1889) y el monte Santa Ana de Cayey (Archivo General de Puerto Rico^b 1880-1889). Sin embargo, fue la dominancia de esta especie en las bases de las montañas de la Sierra de Luquillo lo que eventualmente contribuyó para que se reconociera como una especie de bosque dentro del hoy día denominado Bosque Nacional del Caribe.

El tabonuco guarda una relación directa en la poesía puertorriqueña dentro del marco escénico de la temática indígena y sobre todo para con la lucha por su libertad. Dentro de esa perspectiva, se ubica Guillermo Gutiérrez Morales al dedicar el poema “Areyto del tabonuco” a uno de los máximos defensores de la presencia indígena en la poesía de Puerto Rico, Juan A. Corretjer Montes (Gutiérrez Morales 1976). En esa dirección también se ubica Juan Francisco Carrión quien al escribir el poema “El tabonuco” el cual dedica a Rubén Lugo Santana le destaca como un “gigante solemne de estirpe taína (Carrión 1988). No obstante, el tabonuco

es también una expresión de tipo simbólica para el movimiento socialista de la décadas del 1930 y 1940.

La insignia político partidista del movimiento socialista de las décadas del 1930 y 1940 estaba constituida por una especie de antorcha la cual es paralela en su utilización al “jacho” de tabonuco. La antorcha o el “jacho” proveían luz en la oscuridad pero en el caso del “jacho” proveía dirección o guía al movimiento obrero. No obstante, ese tipo de información no se hace presente entre muchos historiadores del país. Por el contrario, esa correlación se hace presente en la tradición oral de aquellos que fueron testigos de tales acontecimientos (Pagán Burgos 1979).

LITERATURA CITADA

- Abbad y Lasierra, F.I. 1979. Historia geográfica, civil y natural de la isla de San Juan Bautista de Puerto Rico (Con estudio preliminar de Isabel Gutiérrez del Arroyo) Río Piedras, Editorial de la Universidad de Puerto Rico, p. 250-251.
- Álvarez Nazario, M. 1982. Orígenes y desarrollo del español en Puerto Rico (Siglos XVI y XVII) Río Piedras, Editorial de la Universidad de Puerto Rico, p. 178.
- Archivo General de Puerto Rico^a. 1880-1889. Obras Públicas, Propiedad Pública, cajas 314-315 (Montes y Terrenos baldíos) Planes de aprovechamiento forestal de la Inspección de Montes de Puerto Rico en la Sierra de Luquillo durante los años de 1880-81 a 1888-89.
- Archivo General de Puerto Rico^b. 1880-1889. Obras Públicas, Propiedad Pública cajas 42-45 (Cayey), Planes de aprovechamiento forestal de la Inspección de Montes de Puerto Rico en el monte Santa Ana de Cayey durante los años de 1880-81 a 1888-89.
- Archivo Histórico Nacional. 1867. Ultramar, Fomento de Puerto Rico, legajo 347, expediente 14, documento 1.
- Caro Costas, A. (editora). 1987. Antología de lecturas de historia de Puerto Rico (Siglos XV- XVIII) 3^{ra} reimpresión San Juan de Puerto Rico, p. 175.
- Carrión, J.F. 1988. Cantos a El Yunque, montaña de Puerto Rico. Hato Rey, Esmaco Printers Corp., p. 79.
- Coll y Toste, C. 1914-1927. “Memoria descriptiva de la segunda exposición pública de las bellas artes, agricultura e industria de la isla de Puerto Rico celebrada en junio de 1855” en Boletín Histórico de Puerto Rico. San Juan,

- Tipografía Cantero, Fernández y Compañía, Vol. VII, p. 113-114.
- De Córdova, P.T^b. 1838. Memoria sobre todos los ramos de la administración en la isla de Puerto Rico. Madrid, Imprenta de Yenes, p. 157, 179, 328.
- De Córdova, P.T^a. 1968. Memoria geográfica, histórica, económica y estadística de la isla de Puerto Rico. San Juan, Instituto de Cultura Puertorriqueña, Vol. III, p. 268.
- Fernández Méndez, E. 1981. Crónicas de Puerto Rico- Desde la conquista hasta nuestros días 1493-1955. Río Piedras, Editorial Universidad de Puerto Rico, p. 72.
- Gutiérrez Morales, G. 1976. Sonetos del árbol. Carolina, Impresora Nacional, p. 6.
- Hernández Aquino, L. 1977. Diccionario de voces indígenas de Puerto Rico. Río Piedras, Editorial Cultural, p. 389.
- Little, E.L. Jr., Wadsworth, F.H. y Marrero, J. 2001. Árboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes (Segunda edición revisada) Río Piedras, Editorial de la Universidad de Puerto Rico, p. 282.
- Pagán Burgos, F. 1979. Entrevista realizada a Francisco Pagán Burgos residente en el Sector La Cuarta del barrio Pesas de Ciales el 16 de diciembre de 1979. Edad 108 años.

EL ROL DEL INSTITUTO INTERNACIONAL DE DASONOMÍA TROPICAL EN EL PROYECTO DE LA SELECCIÓN DEL ÁRBOL MUNICIPAL OFICIAL DE LOS PUEBLOS DE PUERTO RICO

Carlos M. Domínguez Cristóbal

Instituto Internacional de Dasonomía Tropical
Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América
1201 Calle Ceiba, Jardín Botánico Sur, Río Piedras, Puerto Rico 00926-1119

RESUMEN

Los municipios de Puerto Rico poseen la facultad de legislar de forma oficial mediante ordenanzas o resoluciones aquellos símbolos relativos a su idiosincrasia. Ante esa perspectiva cada municipalidad posee un escudo, una bandera y la gran mayoría de ellos un himno municipal. En esa gesta histórica el Instituto de Cultura Puertorriqueña ha jugado un rol determinante. Sin embargo, a partir de 1995 el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical ha asumido el liderazgo en el proyecto de auxiliar a los municipios de Puerto Rico en la selección oficial de aquellos símbolos relativos a la flora y la fauna: árbol, flor y ave. En este artículo se exponen de forma cronológica el proceso que ha motivado la selección del árbol municipal oficial de cerca de un 40 por ciento de las municipalidades durante los años de 1995-2006.

Puerto Rico es uno de los pocos países del hemisferio americano que en la actualidad no posee oficialmente un árbol nacional. No obstante, existe evidencia histórica que señala que desde principios del siglo XX este tema estaba en discusión (Archivo General de Puerto Rico 1902). Sin embargo, a nivel de pueblo es aceptado que nuestra flor nacional es la maga (*Thespesia grandiflora*).

El panorama general de la heráldica municipal relativa a estos símbolos no es muy diferente de lo que ha acontecido a nivel nacional. No obstante, el escenario es mucho más alentador. En algunos pueblos existe la creencia de que tales símbolos ya han sido seleccionados debido a que sus escudos cuentan con la presencia de árboles, flores o aves. Sin embargo, la carencia de una ordenanza o resolución municipal inherente a tales símbolos ilustra que 57 municipalidades de Puerto Rico (73 por ciento) no han efectuado esa tarea heráldica relativa a sus árboles.

Hasta el momento, un total de 30 municipios (38.46 por ciento) han seleccionado oficialmente,

ya fuere mediante ordenanza o resolución su árbol municipal (ver Tabla). A excepción del pueblo de Moca, el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical ha resultado en la fuente inspiradora del proyecto. No obstante, el proceso hacia la realización de ese proyecto es uno de naturaleza municipal.

El carácter municipal de este proyecto radica en la oficialización del mismo preferiblemente mediante una ordenanza municipal. Dentro de esa perspectiva los municipios están facultados por ley para efectuar dicho proyecto. La Ley de municipios autónomos de Puerto Rico (Ley número 81 del 30 de agosto de 1991) en su artículo 2.001 (O) dispone:

“que el municipio podrá ejercer el poder legislativo y el poder ejecutivo en todo asunto de naturaleza municipal que redunde en el bienestar de la comunidad y en su desarrollo económico, social y cultural, en la protección de la salud y seguridad de las personas, que fomente el civismo y la solidaridad de las comunidades y en el desarrollo

TABLA. Municipios de Puerto Rico que han seleccionado oficialmente su árbol símbolo (1995-2008).

Municipios	Fecha Oficial	Designación
Moca	19 febrero 1972	Moca (<i>Andira inermes</i>)
Ciales	31 mayo 1995	Café (<i>Coffea arabica</i>)
Coamo	9 abril 1996	Violeta (<i>Polygala cowellii</i>)
Canóvanas	13 febrero 1997	*Ficus (<i>Ficus retusa</i>)
Orocovis	14 mayo 1997	Mango (<i>Mango mangifera</i>)
Dorado	15 agosto 1997	Palo de pollo (<i>Pterocarpus officinalis</i>)
Naranjito	12 septiembre 1997	Naranja (<i>Citrus aurantium</i>)
Ceiba	8 octubre 1997	Ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>)
Caguas	14 noviembre 1997	Roble *(<i>Tabebuia heterophylla</i>)
Ponce	10 junio 1998	Ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>)
Morovis	20 agosto 1998	Ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>)
Juana Díaz	11 abril 2000	Roble *(<i>Tabebuia heterophylla</i>)
Las Piedras	5 mayo 2000	Roble *(<i>Tabebuia heterophylla</i>)
Cidra	31 mayo 2000	Cidra (<i>Citrus medica</i>)
Guayama	27 septiembre 2000	Úcar (<i>Bucida buceras</i>)
Guaynabo	14 marzo 2003	Mamey (<i>Mammea americana</i>)
Sabana Grande	9 septiembre 2003	Palma de petate (<i>Thrinax morrissii</i>)
Humacao	16 septiembre 2003	Almendra (<i>Terminalia catappa</i>)
Quebradillas	20 abril 2004	Flamboyán rojo (<i>Delonix regia</i>)
Corozal	2 noviembre 2005	Palma de corozo (<i>Acrocomia media</i>)
Las Marías	9 marzo 2006	María (<i>Calophyllum calaba</i>)
Hatillo	24 marzo 2006	Corazón (<i>Annona muricata</i>)
Mayagüez	9 mayo 2006	Mango (<i>Mango mangifera</i>)
Barceloneta	10 mayo 2006	Higüera (<i>Crescentia cujete</i>)
Aibonito	27 diciembre 2006	Reina de las flores (<i>Lagerstroemia speciosa</i>)
Patillas	19 septiembre 2007	Palo de pollo (<i>Pterocarpus officinalis</i>)
Cataño	4 octubre 2007	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>)
Comerío	9 octubre 2007	Palma real (<i>Roystonea borinquena</i>)
Villalba	14 marzo 2008	Ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>)
Peñuelas	9 junio 2008	Flamboyán rojo (<i>Delonix regia</i>)
Adjuntas	19 junio 2008	Café (<i>Coffea arabica</i>)

*No se especifica el tipo de especie pero la documentación hace referencia a ella.

de obras y actividades de interés colectivo, con sujeción a las leyes aplicables.”

(Asamblea Legislativa de Puerto Rico 1992). La génesis de este proyecto puede iniciarse mediante una audiencia a las legislaturas municipales la cual determinan la fecha y hora en que esa solicitud será atendida. Ese proceso también puede iniciarse

sin necesidad de audiencia; pero sometiéndose la documentación correspondiente a ser evaluada por los legisladores municipales. Independientemente, de tal génesis la Legislatura Municipal, procede a que una comisión generalmente denominada “Comisión de educación, cultura y turismo” tome cartas en el asunto y luego de un estudio al respecto se designen los mecanismos a utilizarse.

Generalmente, la respectiva visión de tal comisión es aceptada formalmente cuando ésta se presenta en pleno en la Legislatura Municipal para su consideración final. La aprobación de tal proyecto mediante ordenanza o resolución de las legislaturas municipales requiere del voto afirmativo de la mayor parte de sus miembros. En muy raras ocasiones no existe unanimidad en dicha votación. La firma del Alcalde en tan histórico documento finaliza la oficialización de esos símbolos. No obstante, si el Alcalde no firma la ordenanza y resolución en el período de tiempo descrito mediante ley o no le devuelve a la Legislatura Municipal con sus recomendaciones o comentarios éste queda automáticamente oficializado.

La participación ciudadana juega un papel destacado en este proyecto. A mayor divulgación y participación, mayor representatividad de parte de la población. En ocasiones la participación ciudadana se estimula a través de ponencias verbales o escritas, cuestionarios o certámenes. Dentro de esa perspectiva, la idiosincrasia de cada pueblo es muy determinante en la realización de este proyecto.

El parámetro más determinante que se utiliza en la selección del árbol municipal lo constituye la existencia de una relación directa o indirecta de los candidatos con las diversas facetas de la historia de los respectivos pueblos. Ejemplo de ello son los cognómetros de los pueblos tales como Los Petateros de Sabana Grande. En otros municipios diversos elementos de la flora destacan de una manera significativa a los pueblos. Ejemplo de ello lo son el mango de Orocovis el cual se conoce como El Centinela, las ceibas de Quebradillas, la ceiba denominada Cuatro Calles de Ponce y el árbol de ceiba campeón de Puerto Rico el cual se ubica en la Hacienda El Limón de Villalba. El nombre del pueblo o inclusive el de sus barrios es en otras ocasiones el elemento a considerarse. Esa determinación se refleja, entre otros, en el nombre de los siguientes pueblos: Ceiba, Maricao, Las Marías, Moca, Cidra y Corozal. En ocasiones el antiguo nombre del pueblo tiende a destacarse en tal selección. Tal es el caso en Comerío (Sabana del Palmar). La presencia de la flora en los escudos municipales ha sido un factor a evaluarse en este proyecto. Dicha consideración se hace una realidad entre otros pueblos tales como Moca,

Ceiba, Quebradillas, Las Marías, Ciales, Naranjito y Adjuntas.

La selección de los árboles municipales, entre otras cosas, a ampliar la heráldica municipal, a establecer una mayor relación entre el ser humano y la naturaleza y a mejorar la calidad de vida de la familia puertorriqueña. Dentro de esa perspectiva, los elementos de la flora así seleccionados pueden constituir parte integrante de los proyectos de reforestación de los pueblos así como el ser utilizados como un recurso adicional de identificación en una variedad de actividades tales como los reinados de belleza o en desfiles puertorriqueños en diversos lugares de los Estados Unidos de América como lo es el Desfile Puertorriqueño de New York. Por otro lado, independientemente de cual sea la selección del árbol municipal todos los que de una forma u otra laboran en esa realidad heráldica contribuyen al advenimiento de una nueva página histórica de sus respectivos pueblos.

Aunque el proceso para la selección de los árboles municipales en Puerto Rico no ha finalizado sí existe una inclinación hacia los árboles nativos o de aquellas especies introducidas que se han naturalizado de una forma exitosa tales como el café, la almendra y el flamboyán rojo. Por otro lado, hasta el momento la ceiba, el roble blanco, el palo de pollo, el café, el mango y el flamboyán rojo poseen dos o más municipios que les han seleccionado como su árbol municipal oficial. No obstante, la ceiba constituye, hasta el momento, el puntero a la vez que ya cuenta con municipalidades del centro, sur y este del país en donde ya es reconocido como su árbol municipal.

BIBLIOGRAFÍA

- Archivo General de Puerto Rico. 1902. Legislatura de Puerto Rico. Proyectos y Anteproyectos de los Cuerpos (Cámara de Delegados). Caja 2.
- Asamblea Legislativa de Puerto Rico. 1992. Leyes y resoluciones de la Undécima Asamblea Legislativa de Puerto Rico Parte 1. Butterworth Legal Publishers: Orford, New Hampshire & Butterworth de Puerto Rico, Inc. p. 470.
- Asamblea Municipal de Caguas. 1997. Ordenanza núm. 21, Serie 1997-1998.
- Asamblea Municipal de Canóvanas. 1997. Ordenanza núm. 15, Serie 1996-1997.

- Asamblea Municipal de Ceiba. 1997. Ordenanza núm. 14, Serie 1997-1998.
- Asamblea Municipal de Ciales. 1995. Resolución núm. 33, Serie 1994-1995.
- Asamblea Municipal de Cidra. 2000. Ordenanza núm. 43, Serie 1999-2000.
- Asamblea Municipal de Coamo. 1996. Ordenanza núm. 31, Serie 1995-1996.
- Asamblea Municipal de Dorado. 1997. Ordenanza núm. 9, Serie 1997-1998.
- Asamblea Municipal de Guayama. 2000. Resolución núm. 5, Serie 2000-2001.
- Asamblea Municipal de Juana Díaz. 2000. Ordenanza núm. 42, Serie 1999-2000.
- Asamblea Municipal de Las Piedras. 2000. Ordenanza núm. 21, Serie 1999-2000.
- Asamblea Municipal de Moca. 1972. Resolución núm. 6, Serie 1971-1972.
- Asamblea Municipal de Morovis. 1998. Ordenanza núm. 1, Serie 1998-1999.
- Asamblea Municipal de Naranjito. 1997. Ordenanza núm. 6, Serie 1997-1998.
- Asamblea Municipal de Orocovis. 1997. Ordenanza núm. 16, Serie 1996-1997.
- Asamblea Municipal de Ponce. 1998. Ordenanza núm. 109, Serie 1997-1998.
- Legislatura Municipal de Adjuntas. 2008. Ordenanza núm. 20, Serie 2007-2008.
- Legislatura Municipal de Aibonito. 2006. Ordenanza núm. 11, Serie 2006-2007.
- Legislatura Municipal de Barceloneta. 2006. Ordenanza núm. 38, Serie 2005-2006.
- Legislatura Municipal de Cataño. 2007. Resolución núm. 18, Serie 2007-2008.
- Legislatura Municipal de Comerío. 2007. Ordenanza núm. 9, Serie 2007-2008.
- Legislatura Municipal de Corozal. 2005. Ordenanza núm. 14, Serie 2005-2006.
- Legislatura Municipal de Guaynabo. 2003. Ordenanza núm. 181, Serie 2002-2003.
- Legislatura Municipal de Hatillo. 2006. Ordenanza núm. 31, Serie 2005-2006.
- Legislatura Municipal de Humacao. 2003. Ordenanza núm. 4, Serie 2003-2004.
- Legislatura Municipal de Las Marías. 2006. Resolución núm. 15, Serie 2005-2006.
- Legislatura Municipal de Mayagüez. 2006. Ordenanza núm. 32, Serie 2005-2006.
- Legislatura Municipal de Patillas. 2007. Ordenanza núm. 8, Serie 2007-2008.
- Legislatura Municipal de Peñuelas. 2008. Ordenanza núm. 24, Serie 2007-2008.
- Legislatura Municipal de Quebradillas. 2004. Ordenanza núm. 9, Serie 2003-2004.
- Legislatura Municipal de Sabana Grande. 2003. Ordenanza núm. 2, Serie 2003-2004.
- Legislatura Municipal de Villalba. 2008. Resolución núm. 14, Serie 2007-2008.

PRESENCIA DEL CAFÉ (*COFFEA ARABICA*) EN EL ACONTECER HISTÓRICO DE PUERTO RICO

Carlos M. Domínguez Cristóbal

Instituto Internacional de Dasonomía Tropical
Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América
1201 Calle Ceiba, Jardín Botánico Sur, San Juan, Puerto Rico 00926-1119

RESUMEN

El café es una de las especies arbóreas que mayor influencia ha ejercido en el acontecer histórico de Puerto Rico. Dentro de esa perspectiva se destaca, entre otros, el rol protagónico en la economía agrícola, las diversas manifestaciones en la literatura, la toponimia, la heráldica y en la política forestal del país. Ante esa perspectiva, los factores naturales, entre los que se destacan los huracanes, así como ciertos eventos políticos y económicos han determinado la magnitud del rol protagonístico del café en la historia de Puerto Rico.

El café es “*la fuente de una de las bebidas más populares del mundo*” (Little *et al.* 2001). Perteneció a la familia de las rubiáceas, procede de Etiopía (Alegría 1967) y fue introducida a Puerto Rico en 1736 (Gil Bermejo 1970).

Desde su introducción a Puerto Rico este grano aromático, fue ganando adeptos de forma notable. En 1758 la popularidad de este producto agrícola inició un nuevo capítulo en la historia de nuestro país pues ya era considerado como uno de los principales productos de exportación (Alegría 1967).

El vertiginoso ascenso del cultivo del café en Puerto Rico contribuyó para que en 1790 este renglón agrícola desplazara al tabaco el cual era el principal producto de exportación de la economía agrícola del país (Picó 1986). No obstante, dicho reinado fue de corta duración pues en la década del 1810 el cultivo de la caña de azúcar pasó a ocupar el sitio del principal renglón de la economía agrícola de la colonia española de Puerto Rico (Picó 1986). Por otro lado, para fines del siglo XVIII y principios del XIX los cafetales estaban localizados en las proximidades de los puertos y en los pueblos del litoral (Abbad y Lasierra 1979).

Para la última década del siglo XIX el café recobró el sitio como el principal producto agrícola de exportación. Entre los factores que propiciaron tal situación se ubicaron los siguientes: la exitosa adaptación del café en las tierras vírgenes y húmedas de la altura, la abundancia de una fuerza laboral dependiente y barata, la ascendente demanda en el mercado peninsular, la excelente calidad del café puertorriqueño y la problemática para con el abastecimiento del café en el mercado europeo de varios países productores de este renglón agrícola (Alegría 1988).

El desarrollo del cultivo del café en el interior montañoso de la Isla posee otras ramificaciones de vital interés para con el proceso histórico-decimonónico. No obstante, éste se hizo más palpable hacia el último cuarto del siglo XIX.

“La población, el crédito, la producción agrícola y los conflictos sociales se mueven hacia los municipios de la cordillera. El país encontraba que por primera vez, desde la colonización del siglo 16, los procesos más significativos se estaban dando en el interior y no en la costa. El café de la montaña le da vida a los puertos de la costa, especialmente a los de Ponce y Mayagüez. Esta hegemonía de

la montaña, aunque fugaz, vive todavía en la conciencia del país. Es la responsable de que el jíbaro llegara a ser el prototipo del puertorriqueño. Tierra adentro quiso el país afinar su identidad. De ahí la tendencia a idealizar este período que si bien produjo grandes logros, también cobró en vidas el precio de los mismos” (Picó 1986).

Durante el siglo XX el cultivo del café en Puerto Rico requirió de una serie de ajustes a tono con las realidades de cada eventualidad para de esa forma lograr sobrevivir a una centuria de grandes retos y posibilidades. Aunque en esa centuria el café jamás logró reconquistar el sitio de honor como el principal producto agrícola de exportación su presencia en el proceso histórico del país, ahora colonia norteamericana, alcanzó nuevas dimensiones.

La presencia del café en la heráldica puertorriqueña es una de las manifestaciones que ha emergido con gran ímpetu desde los inicios de la década del 1970. Testimonio de ello queda manifestado al constituir parte integrante de los escudos municipales de varios municipios de la región cafetalera del país: Adjuntas, Ciales, Las Marías, Maricao, Ponce, San Sebastián y Yauco (Rivera Arboray 1999). Por otro lado, en la década del 1990 los municipios de Ciales (Asamblea Municipal de Ciales 1995) y Orocovis (Asamblea Municipal de Orocovis 1997) han reconocido oficialmente al café como el árbol representativo de esos municipios. No obstante, el café ocupó a principios de la década del 1900 el tercer lugar como el candidato a árbol emblemático entre los estudiantes de las escuelas públicas de Puerto Rico (Gaceta de Puerto Rico 1903).

La temática del café se ha destacado de forma notable en las diversas manifestaciones de nuestra literatura. Dentro de ese marco escénico se ubican, entre otras obras las siguientes: Solar Montoya, una novela del cafetal del destacado escritor Enrique Laguerre y Cuentos y leyendas del cafetal de Antonio Oliver Frau. No obstante, ha sido en el campo de la poesía que el café ha encontrado el mayor número de escritores adeptos. Entre esas manifestaciones poéticas se ubican las siguientes: El acabe de Juan A. Corretjer Montes, El café de Ferdinand R. Cestero, Canto al café de Gustavo

Palés Matos, Las piladoras de Francisco Manrique Cabrera, El cafetal de Juan Avilés, y Cogedoras de café de Luis Lloréns Torres. Por otro lado, el tema del café posee otras manifestaciones artísticas. Ejemplo de ello lo constituye, la Revista del Café, constituía el medio a través del cual la temática del café afloraba en todo el país. Al unísono, la Revista de Agricultura dedicó muchos de sus artículos a este arbusto destacado de nuestra historia.

Rafael Tufiño en sus grabados así como Ramón Frade en sus lienzos han manifestado a través de algunas de sus expresiones artísticas la temática del cafetal. Dentro de ese contexto, Tufiño posee una serie de grabados en linóleo sobre la vida en las haciendas de café. Ejemplo de ello son las siguientes: Recogedoras de café, Despulando café a máquina, Despulando con pilón, Secando el café al sol y La fiesta del acabe (Alegría 1967). Por su parte el lienzo denominado Caracolillo de Ramón Frade es ilustrativo de la presencia del café en su creación artística (Delgado Mercado 1989).

La importancia del café en la historia de Puerto Rico cuenta desde el último cuarto del siglo XX con una serie de historiadores que han dedicado miles de horas de estudio a la presencia de este grano aromático en varios municipios cafetaleros. Ejemplo de ello son Fernando Picó con Amargo café (Los pequeños y medianos caficultores de Utuado en la segunda mitad del siglo XIX), Guillermo Baralt con Yauco o las minas de oro cafetaleras, Luis Edgardo Díaz Hernández con Castañer: una hacienda cafetalera en Puerto Rico 1868-1930 y Luis Pumarada O’Neill con La industria cafetalera de Puerto Rico (1736-1969).

El café, por su consideración como un tipo de bosque bajo cultivo posee una relación muy estrecha entre la agricultura y la silvicultura (Kramer 1932). Dentro de esa perspectiva afloran una serie de temas que prácticamente son comunes para con ambas disciplinas. Entre éstos se ubican la erosión, la utilización de especies arbóreas fijadoras de nitrógeno, el impacto de los huracanes y la presencia de enfermedades e insectos que reducen la capacidad productiva y la longevidad de los cafetos y las especies circundantes.

Ante esa perspectiva los huracanes de San Felipe y San Ciprián en 1928 y 1932 respectivamente motivaron o generaron una serie de estudios o investigaciones agrícolas y silviculturales. Entre esas investigaciones, se ubicaban, la introducción de varias especies maderables exóticas de la familia de las Ingas para ser empleadas como sobra del cafetal. Por otro lado, las nuevas especies exóticas a ser consideradas serían evaluadas, entre otros motivos, con referencia al impacto de los huracanes, su utilización como fuente de combustible o carbón y su resistencia al ataque de insectos o enfermedades que a su vez poseían implicaciones de carácter negativo para con el cafetal.

En la actualidad, las zonas de café que han sido abandonadas representan, entre otras cosas, un excelente campo de estudio silvicultural. Dicha importancia está basada en los cambios que han ocurrido en la composición y distribución de las especies arbóreas que hoy ocupan aquellas extensiones de terreno que con anterioridad estuvieron dedicadas al cultivo del café. Adjunto a ello emergen otros temas de interés tales como las variantes en la composición y distribución de la fauna así como en las características físicas y químicas del suelo. Dentro de ese panorama existen múltiples escenarios los cuales se ubican principalmente en los municipios de la zona centro-oeste del país así como en las tierras de mayor elevación de los municipios de Juana Díaz, Ponce, Peñuelas, Guayanilla, Yauco, Sabana Grande y San Germán.

Aunque en la actualidad la pujanza de la industria cafetalera en el acontecer económico del país no posee la vitalidad de otras épocas sí continúa presente en una serie de festividades en la cual el marco escénico está constituido por éste. Tal es el caso de la Fiesta del Acabe de Maricao (Instituto de Cultura Puertorriqueña, Centro Cultural de Maricao y Administración Municipal de Maricao 1991) así como el Festival Nacional del Café de Yauco (Sánchez Martínez 1993). Dichas festividades, las cuales se iniciaron en Puerto Rico a mediados del siglo XIX, llevan a cabo un esfuerzo por restaurar aquellas fiestas que se celebraban en las haciendas

y fincas cafetaleras al finalizar la cosecha (Torres Carrasquillo 1981). O sea, que era una especie de fiesta que realizaban los dueños de la finca o de la hacienda cafetalera con motivo de acción de gracias para con los empleados de la finca al final de la cosecha (Díaz Montero 1982). Por otro lado, la zona cafetalera “*nos permite ver la relación de lo artesanal y lo industrial en las haciendas cafetaleras*” (López 2003).

BIBLIOGRAFÍA

- Abbad y Lasierra, Fray Iñigo. 1979. Historia geográfica, civil y natural de la isla de San Juan Bautista de Puerto Rico. 3ra ed. Con estudio preliminar por Isabel Gutiérrez del Arroyo. Río Piedras, Editorial Universidad de Puerto Rico. Pp.142-143.
- Alegria José. 1967. “Introducción” en *Café* (Libros del Pueblo núm. 5) San Juan, Instituto de Cultura Puertorriqueña. Pp. IV, 3, 13.
- Alegria Ricardo 1988 (editor). *Temas de historia de Puerto Rico*. San Juan, Centro de Estudios Avanzados de Puerto Rico y El Caribe. Pp. 153-157.
- Delgado Mercado Osiris. 1989. Ramón Frade, pintor puertorriqueño (1875-1954), un virtuoso del intelecto. San Juan, Centro de Estudios Avanzados de Puerto Rico y El Caribe, Instituto de Cultura Puertorriqueña y la Academia Puertorriqueña de la Historia. p. 228.
- Díaz Montero Aníbal. 1982. Del vocabulario jíbaro. Santurce: Editorial Díaz-Mont., p. 12.
- Gaceta de Puerto Rico. 24 de enero de 1903. “El árbol emblemático de las escuelas de Puerto Rico”. p. 14.
- Gil Bermejo Juana. 1990. Panorama histórico de la agricultura en Puerto Rico. San Juan, Instituto de Cultura Puertorriqueña. p.191.
- Instituto de Cultura Puertorriqueña, Centro Cultural de Maricao y Administración Municipal de Maricao. 1991. 13^{ra} Fiesta del acabe del café. Maricao, Puerto Rico. p. 4.
- Kramer William. 1932. “Servicio Forestal” en Informe anual del Comisionado de Agricultura y Comercio. 1930-1931. p. 152.
- Asamblea Municipal de Ciales. 1995. Resolución núm. 33 (31 mayo 1995), Serie 1994-1995.
- Asamblea Municipal de Orocovis. 1997. Ordenanza núm. 16 (14 mayo 1997), Serie 1996-1997.

- Little Elbert L., Frank H. Wadsworth y José Marrero. 2001. Árboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Río Piedras, Editorial Universidad de Puerto Rico. p. 623.
- López Ramón. 2003. Historia de la artesanía puertorriqueña. San Juan, Instituto de Cultura Puertorriqueña. (Cuadernos de Cultura, núm. 10). p. 192.
- Picó Fernando. 1986. Historia general de Puerto Rico. Río Piedras: Ediciones Huracán. Pp. 160-161, 167, 192.
- Rivera Arbolay Pedro (coordinador). 1999. Pueblos de nuestro Puerto Rico. San Juan, Publicaciones Puertorriqueñas. Pp. 1, 85, 176, 185, 197, 242, 292, 342.
- Sánchez Martínez Héctor. 1993. Puerto Rico Turístico-Guía de viajes para Puerto Rico. San Juan, Publicaciones Puertorriqueñas Inc., p. 160.
- Torres Carrasquillo Víctor. 1981. La fiesta del acabe en la zona de Maricao y Las Marías. (Estudio monográfico presentado para el curso de Cultura Puertorriqueña-Dr. Ricardo Alegría) San Juan, Centro de Estudios Avanzados de Puerto Rico y El Caribe. p. IV.

APUNTES EN TORNO A LA UTILIZACIÓN DE LAS ESPECIES ARBÓREAS NATIVAS EN LAS ARTESANÍAS EN PUERTO RICO

Carlos M. Domínguez Cristóbal

Instituto Internacional de Dasonomía Tropical
Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América
1201 Calle Ceiba, Jardín Botánico Sur, San Juan, Puerto Rico 00926-1119

RESUMEN

El estudio de las artesanías constituye uno de los parámetros para el conocimiento de la trayectoria del ser humano a través del tiempo. Dentro de ese contexto Puerto Rico posee una experiencia artesanal desde la llegada de los primeros grupos poblacionales. No obstante, la historia de las artesanías de Puerto Rico se encuentra fragmentada y dispersa. Ante esa realidad se requiere de una aglutinación de todas las posibles fuentes de información de manera que pueda plasmarse la aportación significativa de las artesanías en el proceso histórico de Puerto Rico.

Los diversos esfuerzos realizados desde el último lustro del siglo XX, son indicativos de que aunque estamos encaminados en la ruta del reconocimiento de la aportación de las artesanías en la trayectoria histórica de Puerto Rico aún restan muchos tramos por recorrer. Ante esa perspectiva, es de esperarse que el tema sobre la utilización de las especies arbóreas nativas en las artesanías puertorriqueñas se le ubique en su lugar correspondiente y de que por ende el artesano sea reconocido ampliamente como uno de los forjadores de nuestra historia.

En la elaboración del tema que aquí presentamos es necesario establecer o aclarar dos conceptos: artesano (de las maderas) y especies arbóreas nativas. Una definición personal actual de un artesano de las maderas puede exponerse de la siguiente forma.

Un artesano es toda aquella persona que realiza o lleva a cabo un trabajo diestro o especializado con la madera o con cualquier otro componente de los árboles o arbustos en la cual sus brazos y su innata creatividad están auxiliados o complementados por una serie de instrumentos manuales o mecánicos.

Una especie arbórea es considerada o clasificada como nativa cuando ésta se encuentra “creciendo naturalmente en un área” (Francis, Lowey y Trabanino 2000). En el caso de Puerto Rico se utiliza como punto de referencia a considerarse la llegada de los españoles a Boriquén.

Entre las especies arbóreas nativas de Puerto Rico se ubican las siguientes: moca (*Andira inermis*), tabonuco (*Dacryodes excelsa*), guaraguao (*Guarea guidonea*), guayacán (*Guaiacum sanctum*), mamey (*Mammea americana*), palma real (*Roystonea borinquena*), cedro hembra (*Cedrela odorata*), jagua (*Genipa americana*), palma de corozo (*Acrocomia media*), la higüera (*Crescentia cujete*) y la ceiba (*Ceiba pentandra*) (Little, Wadsworth y Marrero 2001).

La utilización de las especies arbóreas nativas como materia prima en la génesis artesanal de Puerto Rico está íntimamente relacionada con las culturas indígenas pre-colombinas. Aunque es muy común el enfocarse en la madera, los árboles nativos también proveen para tales propósitos semillas, frutos, cortezas, tintes, hojas, ramas e inclusive sus raíces. No obstante, la madera, en especial el tronco

o aquellas ramas de excelentes dimensiones, son las de mayor uso en las artesanías puertorriqueñas.

Para los efectos de este ensayo, las culturas indígenas pre-colombinas relativas a las artesanías madereras y nativas se dividen en dos grandes categorías: los cazadores-recolectores y los agro-alfareros.

Los cazadores-recolectores también denominados como indios arcaicos poseían, entre otros conocimientos, la talla de la madera (Alegría 1988). Sin embargo, dada la naturaleza perecedera de la madera que éstos utilizaron muy pocos artefactos de ellos han sobrevivido en Puerto Rico hasta hoy día. Ante esa circunstancia la arqueología constituye la herramienta fundamental para el conocimiento de la vida cotidiana de los habitantes cazadores-recolectores. Dentro de esa perspectiva se desprende que éstos, adjunto a ubicarse mayormente en las zonas de la costa y en áreas pantanosas, vivían en una estrecha relación de dependencia con la naturaleza circundante y de que ésta poseía una concepción animista con la cual se guardaba una relación de respeto, de responsabilidad y de equilibrio.

Ante esa concepción animista de la naturaleza de los pueblos cazadores-recolectores, ésta adquiere un carácter mágico así como el de aquellos objetos elaborados con la materia prima que éstos suplían (Gómez Acevedo Labor y Ballesteros Gaibrois 1978). Tal noción para con la naturaleza constituye el fundamento de las artesanías, o sea, la unidad que existe entre lo útil y lo bello en el misterio del ánimo de las cosas.

Los pobladores agro-alfareros que llegaron posteriormente y que conquistaron y asimilaron a los cazadores-recolectores poseían diversas destrezas artesanales entre las cuales se ubicaba la talla de la madera, la tintorería, la textilera así como la fabricación de tambores y de silbatos. Testimonio de ello es corroborado por las investigaciones arqueológicas y por las fuentes etno-históricas de la época. Adjunto a esas características guardaban

una estrecha relación con la naturaleza pues de ella dependían para con toda su existencia. De ahí el que entre los pobladores agro-alfareros proliferara una afinidad mágica y/o espiritual para con la naturaleza.

Ante esa afinidad era requerido o necesario el poseer una serie de objetos sagrados los cuales, adjunto a los de usos cotidiano, conducían a la creación artesanal. Sin embargo, a los objetos sagrados se les dedicaba un esfuerzo y mayor refinamiento que el necesario para su básico funcionamiento ya que existía una dependencia de las divinidades de la naturaleza (López 2003). Adjunto a la utilidad, la expresión de la belleza poseía un propósito adicional, o sea, el conseguir que el poder de la divinidad estuviera accesible a los portadores de los objetos.

Ante la herencia cultural de los indios agro-alfareros, los taínos lograron un refinamiento e innovaciones artesanales que les convirtieron o transformaron en los más excelentes exponentes del Caribe pre-colombino (López 2003). Dentro de ese marco escénico, figuraba la talla de piedra así como la de las maderas nativas. De ahí la concepción de la transformación de una parte de un árbol en unos objetos finos en los cuales quedaba plasmada la utilidad y la espiritualidad. Ejemplo de ello lo constituyen los dujos o asientos ceremoniales y los cemíes. No obstante, fue sobre ese renglón artesanal taíno que los españoles ejercieron una influencia de carácter religioso.

El descubrimiento español de Boriquén propició un rudo golpe a la expresión artesanal taína, especialmente en aquella dedicada a los fines espirituales. Dentro de esa perspectiva, la expresión artesanal de carácter sagrado fue considerada por los españoles como un culto al demonio. Testimonio de ello queda expresado en muchas de las fuentes etno-históricas de la época. Ante esa consideración, las artesanías taínas dedicadas a la espiritualidad fueron condenadas a su desaparición y/o destrucción. Por otro lado, la naturaleza perecedera de la madera así como la reacción española a las artesanías taínas

de carácter espiritual constituyen los factores principales que motivaron o propiciaron a que el número de cemis o djos ceremoniales se redujera notablemente y de que por tanto no se puedan apreciar y estudiar hoy día.

Contrario a la visión española para con las artesanías taínas de uso espiritual aquellas relativas al uso cotidiano lograron sobrevivir o en cierta manera fueron modificadas o redefinidas. Ejemplo de ello lo constituían, el uso del bohío, la hamaca y los múltiples usos de la higüera. Por otro lado, los españoles, establecieron en la colonia, ahora denominada San Juan Bautista, unas nuevas destrezas artesanales. Entre ellas se ubicaron las habilidades de la cestería las cuales fueron redefinidas para la producción de sombreros. Dentro de ese contexto también se ubicaba la fabricación de aparejos para las bestias de carga así como a la confección de yugos (López 2003).

Eventualmente los españoles fueron adaptándose y reconociendo la naturaleza tropical de las especies arbóreas del país pues para ellos la flora de América y por consiguiente, la de San Juan Bautista, le resultaba prácticamente desconocida. De esa eventual conexión con la naturaleza así como de la adquisición de datos procedentes de los taínos se fue entretejiendo una sabiduría popular sobre las características, usos y aplicaciones de las maderas nativas.

La denominación de las especies arbóreas nativas ilustra como ya desde el siglo XVI se ubican varias categorías para con el advenimiento de los nombres de éstos: indígena, española e híbrida. Dentro de ese contexto muchas especies arbóreas nativas conservaron su ancestral nombre indígena. Ejemplo de ello lo son las siguientes: maga (*Thespesia grandiflora*), ausubo (*Manilkara bidentata*), y cojoba (*Pithecellobium arboreum*) (Álvarez Nazario 1977). Otras especies nativas fueron denominadas por los españoles. Los siguientes ejemplos constituyen un claro testimonio de lo antes descrito: palo de matos (*Ormosia krugii*), palo colorado (*Cyrilla racemiflora*) y cedro hembra (*Cedrela odorata*). Dentro de esa categoría también emergen algunos de influencia árabe tales como almácigo (*Bursera simaruba*) y algarrobo

(*Hymenaea courbaril*). Entre esos primeros siglos de historia emergen también nombres de árboles nativos los cuales poseen una hibridización o mezcla entre lo indígena y lo español (Álvarez Nazario 1982). Ejemplo de los tales son: higüerillo (*Vitex divaricata*), yagrumo hembra (*Cecropia schreberiana*) y palma de corozo (*Acrocomia media*).

La declinación numérica de los taínos hacia la primera parte del siglo XVI, motivó en gran medida la aparición de un tercer elemento poblacional, el cual también aportaría de forma significativa al quehacer artesanal del país, los esclavos procedentes de África. No obstante, dicha aportación resulta en extremo asombrosa dadas las condiciones de vida a la que estos seres humanos fueron sometidos de forma brutal.

La lejanía de sus tierras de procedencia, la nostalgia, el culto a los antepasados, sus diversos festejos comunitarios e iniciaciones y la clandestinidad de su espiritualidad junto a su creatividad y el estado selvático del país contribuyeron para que el tambor se convirtiera en más que un artefacto artesanal o de un instrumento musical en un testimonio de lucha por la sobrevivencia y clandestinidad (Baralt 1981). De ahí el que para el indígena así como para los esclavos cimarrones el bosque fuera adquiriendo un símbolo de la libertad plena de otros tiempos y la cual anhelaban recobrar aun a costa de sus vidas.

El descubrimiento de oro, plata y piedras preciosas en otros lugares del imperio español en América motivó el que Puerto Rico no fuera una prioridad en las rutas comerciales con la metrópoli. Dentro de esa perspectiva, la Isla, en especial la isleta de San Juan fue adquiriendo un valor estratégico y militar mientras que el resto de la colonia vivía en unas condiciones de extrema pobreza. Dentro de ese marco escénico de varias centurias floreció el contrabando entre el cual se ubicaba el de naturaleza maderera. Ante esa circunstancia, miles de árboles, que pudieron producir excelentes piezas de artesanías eran demandados por los extranjeros ya fuera por sus diversas características, cualidades o propiedades (Fernández Méndez 1981). No obstante, la mayor parte de la población de la colonia española de Puerto Rico, o sea,

aquella allende a las fortificaciones militares de San Juan poseía en su mayor parte, entre otras características, las siguientes: analfabeta, pobre, católica, contrabandista pero con una tradición oral exquisita.

Dentro del marco escénico antes descrito las artesanías de influencia española que proliferaron en Puerto Rico fueron aquellas que la mayor parte de la población adaptó de aquellas materias primas tales como las especies arbóreas nativas. Por otro lado, la Isla se ubicaba en la ruta de los huracanes y la población sufría los constantes embates de los cambios del clima y de la aparición y recurrencia de diversas enfermedades. Ante esas circunstancias fue proliferando una reorientación de las artesanías. Ejemplo de ello lo constituía la fabricación de los instrumentos de cuerdas con maderas del país y la creciente aparición de los toscos muebles de maderas y fibras nativas. No obstante, fue el área de la espiritualidad donde las artesanías lograron una gran manifestación. Entre ellos figuraban los rosarios hechos con semillas de diversas especies arbóreas nativas, la talla de los santos de palo y la de los Reyes Magos de los cuales uno de éstos era de color negro.

La nueva sociedad colonial era eminentemente “católica” y requería de imágenes espirituales de las vírgenes y de sus santos tanto para las iglesias como para los altares domésticos. Ante esa circunstancia, los habitantes de pocos recursos económicos, o sea, la mayor parte de la población comenzaron a fabricar y colocar en sus altares santos de palo los cuales eran muy toscos pero muy expresivos. Ante ese marco escénico se deduce que el jíbaro, el cual constituía la peonada “*hizo un hincapié en las devociones a la Virgen y los santos*” (Picó 1977).

La fortaleza de la naturaleza cultural de los santos de palo fue tan extendida y popular que su culto de mantuvo por siglos como una expresión masiva de un catolicismo cotidiano. Ese hecho es de gran importancia pues es aquí donde reencontramos lo mágico y útil de la ancestral unidad. A los santos se les hacían promesas a cambio de la ayuda en la solución de los problemas de la vida cotidiana. Por otro lado, la promesa no era efectuada a la persona espiritual divinizada del santo sino a la imagen artesanal. Por tanto la fama de imágenes

milagrosas pertenecía más a la imagen que al santo celestial, ello a pesar de la doctrina católica oficial. De ahí por ejemplo, la veneración de la Virgen de la Monserrate en Hormigueros.

Las imágenes populares que son admiradas por muchos hoy día, muy poco lo fueron por las clases dominantes de otras épocas. Éstos preferían las imágenes escultóricas importadas de Europa. Las del patio, aquellas que en su mayor parte eran producidas o creadas por manos de los hijos del país eran consideradas como de poco o ningún valor. Por ese motivo muchos sacerdotes se negaron a bendecir los santos de palo (Colón Camacho 2003). Por otro lado, el español pobre que arribó a Puerto Rico trajo consigo un catolicismo popular que contribuyó a dar sentido a la vida y lograr difundirse entre los sectores populares de la colonia para eventualmente desarrollar una expresión artesanal propia. No obstante, ésta sería en cierta manera influenciada por las eventuales transformaciones o vaivenes de la historia económica del país.

La reorientación de una economía de base agrícola de subsistencia a una de naturaleza agrícola basada en la exportación, principalmente en los cultivos de la caña de azúcar, el café y el tabaco y que se llevó a cabo en Puerto Rico desde fines del siglo XVIII hacia la medianía del siglo XX motivó una serie de transformaciones que de una u otra forma intervinieron en el quehacer artesanal de Puerto Rico a través del uso de sus maderas nativas. Entre los escenarios de esos tres renglones agrícolas el común denominador lo constituían la opulencia de las haciendas y la situación de extrema pobreza de la masa trabajadora.

Desde la estructura externa y física de las haciendas hasta sus interioridades existía una extrema contradicción con los bohíos o casas de los jornaleros. Ejemplo de ello lo constituyen la utilización o empleo de las maderas del país en la fabricación de las casas de las haciendas, sus mobiliarios, su joyería, los juguetes de los niños e inclusive sus santos y su devoción espiritual. Contrario a tal escenario los rústicos bohíos se construían de varazones de diverso tipo, paja, yaguas y tablas de palma de diversas especies. En la mayor parte de ellos se hacía presente una hamaca, si acaso unos muebles rústicos y el empleo de todo

aquello que proveía la naturaleza en la fabricación de los utensilios cotidianos. Entre ellos figuraba la diversidad de usos de la higüera y la presencia de alguna guitarra o cuatro los cuales eran los compañeros fieles de sus momentos de alegrías y tristezas.

En las cercanías al terreno de cada bohío, muchos de los cuales en otras épocas pertenecían a la masa obrera, se ubicaban un variado número de plantas medicinales como un testimonio de una sabiduría popular basada en una tradición oral ancestral. Dentro de ese marco escénico de un contacto con la naturaleza, la necesidad había motivado el que en muchas familias pobres y jornaleras se fuera entretejiéndose y diversificando aquel conocimiento ancestral del uso de las maderas nativas como materia prima en la confección de diversos objetos de uso cotidiano. Por otro lado, aquella fe depositada en los santos de palo fue una vez más colocada a prueba a fines del siglo XIX. Dentro de ese escenario el azote del huracán de San Ciriaco para con el principal producto agrícola, el café, y la invasión norteamericana influyeron de forma definitiva en el rol de las artesanías en el proceso histórico de Puerto Rico.

Uno de los impactos más significativos que acontece a las artesanías de Puerto Rico luego del cambio de soberanía se escenificó en la talla de madera alusiva al santoral de la Iglesia Católica. Ante el proceso de evangelización protestante la Isla fue dividida o distribuida entre diversas denominaciones (Silva Gotay 2005). Dentro de esa perspectiva la conversión de los individuos conllevaba el desprendimiento de todo aquello relacionado al catolicismo. Por tanto, miles de tallas de madera, algunas de ellas legados de generaciones familiares, procedieron a destruirse. Al unísono se le propició un rudo golpe a la festividad del Domingo de Ramos en la cual el párroco procedía a la bendición de las pencas de la palma real. Por consiguiente miles de figuras en forma de cruz o de lazo que de esta especie arbórea se ubicaban a la entrada de los bohíos o de las casas fueron desapareciendo.

Al unísono del impacto del cambio de soberanía en la talla de santos de palo, el nuevo proceso de evangelización ejerció su influencia, aunque menos

marcada y menos drástica en la festividad y talla de los Reyes Magos y de sus promesas. Por otro lado, San Nicolás fue desplazando tanto en las costas como en la montaña aquel lugar centenario que ocupaba la tradición y las promesas de los Reyes Magos en el santoral católico. Por otro lado el proceso de emigración masiva abonaba en esa dirección.

El proceso de emigración que ocurrió en Puerto Rico durante la primera parte del siglo XX también contribuyó en gran medida a la decadencia de las artesanías. Ante ese marco escénico miles de familias vendieron sus tierras y emigraron a los pueblos costeros en vías de metropolitarse o siguieron su ruta vía los Estados Unidos con preferencia a New York. Su sueño dorado estaba constituido por un bienestar económico y de progreso familiar.

Ante los nuevos estilos de vida y del continuo ajeteo de los nuevos empleos, el recuerdo y la nostalgia evocaban los tiempos pasados así como el mundo de las artesanías del país. Por otro lado, el país ya se encaminaba desde la medianía de la centuria pasada a un nuevo reto de naturaleza económica, la industrialización.

Ante la decadencia de la actividad cultural en sus múltiples manifestaciones el recién creado Estado Libre Asociado de Puerto Rico estableció mediante la Ley número 89 del 21 de junio de 1955 el Instituto de Cultura Puertorriqueña. Entre sus funciones se ubicaba el “*estimular las artesanías de tradición popular tales como las tallas*” (Asamblea Legislativa de Puerto Rico 1955). Aunque existieron y aun existen críticas por la intervención gubernamental en la oficialización de la cultura se le encomendó a dicha agencia gubernamental el desarrollo de una serie de programas entre los cuales se ubicaba el Fomento de las Artes Populares. A tono con la legislación gubernamental las principales actividades de dicho programa lo constituían la organización de ferias artesanales y el fomento de la creación de las artesanías. Dentro de esa perspectiva figuraba el uso de la madera como materia prima.

El eventual desarrollo de las ferias artesanales y la presencia de las artesanías en los diversos festivales y fiestas que se desarrollan en Puerto Rico

han contribuido de forma notable al fomento de éstas a nivel estatal. Dentro de ese marco escénico figura la labor titánica que efectúan los Centros Culturales que se localizan en todos los pueblos del país los cuales están adscritos al Instituto de Cultura Puertorriqueña. Entre esos festivales, ferias y fiestas se destacan, entre otros, debido a la gran multitud de individuos que logran convocar los siguientes: Festival Indígena de Jayuya, la Fiesta del acabé del café de Maricao y la Feria Artesanal de la Bacardí.

Dentro del escenario de las ferias artesanales la correspondiente a Barranquitas así como la de la Feria de la Bacardí resultan en extremo de gran importancia. Ante esa perspectiva la relativa a la Cuna de Luis Muñoz Rivera posee un gran misticismo debido a su antigüedad no solo para con Puerto Rico sino para América. Por otro lado, es como especie de un reconocimiento a las artesanías de la altura. Por su parte, la Feria de la Bacardí, la cual se escenifica en la zona costanera es considerada como la festividad que mayor número de artesanos logra convocar anualmente. No obstante, la Feria de la Bacardí, marca en gran medida el inicio formal del período navideño del país.

El auge de las ferias y festividades de naturaleza artesanal en Puerto Rico motivó el que durante la década del 1990 emergieran una serie de leyes cuya finalidad era el fortalecimiento e implantación de una política artesanal. Ante esa circunstancia surgió la Ley del Programa de Desarrollo Artesanal, o sea, la Ley número 166 del 11 de agosto de 1995 la cual, entre otras cosas establece, los mecanismos y designa los organismos o agencias gubernamentales responsables a dichos fines: la Compañía de Turismo, la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, el Instituto de Cultura Puertorriqueña así como también los promotores artesanales (Asamblea Legislativa de Puerto Rico 1996). Ante ese escenario y mediante la Ley número 80 del 14 de agosto de 1997 se incluyó en dicha faena artesanal al Departamento de Educación de Puerto Rico (Asamblea Legislativa de Puerto Rico 1998). Ante esa situación, dicha agencia gubernamental sería la responsable por el reconocimiento del quehacer artesanal infantil y

juvenil y por tanto debía de organizar, entre otras actividades, certámenes, ferias y concursos para poder otorgar la Medalla del Artesano Infantil y la Medalla del Artesano Juvenil.

El auge de las artesanías hacia el último cuarto del siglo pasado motivó que tal efervescencia se manifestara de forma internacional. Dentro de esa perspectiva la United Nations Educational Scientific Cultural Organization (UNESCO), la Organización de Estados Americanos (OEA) y la Nacional Endowment for the Arts han contribuido de forma significativa a un encuentro de las artesanías a nivel internacional. No obstante, en Puerto Rico ha se había legislado en esa dirección desde la década del 1970. Ejemplo de ello lo constituye la legislación que crea la Compañía de Turismo y la Administración de Fomento Económico (Asamblea Legislativa de Puerto Rico 1996). Por otro lado, la temática de la globalización en términos económicos, a pesar de la situación política entre Puerto Rico y los Estados Unidos de América no ha impedido la presencia y el protagonismo de las artesanías del país a nivel internacional. No obstante, sí existe algún malestar e inquietud sobre la entrada, costo y distribución de muchos productos artesanales extranjeros los cuales entran en competencia con aquellos producidos en Puerto Rico y sobre los cuales se vierten un conglomerado de leyes o de requisitos estatales. Contrario a ello, la UNESCO posee todo un panorama alentador.

Para la UNESCO los artesanos son monumentos vivientes y por tanto no es de sorprenderse de que entre sus metas se ubique el crear un sistema de “Tesoros Humanos Vivientes”. Dentro de esa perspectiva, dicha organización promueve el rescate del movimiento artesanal como un legado del pasado a la vez que promueve las diversas manifestaciones que su diversidad representa. De hecho, en la primera Feria Internacional de las Artesanías en la cual participaron unos 140 países y que fue auspiciada por la UNESCO en el 2004, se le otorgó la Medalla al mejor artesano, a un puertorriqueño natural del pueblo de Florida. Ese honor le correspondió a Rafael Avilés Vázquez el cual se dedica a la fabricación de instrumentos musicales (Nogueras, Borrás y Dávila 2006).

La National Endowment for the Arts (NEA) otorga becas a los maestros artesanos para que puedan transmitir sus conocimientos a las nuevas generaciones. Esa iniciativa se lleva a cabo a través del Programa de Artesanías. Entre los reconocimientos que otorga la NEA se ubica el Premio Herencia Nacional. Tal distinción, ha sido otorgada entre otros artesanos, al legendario tallador de santos oriundo de Orocovis, Celestino Avilés, así como a Julio Lebrón, un artesano moroveño el cual dedica su inspiración para con los instrumentos musicales, en especial el triple, el cuatro y la bordonúa (Nogueras, Borrás y Dávila 2006).

El éxito de las artesanías puertorriqueñas a nivel internacional y local obedece en gran medida a la riqueza de la tradición oral de las maderas nativas en Puerto Rico. Sin embargo, dicha riqueza, la cual era muy expresiva hasta la generación de nuestros padres, estaba basada en la conexión existente entre las pasadas generaciones y el medio ambiente. Sin embargo, aunque esa conexión ha perdido la fortaleza de otros tiempos todavía existen muchas familias en las cuales esa tradición oral se mantiene viva, latente y en producción. Dentro de ese marco escénico figuran cientos de jóvenes artesanos de forma destacada. Sobre ellos en cierta medida recae la gran responsabilidad que continuar forjando y contribuyendo al proceso histórico de Puerto Rico así como el de continuar transmitiendo de forma oral y práctica esa sabiduría popular relativa a las artesanías.

Adjunto a lo antes expuesto, la excelencia de la talla y el torno de las maderas por los artesanos puertorriqueños constituyen dos, de entre otros de los renglones artesanales de mayor prestigio y reconocimiento, a nivel internacional. Dentro de esa perspectiva el advenimiento de importantes eventos o sucesos históricos para con el país han contribuido en esa dirección. Ante esa circunstancia se ubican, entre otros, el cáliz que utilizó en 1984 el Papa Juan Pablo 2do en su visita a Puerto Rico así como una talla de madera de los Reyes Magos los cuales constituyen parte de la creación artesanal del cialeño Edgardo Echavarry y del lareño Juan Cruz respectivamente (Nogueras, Borrás y Dávila 2006).

El éxito de las artesanías puertorriqueñas mediante la utilización de las maderas nativas como materia prima posee unas similitudes y unas diferencias entre los tiempos de antaño y el quehacer respectivo del día de hoy. Entre ellas se ubica el concepto del cuarto menguante para con el corte de los árboles y la forma o mecanismo para con la adquisición de su materia prima (Pagán Burgos 1979).

Independientemente del renglón artesanal en la cual la materia prima son los árboles existe el común denominador entre los artesanos de que el empleo de éstos guarda una íntima relación con la fase lunar del cuarto menguante (Nogueras, Borrás y Dávila 2006). De ahí la práctica usual de que el corte de un árbol o la selección de las hojas de diversas palmas debe producirse bajo esas condiciones. Posteriormente existe concordancia en cuanto a un proceso de secado el cual varía en acorde al árbol nativo a ser utilizado. Por otro lado, esa sabiduría popular describe o señala que existen inclinaciones o preferencias por la misma naturaleza de ciertos árboles para ser empleados en ciertos renglones artesanales. Ejemplo de ello lo constituye el uso del yagrumo hembra en su calidad de tapa de ciertos instrumentos musicales (Nogueras, Borrás y Dávila 2006).

La adquisición de las maderas nativas con fines artesanales proviene en gran medida de la disponibilidad de éstas. Uno de los mecanismos más utilizados proviene del corte que el propio artesano efectúa sobre aquellos árboles nativos seleccionados. La ventaja de este proceso es que existe un completo control del manejo de los árboles a ser utilizados. No obstante, no existe unanimidad entre los artesanos en cuanto al corte de árboles vivos para ser empleados en las artesanías. Para algunos de ellos, ésto constituye un delito ya que muchos árboles que se encuentran muertos pueden ser utilizados en sus faenas de creatividad. Otro de los mecanismos en la adquisición de la materia prima, los árboles y en especial su madera, lo constituyen los aserraderos de los cuales los artesanos poseen algunos de ellos.

La disponibilidad de la madera a ser empleada en las artesanías en Puerto Rico también guarda

una relación directa con la especie arbórea a ser utilizada y de que posea las dimensiones, las características y/o las cualidades que los artesanos determinen. Dentro de esa perspectiva, resulta en un problema de disponibilidad el empleo de una serie de especies arbóreas tales como el aceitillo, el guayacán y el laurel sabino. Por otro lado es muy usual el empleo, entre otros árboles nativos, de los siguientes: guaraguao, capá prieto, capá blanco, maría, maga y el cedro hembra.

La adquisición de las artesanías como resultado del empleo de un árbol nativo como materia prima no responde necesariamente a la utilidad que el mismo representa. Ante esa situación algunos de esos renglones artesanales se convierten en un artículo o artefacto de decoración y/o pieza de colección. Ante esa consideración todavía representan cierto gran grado de utilidad, entre otros, los collares y pulseras de semillas, algunos juguetes que representan para muchos adultos la nostalgia y la lejanía de otros tiempos y ciertos utensilios de cocina tales como las tostoneras y los pilones para la confección del mofongo. Ante esa situación, emerge la calidad humana artesanal.

La integración de un nuevo individuo dentro del mundo de las artesanías guarda generalmente una relación de apoyo o de estímulo de parte otro artesano de mayor experiencia el cual a su vez suele ser un pariente, un amigo o un conocido. Dentro de esa perspectiva suelen producirse otros contactos los cuales van fortaleciendo no solo la afinidad artesanal, sino nuevas relaciones de amistad, de compañerismo y de una gran solidaridad. Por otro lado, esas nuevas relaciones envuelven un gran sentido de agradecimiento el cual queda manifestado en las conversaciones o entrevistas que se les realizan a estos forjadores de nuestra historia. Al unísono, ellos se proyectan a sí mismos como defensores del ambiente y con una capacidad de visualización de la obra la cual se complementa con la búsqueda de información y la observación del objetivo a ser definido de forma artesanal.

Entre los artesanos existe una gran tendencia a la visualización de la obra antes de procederse a trabajarse y a la búsqueda de información con

relación al tema a elaborarse artesanalmente. Dentro de ese contexto figuran, entre otros, los temas de la flora, la fauna y lo indígena. Ejemplo de ello lo constituye la talla de aves. Ante esa consideración, las artesanías promueven la búsqueda de información de aves a ser talladas a la vez que dedican largas de estudio a la observación del comportamiento del ave. Por tanto, el número de detalles que se plasma en las artesanías es una representación del objeto observado (Nogueras, Borrás y Dávila 2006). Dichas obras artesanales por regla general son una veneración al paisaje y al ambiente. La belleza que se plasma en las mismas expresa a la naturaleza en su máximo esplendor. Ante esa perspectiva, los artesanos también representan en sus obras el esplendor de la flora, la fauna, o sea, del paisaje mismo en un reclamo en defensa del ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Alegria Ricardo (editor). 1988. Temas de historia de Puerto Rico. San Juan, Centro de Estudios Avanzados de Puerto Rico y el Caribe. p. 24.
- Álvarez Nazario Manuel. 1977. El influjo indígena en el español de Puerto Rico. Río Piedras, Editorial Universitaria. p. 60.
- Álvarez Nazario Manuel. 1982. Orígenes y desarrollo del español en Puerto Rico (Siglos XVI y XVII). Río Piedras: Editorial Universidad de Puerto Rico. p. 178.
- Asamblea Legislativa de Puerto Rico. 1955. Leyes de la Tercera Sesión Ordinaria de la Segunda Asamblea Legislativa de Puerto Rico. San Juan, Departamento de Hacienda (Servicio de Compra y Suministro-División de Imprenta). p. 375.
- Asamblea Legislativa de Puerto Rico. 1996. Leyes y Resoluciones de la Quinta y Sexta Sesión Ordinaria y de la Sexta Sesión Extraordinaria de la Duodécima Asamblea Legislativa de Puerto Rico. San Juan, Michie of Puerto Rico Inc. Pp.854, 863-864.
- Asamblea Legislativa de Puerto Rico. 1998. Leyes y Resoluciones de la Primera y Segunda Sesión Ordinaria y de la Primera Sesión Extraordinaria de la Decimotercera Asamblea Legislativa de Puerto Rico. San Juan, Lexis Law Publishing of Puerto Rico. p. 382.
- Baralt Guillermo. 1981. Esclavos rebeldes: conspiraciones y sublevaciones de esclavos en Puerto Rico 1795-1873. Río Piedras, Ediciones Huracán. p. 174.

- Colón Camacho Doren. 2003. Los santos de Puerto Rico. Estudio de la imagenería popular. Hong Kong, Asia Pacific. p.11.
- Fernández Méndez Eugenio. 1981. "Memoria de D. Alexandro O'Reylly sobre la isla de Puerto Rico, Año 1765" en Crónicas de Puerto Rico: desde la conquista hasta nuestros días (1493-1955). Río Piedras, Editorial Universidad de Puerto Rico. Pp. 240, 253.
- Francis John K., Carol A. Lowe (editores) y Salvador Trabanino (translator). 2000. Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. USDA, Forest Service. Río Piedras, International Institute of Tropical Forestry, General Technical Report IITF-15. p. 570.
- Gómez Acevedo Labor y Manuel Ballesteros Gaibrois. 1978. Culturas indígenas de Puerto Rico. Río Piedras, Editorial Cultural, Inc., p.131.
- Little Elbert L. Jr, Frank H. Wadsworth y José Marrero. 2001. Árboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Río Piedras, Editorial Universidad de Puerto Rico. Pp. 12, 210, 248, 282, 287,292, 406, 434, 487, 606, 632.
- López Ramón. 2003. Historia de la artesanía puertorriqueña. San Juan, Instituto de Cultura Puertorriqueña. (Cuaderno de Cultura núm. 10). Pp. 12, 14.
- Nogueras Paola, Gloria Borrás y Tere Dávila. 2006. Manos de Pueblo, Artesanos de Puerto Rico. Hong Kong, Asia Pacific. Pp. 37,39, 44, 62, 68, 76, 98, 106.
- Pagán Burgos Francisco. 1979. Entrevista realizada a Francisco Pagán Burgos residente en el Sector La Cuarta del Barrio de Ciales el 16 de diciembre de 1979. Edad 108 años.
- Picó Fernando. 1977. Libertad y servidumbre en el Puerto Rico del siglo XIX. Río Piedras, Ediciones Huracán. p. 136.
- Silva Gotay Samuel. 2005. Protestantismo y política en Puerto Rico, 1898-1930: hacia una historia del protestantismo evangélico en Puerto Rico. Río Piedras, Editorial Universidad de Puerto Rico. p. 113.

LANDSCAPE CHANGE AND ECOLOGICAL CORRIDORS IN PUERTO RICO: TOWARDS A MASTER PLAN OF ECOLOGICAL NETWORKS

José Juan Terrasa-Soler

Escuela de Arquitectura Paisajista
Universidad Politécnica de Puerto Rico
PO Box 192017, San Juan, Puerto Rico 00919-2017

In contemporary Puerto Rico there is a constant battle raging in the media between developers and environmentalists. Environmentalists charge developers with destroying the remaining natural treasures of these islands while developers charge environmentalists with stalling socioeconomic development. This conflict between development and conservation in Puerto Rico, however, is not that different from its versions in many other parts of the world.

I believe that an understanding by both sectors of the history of landscape change in Puerto Rico would go a long way in establishing a common ground for conservation and development in these islands. Moreover, an understanding of how ecological corridors might work both for conservation and development can provide a new framework for the planning and design of the future landscapes of Puerto Rico.

In this essay I will briefly discuss recent research into landscape change in Puerto Rico, particularly during the last 100 years, and present ideas on how ecological corridors could be used as a tool to plan and design better regional landscapes for the Puerto Rican Archipelago.

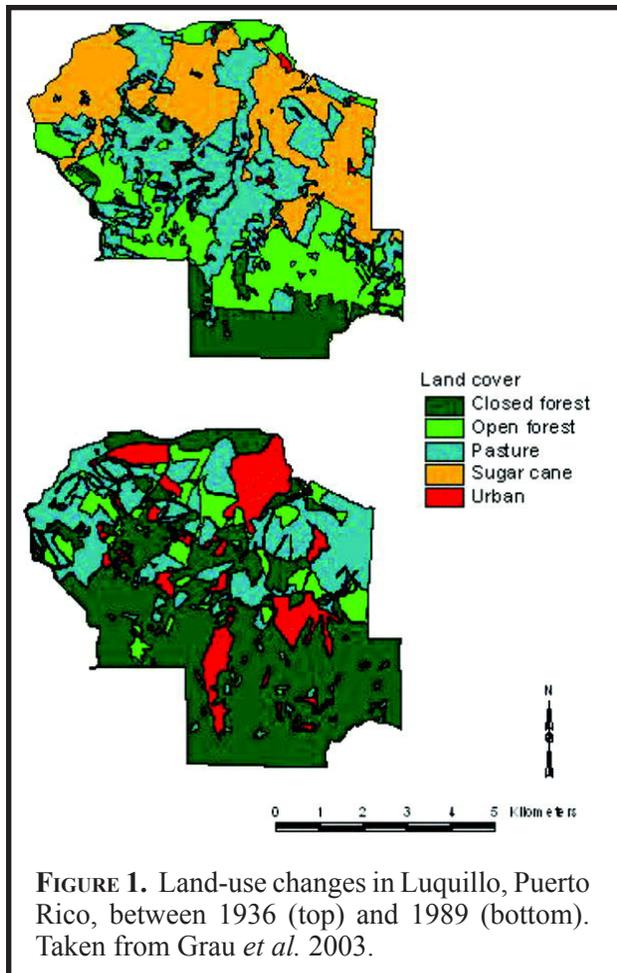
LANDSCAPE CHANGE IN PUERTO RICO

During most of its 500-year history, Puerto Rico was a sleepy Spanish colony with a subsistence economy based on some agriculture, cattle ranching, and trade (Dietz 1986). Landscape change was minimal during the first 300 years of its history (Grau *et al.* 2003). By the beginning of the

19th century, however, European markets began to require large quantities of tropical products, such as coffee, tobacco, and sugar; and agriculture began to intensify in Puerto Rico. The new opportunities in the Islands brought new émigrés from Spain and other countries and the population increased accordingly. Landscape change accelerated significantly (Grau *et al.* 2003).

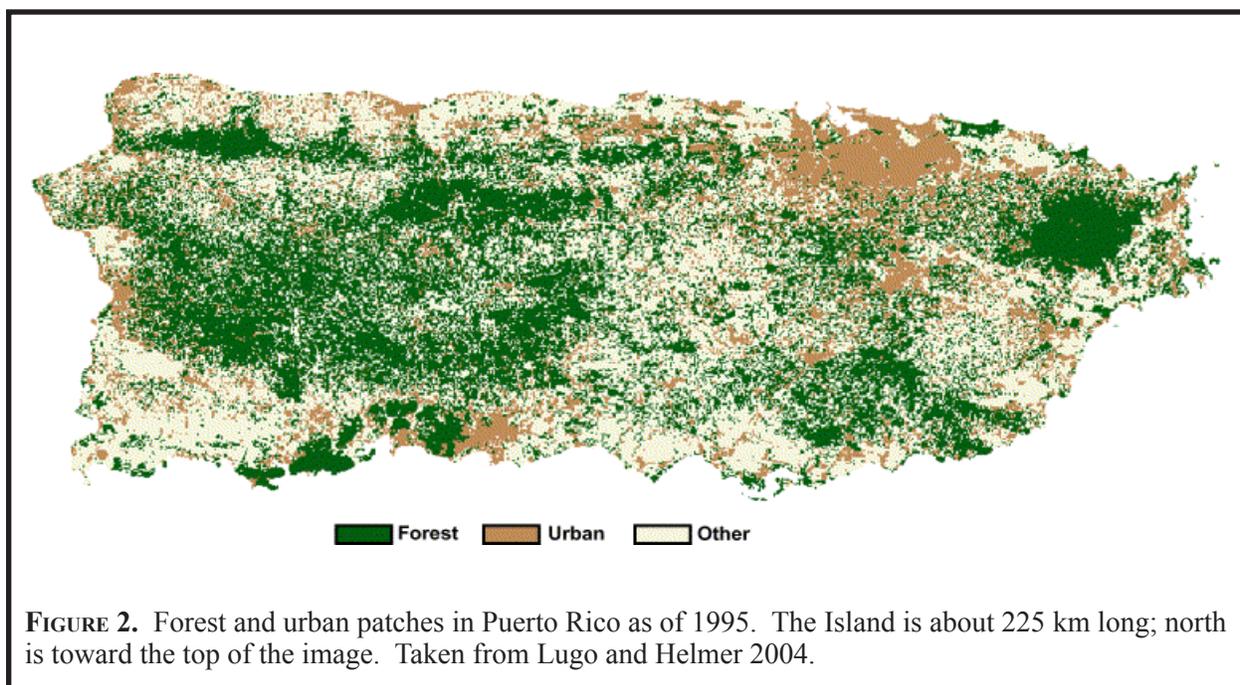
Until the 1940's the forest cover of Puerto Rico decreased consistently and up to 90 percent of the islands became deforested. The largest land use was pastureland and agriculture. During the late 1940's, political changes brought the industrialization of Puerto Rico: agriculture was abandoned and population began to emigrate from the rural areas to urban centers in Puerto Rico and in North America (Dietz 1986). The abandonment of agricultural lands and the growth of urban areas were the two major forces of landscape change in Puerto Rico during the last 100 years (Grau *et al.* 2003) (Fig. 1).

These changes have caused the reforestation of Puerto Rico. From a forest cover of less than 10 percent in the late 1940's, the forest cover has rebounded to over 45 percent at present. The increase is due mainly to conversion of coffee plantations and sugar cane fields to forest by abandonment. Forest patch size has also increased. At the same time, urban area has exploded, particularly around existing urban centers, and now covers over 14 percent of the islands (Grau *et al.* 2003). The result of these processes is a highly fragmented landscape (Fig. 2).



The reforestation process has produced different ecosystems from the ones that originally occupied the land. Those secondary forests have been extensively studied and characterized (see for example, García-Montiel and Scatena 1994; Thomlinson *et al.* 1996; Foster *et al.* 1999; Ramos-González 2001; Lugo 2002; Marcano-Vega *et al.* 2002; Chinae and Helmer 2003; Grau *et al.* 2003; Lugo and Helmer 2004; Lugo *et al.* 2004). The main findings of these studies are:

- Land use history has a great impact upon the characteristics of a forest developed from abandoned fields;
- Abandoned agricultural lands quickly recover and achieve forest structure and function in about 60-80 years;
- These stands are highly fragmented (60 percent were <1 ha in 1991);
- The species composition is different from comparable mature forests and new to the landscapes of Puerto Rico;
- Exotics dominate early successional stages and may persist for a long time; and,
- The new forests have fewer endemic species and fewer large trees than mature forests of comparable age.



Despite the characteristics of the “new forests,” as they have been called (Lugo and Helmer 2004), they achieve ecological functionality comparable to mature native forests. There is evidence that native tree species become established in these new forests and may later dominate the forest canopy (Lugo and Helmer 2004). In any case, these forests are a very conspicuous part of contemporary Puerto Rican landscapes and must be included in any long-term conservation strategy.

CORRIDORS IN TROPICAL LANDSCAPES

It has been argued that the applicability of the land mosaics perspective (*sensu* Forman 1995) to tropical landscapes might be limited and that the concept of ecological gradients, instead of patches-corridors-matrix, is more appropriate (Richard T.T. Forman, personal communication). Even though that might be true for large expanses of tropical forest in Amazonia, it seems to me that the land mosaics framework is suitable for the circumstances of the Caribbean islands. The Caribbean islands have been inhabited by humans throughout millennia, are densely populated, are characterized by a patchwork of land uses, but still exhibit high biodiversity in many areas.

In addition to these characteristics, the Caribbean is subjected to major, periodic disturbance in the form of hurricanes. The result of this disturbance regime is the creation of patches even in the largest forest areas (Boose *et al.* 2004; Pascarella *et al.* 2004). Because of this history of natural and anthropogenic disturbance and because Caribbean landscapes are relatively small and patchy, the land mosaics perspective might be useful in conceptualizing and implementing a conservation strategy directed at preserving the remaining biodiversity.

Even in large tropical landscapes, such as Amazonia, ecological corridors in the form of river corridors are very important. Puerto Rico has a very high river density in comparison to other islands, and thus, river corridors are a major feature of its landscapes, even in urban landscapes. River corridors not only support many aquatic species, but in the case of Puerto Rico, served as refugia for many native species. River corridors, therefore, might be important pieces in the development of an ecological network for Puerto Rico.

TOWARDS A MASTER PLAN OF ECOLOGICAL NETWORKS IN PUERTO RICO

The energy expended in the current conflict between environmentalists and developers could be much better used by seizing the opportunity of the “new forests” and developing a master plan of ecological networks for Puerto Rico. These ecological networks would use existing, enhanced, and new forest and river corridors to connect areas of high biodiversity throughout the islands. The idea is to create connections across many ecosystems and landscape types and build an ecological infrastructure capable of providing ecological services and supporting biodiversity in perpetuity (see, for example, many European precedents in Nowicki *et al.* 1996).

The ecological network, with associated buffer zones, would be zoned as Conservation Land (CR1; see Puerto Rico Planning Board Regulations) and protected from development. The plan would have specific ecological, social, and design goals. The specific ecological goals of the master plan would be:

1. *Create ecological links between the extant primary forests and the “new forests” or developing secondary forests.* The extant primary forests in Puerto Rico are mainly located in very inaccessible mountainous areas or in forest reserves in the central part of the Island. These primary forest patches need to be ecologically connected to the emerging or “new” forests that have developed in the last 70 years. This primarily means enhancing or establishing east-west connections along the Central Mountain Range of Puerto Rico. Some of these connections already exist but must be enhanced; others need to be established.
2. *Enhance river corridors both as terrestrial and aquatic connectors across altitudinal gradients.* Most rivers in Puerto Rico flow north or south from the Central Mountain Range (CMR), which goes from the western to the eastern tip of the Island. It is in the CMR where most of the extant primary forests are found. Thus, river corridors are

a very important part of a future ecological network in Puerto Rico. They connect primary forests in the mountains with secondary forests in the mountain sides, pastures in the lowlands and cities in the coast. However, many rivers have been dammed or have degraded banks. The enhancement of these river corridors must include the removal of low-head dams that are no longer useful and the stabilization and re-vegetation of river banks.

3. *Enhance or repair coastal corridors.* The coast is a primary resource in Puerto Rico and has been historically encroached by development, despite laws to protect public access and separation from the terrestrial-maritime zone. Efforts should include the restoration of dune ecosystems and estuarine areas, which in turn would connect to river corridors.
4. *Restore and establish ecological corridors in urban areas.* Many urban areas in Puerto Rico have parks, rivers, and other natural areas that have been polluted or neglected. For example, the San Juan Bay Estuarine System was historically polluted and is now on its way to recovery. This system provides a unique opportunity to bring nature into the city and to connect this landscape with other regional wetlands and forests. Most large cities in Puerto Rico are on the coast or close to rivers such that urban ecological systems can connect directly to them (see Briffett *et al.* 2000; Anonymous 2004).
5. *Retrofit roads to include ecological infrastructure.* Many large roads and highways in Puerto Rico have wide right-of-ways covered by grass or “landscaping.” These areas could be used as forest or vegetation corridors that, even though they might not have value for interior species, can provide shelter to seed dispersers and other wildlife.
6. *Identify and conserve ecosystems “in the path of development.”* The expansion of urban areas threatens certain unique habitats, like the karst near the western border of the San Juan Metropolitan Area, that were not significantly affected

during the agricultural period of Puerto Rico. These habitats need to be identified, protected, and integrated into the proposed ecological network. There has to be significant research to determine minimum patch area and the major connections that must be maintained or established between these special ecosystems and the proposed network.

In addition to these major ecological goals, the master plan for ecological networks should have the following social and design goals:

1. *Design for compatibility of humans and nature.* The ecological networks in the master plan should allow for passive human use as much as possible. The human use of the network allows opportunities in recreation, education, and community development. In addition, human use of the network will have a far greater political appeal.
2. *Include aesthetics in the design of the networks.* There is no reason why aesthetics and art cannot play a role in the design of ecological networks. This adds another human dimension that increases the overall value of the effort. Landscape architecture has an important role to play in this regard.
3. *Incorporate research goals into the design.* Research can be “designed into” the ecological networks such that the new landscapes also provide scientific data on ecological structure and function, sociological variables and patterns, etc. (see Felson and Pickett 2005).

Finally, the master plan of ecological networks for Puerto Rico must integrate local, municipal, and central government efforts, as well as private and non-profit endeavors. To be able to accomplish this task there are two basic approaches:

1. Develop the master plan for all of Puerto Rico but at a general level of detail and use it as a guide for local decisions; or
2. Develop a detailed master plan for priority areas first and then for other areas until the whole archipelago is completed.

The advantages of the first approach are that it gives a synoptic view of the land planning needed and identifies which areas must be reserved for the network. The master plan could then be a guide to planning and design for the whole country. The second approach has the advantage of focusing on priority areas first and probably obtaining greater results faster. In any case, the plan has to be flexible and accommodate change, while pursuing the goals stated above, because the planning horizon is probably about 25-50 years.

CONCLUSION

The landscape changes that have occurred in Puerto Rico during the last half century provide a unique opportunity to design the landscapes of the future and increase significantly the conservation areas in the Puerto Rican Archipelago. While construction and development will continue around coastal urban areas, there is an opportunity to plan now the basic “green network” that will provide ecological services and sustain biodiversity in the future. The development of a master plan of ecological networks for Puerto Rico is a key step in constructing the “green infrastructure” that these islands will need for their future.

I believe both environmentalists and developers could agree on a development and conservation strategy based on a master plan of ecological networks because such networks have benefits both for conservation and the quality of future development. This strategy, then, might not only have ecological consequences but it may also help heal a society sharply divided on many issues.

REFERENCES

- Anonymous. 2004. Río Tunjuelo, Bogotá, Colombia. *Escala (Bogotá)* 40(199):46-49.
- Boose, E.R., M.I. Serrano, and D.R. Foster. 2004. Landscape and regional impacts of hurricanes in Puerto Rico. *Ecological Monographs* 74:335-352.
- Briffett, C., N.S. Sodhi, S. Navjot, L. Kong, and B. Yuen. 2000. The planning and ecology of green corridor networks in tropical urban settlements: a case study. Pp. 411-426 *In*: J.L. Craig, D. Saunders, and N. Mitchell, eds. *Nature Conservation. Conservation in production environments: Managing the matrix.* (Nature Conservation, Vol. 5). Surrey Beatty and Sons, Chipping Station, NSW, Australia.
- China, J.D. and E.H. Helmer. 2003. Diversity and composition of tropical secondary forests recovering from large-scale clearing: results from the 1990 inventory in Puerto Rico. *Forest Ecology & Management* 180:227-240.
- Dietz, J.L. 1986. *Economic history of Puerto Rico.* Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Felson, A.J. and S.T.A. Pickett. 2005. Designed experiments: new approaches to studying urban ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 3(10):549-556.
- Forman, R.T.T. 1995. *Land Mosaics: the ecology of landscapes and regions.* Cambridge University Press, New York.
- Foster, D.R., M. Fluet, and E.R. Boose. 1999. Human and natural disturbance: Landscape-scale dynamics of the tropical forests of Puerto Rico. *Ecological Applications* 9:555-572.
- García-Montiel, D.C. and F.N. Scatena. 1994. The effect of human activity on the structure and composition of a tropical forest in Puerto Rico. *Forest Ecology & Management* 63:57-78.
- Grau, H.R., T.M. Aide, J.K. Zimmerman, J.R. Thomlinson, E. Helmer, and X. Zou. 2003. The ecological consequences of socioeconomic and land-use changes in postagriculture Puerto Rico. *Bioscience* 53:1159-1168.
- Lugo, A.E. 2002. Can we manage tropical landscapes? an answer from the Caribbean perspective. *Landscape Ecology* 17:601-615.
- Lugo, A.E. and E. Helmer. 2004. Emerging forests on abandoned land: Puerto Rico's new forests. *Forest Ecology & Management* 190:145-161.
- Lugo, A.E., T.M. López, O.M. Ramos-González, and L.L. Vélez. 2004. Urbanización de los terrenos en la periferia de El Yunque. Gen. Tech. Report WO-66. United States Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC.
- Marcano-Vega, H, T.M. Aide, and D. Báez. 2002. Forest regeneration in abandoned coffee plantations and pastures in the Cordillera Central of Puerto Rico. *Plant Ecology* 161:75-87.
- Nowicki, P., G. Bennett, D. Middleton, S. Rientjes, and R. Wolters, eds. 1996. *Perspectives on ecological networks.* European Centre for Nature Conservation, Tilburg, The Netherlands.
- Pascarella, J., T.M. Aide, and J.K. Zimmerman. 2004. Short-term response of secondary forests to hurricane disturbance in Puerto Rico. *Forest Ecology & Management* 199:379-393.

Ramos-González, O.M. 2001. Assessing vegetation and land cover changes in northeastern Puerto Rico: 1978-1995. *Caribbean Journal of Science* 37:95-106.

Thomlinson, J.R., M.I. Serrano, T. López, T.M. Aide, and J.K. Zimmerman. 1996. Land-use dynamics in a post-agricultural Puerto Rican landscape (1936-1988). *Biotropica* 28(4 PART A):525-536.

COMPARACIÓN DE MÉTODO DE MUESTREO EN BOSQUES SECUNDARIOS ALUVIALES: PARCELA VS. PUNTO-CUADRANTE

Oscar J. Abelleira Martínez^{1,2} y Daniel Y. Colón González³

¹Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América
1201 Calle Ceiba, Jardín Botánico Sur, Río Piedras, Puerto Rico 00926-1119

²Departamento de Biología, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, Puerto Rico

³Escuela Superior University Gardens, San Juan, Puerto Rico

RESUMEN

Comparamos dos métodos de muestreo de estructura de bosque, punto-cuadrante y parcela de área, en dos bosques secundarios aluviales dominados por *Spathodea campanulata* Beauv. Los valores de densidad de árboles y área basal de bosque que obtuvimos por ambos métodos fueron iguales. Una leve diferencia, aunque no significativa, en el número de especies encontrado por cada método se debió a que para una misma longitud de transecto de bosque, el área muestrada por el método punto-cuadrante fué marcadamente menor a la muestrada con el método de parcela. Nuestros resultados indican que valores de densidad de árboles y área basal de bosques descritos por estudios que utilizan estas dos metodologías son comparables entre sí.

INTRODUCCIÓN

El método de parcela de área es el más utilizado para muestrear y describir la estructura de un bosque. Este consiste en demarcar un área determinada, identificar y medir el diámetro a la altura de pecho (DAP) de los árboles dentro de ésta. Otro método utilizado con los mismos fines es el de punto-cuadrante (Cottam y Curtis 1956, Ashby 1972), aunque es usado con menos frecuencia. El método de punto-cuadrante no depende de área y consiste en seleccionar puntos al azar y en cada uno identificar la especie y medir el DAP y la distancia al árbol más cercano en cada cuadrante centrados en el punto de muestreo (Fig. 1). A partir de esas medidas se calcula la densidad de árboles, el área basal del bosque, y el área muestrada.

¿Concuere la descripción estructural de un bosque hecha mediante el método de punto-cuadrante con la de parcela de área?. La respuesta a esta pregunta es importante porque de ello depende que se puedan hacer comparaciones entre tipos de bosques cuyos estudios descriptivos utilizan una u

otra metodología. Para contestar esto, establecimos parcelas en dos bosques dominados por el tulipán africano *Spathodea campanulata* Beauv. en los mismos lugares donde fueron muestreados previamente mediante el método punto-cuadrante (Abelleira *et al. en revisión*).

MÉTODOS

Muestreamos dos bosques secundarios de llano aluvial ubicados al margen de los ríos Indio y Cibuco entre los municipios de Vega Alta y Vega Baja en la zona subtropical húmeda de Puerto Rico (Ewel y Whitmore 1973). Una descripción detallada del área y los lugares se encuentra en Abelleira y Lugo (2008) y Abelleira *et al. (en revisión)*. El substrato de los lugares es derivado de depocisión aluvial y es inundado por el río en épocas de lluvia. Ambos lugares fueron usados para la siembra de caña de azúcar.

En cada lugar se establecieron dos transectos de aproximadamente 100 m de largo a través de los cuales se colocaron diez punto-cuadrantes al azar

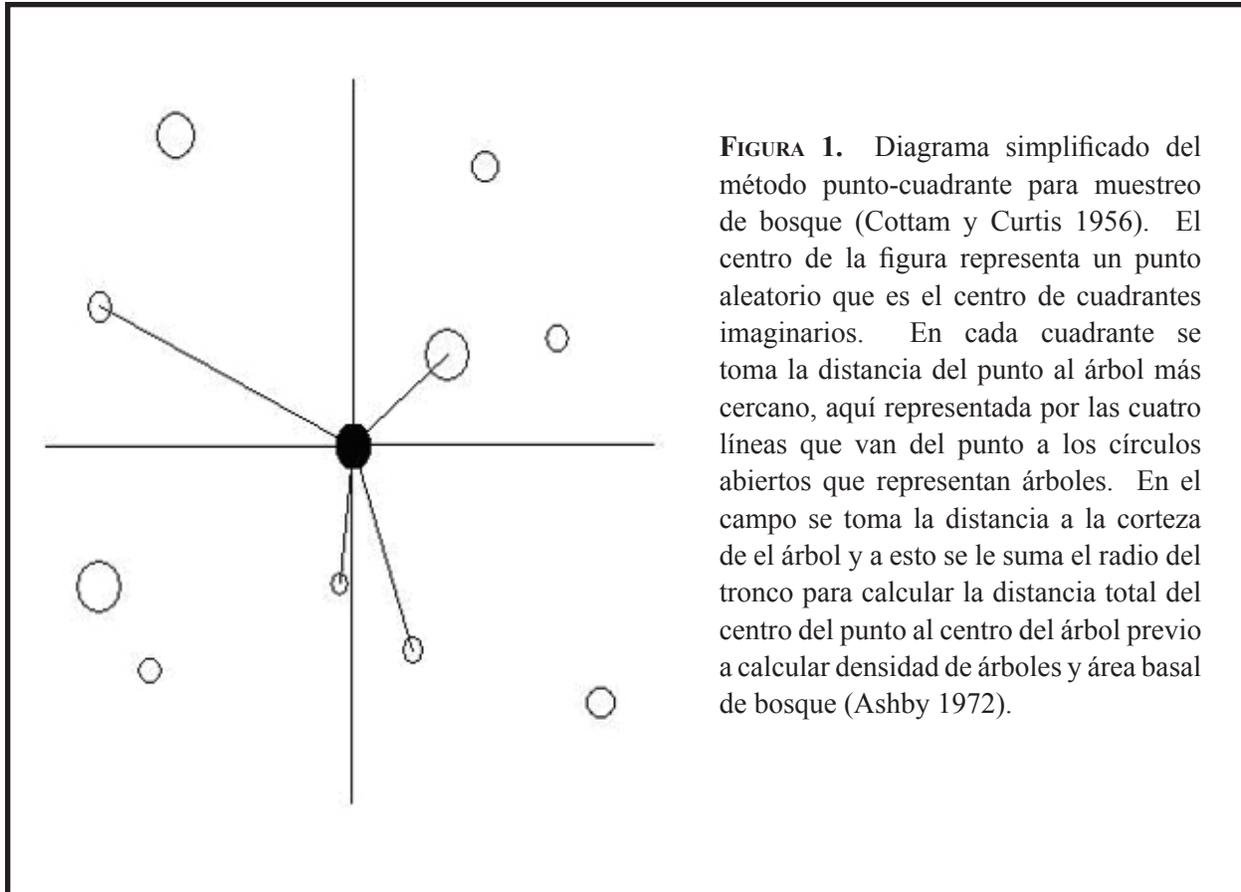


FIGURA 1. Diagrama simplificado del método punto-cuadrante para muestreo de bosque (Cottam y Curtis 1956). El centro de la figura representa un punto aleatorio que es el centro de cuadrantes imaginarios. En cada cuadrante se toma la distancia del punto al árbol más cercano, aquí representada por las cuatro líneas que van del punto a los círculos abiertos que representan árboles. En el campo se toma la distancia a la corteza de el árbol y a esto se le suma el radio del tronco para calcular la distancia total del centro del punto al centro del árbol previo a calcular densidad de árboles y área basal de bosque (Ashby 1972).

en el verano de 2005 (Abelleira *et al. en revisión*). En el 2007 establecimos parcelas de 10 m de ancho sobrepuestas exactamente a través del largo de ambos transectos de punto-cuadrante de manera que la línea de transecto dividiera por el centro cada parcela en dos partes iguales. Marcamos, identificamos la especie, y medimos el DAP de todos los árboles ≥ 10 cm DAP dentro de la parcela, y calculamos la densidad de árboles y el área basal de bosque a partir de esos datos. Luego comparamos la densidad de árboles, área basal de bosque, número de especies, y área muestreada por ambos métodos mediante una prueba *t* homosedástica de una cola usando $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS

No hubo diferencia alguna en la densidad de árboles ni el área basal de bosque obtenida usando ambos métodos ($t = 0.11$, $df = 6$, $p = 0.5$; y $t = 0.02$, $df = 6$, $p = 0.5$; respectivamente; Tabla 1). La cantidad de especies encontrada por el método de parcela

fue ligeramente mayor a la encontrada por punto-cuadrante, pero la diferencia no fue significativa ($t = -1.85$, $df = 6$, $p = 0.06$). El área muestreada por el método de parcela fue marcadamente mayor que por punto-cuadrante ($t = -7.78$, $df = 6$, $p = 0.0001$).

DISCUSIÓN

La igualdad entre los valores de densidad de árboles y área basal de bosque obtenidos por los métodos de punto-cuadrante y parcela es impresionante. Aunque no fué estadísticamente significativa, la leve diferencia en la cantidad de especies observada se debe a la diferencia marcada en el área muestreada por ambos métodos. Para una misma longitud de transecto, con el método punto-cuadrante se muestrea un área menor al de parcela debido a que el primer método fué diseñado para ser independiente de área y capturar más secciones, o transectos, de bosque de manera más eficiente con respecto al trabajo invertido y el área muestreada (Cottam y Curtis 1956, Campbell 1989).

TABLA 1: Estructura de dos bosques secundarios aluviales dominados por *Spathodea campanulata* según los métodos punto-cuadrante (P-C) y parcela de área (A).

Lugar	Transecto	Densidad (árboles/ha)		Área basal (m ² /ha)		Especies		Área muestreada (ha)	
		P-C	A	P-C	A	P-C	A	P-C	A
Cibuco II	1	868	660	72.5	72.9	3	6	0.05	0.10
	2	1150	1060	124.4	119.8	1	5	0.03	0.10
Paso del Indio	1	1352	1460	77.4	73.6	3	3	0.03	0.10
	2	2116	2125	69.0	75.5	1	2	0.02	0.08
Media		1372	1326	85.8	85.4	2	4	0.03	0.10
Error estándar		267	312	13.0	11.5	0.6	0.9	0.006	0.005

Otros estudios han demostrado que en vez de sobre- o sub-estimar la densidad de árboles y el área basal de un bosque, los valores derivados por el método punto-cuadrante tienen una varianza mayor en situaciones donde los árboles están agrupados y la distribución no es al azar (Engeman *et al.* 1994, Lessard *et al.* 2002). La naturaleza espontánea y situación aleatoria en la que crecen estos bosques puede ser responsable de que la varianza estimada por el error estándar de los datos obtenidos por el método punto-cuadrante sea indistinta a la obtenida por el método de parcela (Tabla 1). La semilla de *S. campanulata* es dispersada por agua y viento, y una distribución sujeta a esos factores bien puede resultar ser aleatoria.

Mediante este trabajo demostramos que los estimados de densidad de árboles y área basal de bosque obtenidos por los métodos de punto-cuadrante y parcela son equivalentes y comparables entre sí. En manglares y otros tipos de bosque donde muchos árboles tienen tallos múltiples sin vértice definido, el método punto-cuadrante puede resultar en una sobre- o sub-estimación sistemática de densidad y área basal dependiendo del patrón de distribución de los árboles y estudios han ofrecido soluciones para minimizar esos efectos (Dahdouh Guebas y Koedam 2006). Sin embargo, el método punto-cuadrante de acuerdo a Cottam y Curtis (1956) es apropiado para bosques secundarios de estructura relativamente simple sin modificación adicional a la de Ashby (1972).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo surgió como un proyecto de feria científica del segundo autor y como un estudio complementario a la tesis de maestría del primer autor. Agradecemos a Wilmer Rivera, maestro de ciencias de la escuela secundaria University Gardens y miembro del programa ALACIMA, por ponernos en contacto. También agradecemos a Ariel Lugo por su apoyo y revisión del manuscrito.

REFERENCIAS

- Abelleira Martínez, O.J., y A.E. Lugo. 2008. Post sugar cane succession in moist alluvial sites in Puerto Rico. *En: Post-agricultural succession in the Neotropics*. R. Myster, editor. Springer, New York. Págs. 73-92.

- Abelleira, O.J., M.A. Rodríguez, I. Rosario, A. López, N. Soto, G. Soto, J.C. Hiraldo, E. Santiago, A. Arroyo, L. Morales, D. Rosado, I.C. Marrero, L. Morales, Y. Bonilla, N. Justiniano, N. Schmitt, D. Cintrón, S.M. Rodríguez, S. Rodríguez, y A.E. Lugo. *En revisión*. Structure and composition of *Spathodea campanulata* Beauv. forests in north-central Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*.
- Ashby, W.C. 1972. Distance measurements in vegetation study. *Ecology* 53:980-981.
- Campbell, D.G. 1989. Quantitative inventory of tropical forests. *En: Floristic inventory of tropical countries: the status of plant systematics, collections, and vegetation, plus recommendations for the future*. D.G. Campbell and H.D. Hammond, editores. New York Botanical Garden. Págs. 523-533.
- Cottam, G., y J.T. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37:451- 460.
- Dahdouh-Guebas, F., y N. Koedam. 2006. Empirical estimate of the reliability of the use of the point-Centered Quated Method (PCQM): Solutions to ambiguous field situations and description of the PCQM+ protocol. *Forest Ecology and Management* 228:1-18.
- Engeman, R.M., R.T. Sugihara, L.F. Pank y W.E. Dusenberry. 1994. A comparison of plotless density estimators using Monte Carlo simulation. *Ecology* 75:1769-1779.
- Ewel, J.J., y J.L. Whitmore. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the US Virgin Islands. USDA Forest Service Research Paper 18, IITF, Río Piedras.
- Lessard, V.C., T.D. Drummer y D.D. Reed. 2002. Precision of density estimates from fixed-radius plots compared to n-tree distance sampling. *Forest Science* 48:1-6.

PATRONES DE LLUVIA, TRANSCOLACIÓN Y FLUJO DE NUTRIENTES EN LAS CUENCAS DE BISLEY, BOSQUE EXPERIMENTAL DE LUQUILLO, PUERTO RICO

Tamara Heartsill Scalley, Carlos R. Estrada Ruiz y Samuel Moya

Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América

1201 Calle Ceiba, Jardín Botánico Sur, Río Piedras, Puerto Rico 00926-1119

RESUMEN

Describimos la cantidad de lluvia y transcolación durante veinte años (1988-2008), incluyendo varios periodos de sequías, huracanes y lluvias intensas. La composición de nutrientes en la lluvia y transcolación fueron medidos semanalmente durante quince años (1988-2002), incluyendo los periodos de huracanes y sequías. Las entradas anuales de K, Ca, Mg, Cl, Na y SO_4 -S fueron similares a las presentadas para otros bosques tropicales influenciados por la brisa marina. La cantidad de nitrógeno que llega con la lluvia es comparativamente baja y refleja el aislamiento relativo de zonas urbanas del aire y de los vientos de origen marino que llegan al área de estudio. La lluvia y transcolación anual promedio para estos veinte años fue de 3668 y 2168 mm/año respectivamente. El pH de la lluvia disminuyó durante el periodo de estudio. Los nutrientes traídos por la lluvia tuvieron mayores diferencias mensuales, comparados con los nutrientes en la transcolación donde menos nutrientes tenían diferencias mensuales. El proceso de la lluvia al pasar por el dosel resulta en que el agua de la transcolación sea enriquecida con ciertos nutrientes. En particular, las tasas semanales de enriquecimiento fueron menos de 1 para las sales marinas y el carbono orgánico disuelto y entre 1 y 2 para el Mg, Ca, SiO_2 y SO_4 -S. En cambio, las tasas de enriquecimiento eran mayor de 10 para NH_4 -N, PO_4 -P y K y lo cual refleja enriquecimiento por acción biológica en el dosel de los árboles en el bosque. Estas observaciones a largo plazo indican que los procesos físicos y biológicos asociados al proceso del paso de agua de lluvia por el dosel, son capaces de amortiguar los ciclos de nutrientes internos del bosque de las variaciones inter-anales y mensuales de la lluvia. Las sequías y la erupción de volcanes en la región del Caribe se pueden detectar en las entradas de nutrientes al bosque en este periodo de estudio. Durante los años de este estudio han ocurrido varios periodos de sequías y de lluvias intensas, y depende de la cantidad de años considerados, las conclusiones sobre los patrones de lluvia anual promedio pueden ser distintas. Sin embargo, se observa un patrón consistente de reducción, aunque muy pequeña, en la transcolación bajo el dosel y un aumento en la acidez de la lluvia.

INTRODUCCIÓN

Una de las predicciones sobre el cambio climático global, hecha por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés, <http://www.ipcc.ch/languages/spanish.htm>) es que aumentarán los patrones

erráticos en las lluvias mundialmente. Con la colección de datos del Bosque Experimental de Luquillo por los últimos veinte años podemos comenzar a explorar si han cambiado, y de ser así, como han cambiado los patrones de lluvia locales en este bosque. Al describir los patrones de la lluvia y de la lluvia que pasa por el dosel (llamada

transcolación), pondremos en una perspectiva un poco más amplia los eventos actuales de lluvia observados y consideraremos como pueden variar nuestras conclusiones sobre los patrones observados durante un periodo de 20 años de estudio.

La lluvia en Puerto Rico está influenciada por factores que incluyen la topografía, la convección, las ondas alisias del Este, las vaguadas y las tormentas o huracanes (Picó 1969, Colón 1987, Lugo y García Martínó 1996). La lluvia orográfica, aquella que ocurre por la topografía, es la que predomina en la Sierra de Luquillo, en particular en la zona de El Yunque. Los vientos que vienen del Atlántico cargado de la humedad del océano, al encontrarse con la topografía o relieve de las montañas, ascienden y se enfrían. Al enfriarse los vientos, éstos pierden su capacidad para almacenar humedad y se precipita su contenido de humedad produciendo lluvia. Este tipo de lluvia es llamada lluvia orográfica, por estar relacionada a la topografía o relieve de las montañas. En la lluvia orográfica las nubes están cerca de la montaña, a relativamente baja elevación con lluvia de gotas pequeñas regularmente (Picó 1969). Otro tipo de lluvia en Puerto Rico es la lluvia por convección, común en el área suroeste de la Isla. Esta lluvia por convección se produce bajo condiciones de humedad y calor intenso. El calor afecta directamente al aire húmedo que está cerca de la superficie de la tierra y en las horas de mayor insolación este aire húmedo y caliente asciende a la atmósfera. Este aire contiene la humedad del agua que se ha evaporado en la superficie calentada y al ascender se enfría y forma nubes las cuales pueden producir aguaceros intensos. En la lluvia por convección, las nubes con el aire húmedo están a una elevación muy alta en la atmósfera y al ir cayendo las gotas, éstas van acumulando agua de otras gotas por lo que al llegar a la superficie de la tierra han formado gotas grandes, produciendo aguaceros intensos, dispersos y de corta duración (Picó 1969).

La mayoría de los eventos de lluvia en Puerto Rico son producidos por las ondas alisias, (también llamadas ondas tropicales) y las vaguadas (Colón 1987). Las ondas vienen del Este con aire del océano

Atlántico y producen lluvias de larga duración que pueden cubrir una extensión muy amplia del terreno. Las vaguadas son sistemas que están ubicados en las partes superiores de la atmósfera y producen lluvias muy similares a las de las ondas. Otros sistemas que traen lluvias lo son las tormentas y huracanes, que contienen grandes masas de aire cargado de humedad y viento. Aunque pueden traer lluvias muy intensas y ráfagas fuertes de vientos; en Puerto Rico ni los huracanes ni las tormentas son los eventos que más lluvia traen, pues no son eventos tan comunes como lo son los otros tipos de lluvias mencionados. Las ondas, las vaguadas y las lluvias orográficas en el noreste, son los eventos que traen la mayor cantidad de precipitación a la Isla.

Además de agua, aunque en menor cantidad, estas lluvias contienen sales marinas y otros elementos (e.g. nitrógeno, potasio) que sirven como fuente de nutrientes. Los nutrientes en la lluvia y la transcolación, la deposición del polvo y de los aerosoles marinos pueden ser fuentes importantes de entradas de nutrientes en los bosques tropicales (Proctor 2005). Existen varios estudios basados en bosques tropicales que describen los flujos de nutrientes anuales asociados a la lluvia y/o a la transcolación (McDowell *et al.* 1990; Bruijnzeel, 1989; Veneklaas 1990; Burghouts *et al.* 1998; Brouwer 1996; Cavellier *et al.* 1997; Eklund *et al.* 1997; McDowell 1998; Waterloo *et al.* 1999; MacDonald y Healy 2000; Loescher *et al.* 2002; Hölscher *et al.* 2003; Liu *et al.* 2003). Los estudios que cubren periodos de más de diez años, o los que incluyen tanto nutrientes en la lluvia como en la transcolación y eventos atmosféricos como huracanes y sequías son sin embargo muy pocos (Heartsill Scalley *et al.* 2007). En este artículo, describimos y cuantificamos el flujo de nutrientes asociado a la lluvia y a la transcolación en un bosque secundario muy húmedo de montaña en Luquillo, Puerto Rico. Este artículo se divide en tres partes generales, en la primera parte describimos los patrones de lluvia y transcolación por veinte años, del 1988 al 2008, en las cuencas de Bisley, Bosque Experimental de Luquillo, y comparamos la cantidad y el patrón de la lluvia con la de la estación de campo El Verde, un bosque similar al oeste de el Yunque. En la segunda

parte de este artículo, describimos las cantidades y los patrones de los nutrientes principales de la lluvia y la transcolación para los años 1988 al 2002, y en la tercera parte, relacionamos los patrones en los flujos de nutrientes con eventos atmosféricos locales tales como huracanes, sequías, polvo del Sahara y erupciones del volcán Soufrière en la vecina isla de Montserrat.

MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Este estudio fue llevado a cabo en las cuencas experimentales de Bisley, Bosque Experimental de Luquillo al noroeste de Puerto Rico ($18^{\circ} 20' N$ $65^{\circ} 50' W$). El bosque y las cuencas han sido descritos detalladamente por Scatena (1989). Las cuencas se extienden en elevación de 265 a 456 m sobre nivel del mar y son cubiertas por bosques muy húmedos, bosques de tabonuco (*Dacryodes excelsa*) secundario maduro. El lugar de estudio está situado a 12 kilómetros al este de la estación de campo de El Verde, en Río Grande (Figura 1). Ambos sitios están en el lado de barlovento de la isla de Puerto Rico, a elevaciones similares y cubiertos con el mismo tipo de bosque.

Una diferencia entre El Verde y Bisley es que el área de estudio de Bisley se expone directamente a los vientos alisios del noreste y tiene un clima tropical marítimo (Schellekens *et al.* 1999). En Bisley, la lluvia y escorrentías superficiales ocurren en todos los meses del año. Las lluvias de convección, los vientos alisios del noreste, el polvo del Sahara, los frentes fríos de invierno, las ondas alisias o tropicales, las depresiones y los huracanes, todos influyen a este bosque (Odum y Pigeon 1970; Prospero y Nees 1986; Scatena 1989; Larsen 2000). Los eventos de lluvia son generalmente pequeños y de baja intensidad, y otras pequeñas, pero muy frecuentes durante la mayor parte del año, producto de las lluvias orográficas, (Schellekens *et al.* 1999).

La transcolación de este bosque y otros bosques tropicales se ha estudiado anteriormente, (Odum y Pigeon 1970; Clements y Colón 1975; Scatena 1990; Schellekens *et al.* 1999; Schellekens *et al.* 2000; Holwerda *et al.* 2006, Heartsill Scalley *et al.* 2007), pero nunca por un periodo tan largo como el de este estudio (20 años). La interceptación de lluvia por el dosel en Bisley es relativamente alta (cerca de 40 por ciento) y por lo tanto la transcolación está entre las más bajas registradas para los bosques tropicales

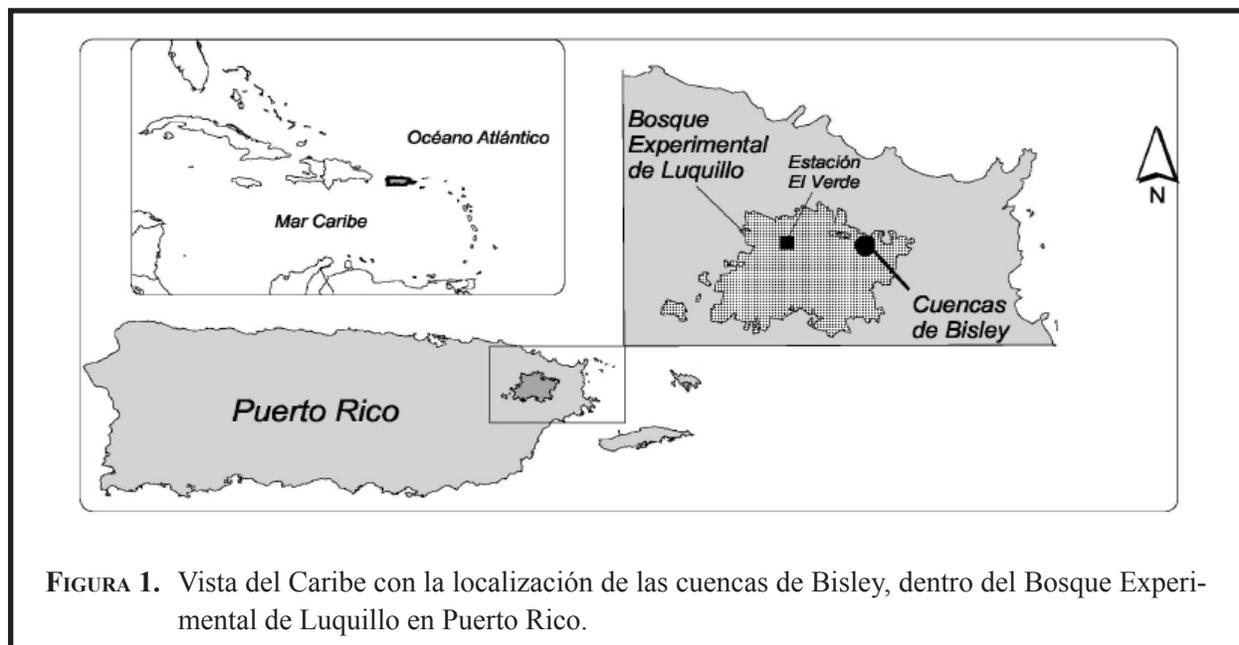


FIGURA 1. Vista del Caribe con la localización de las cuencas de Bisley, dentro del Bosque Experimental de Luquillo en Puerto Rico.

de tierras bajas (Bruijnzeel 1989). Sin embargo, cabe señalar que los valores de interceptación en Bisley son similares a esos medidos en otros bosques tropicales marítimos y confirman la noción de que la interceptación de la lluvia es relativamente alta en los bosques tropicales que reciben más de 3000 mm/año de lluvia y que están situados en los bordes continentales o en islas (Schellekens *et al.* 1999). Los altos valores de interceptación anual relativa y evaporación en Bisley se atribuyen a la gran frecuencia de lluvias de corta duración y de baja intensidad y a la relativamente baja resistencia aerodinámica del dosel (Scatena 1990; Schellekens *et al.* 2000).

Durante el período del estudio, el bosque fue influenciado por una serie de huracanes y de sequías (Figura. 2). El huracán Hugo, el 18 de septiembre de 1989, es el primer y más grande huracán en nuestro periodo de estudio y el más grande que afectara el área en los últimos 70 años (Scatena y Larsen 1991). El huracán desfolió el área entera, redujo cerca del 50 por ciento de la biomasa sobre el terreno y derribó la torre para acceder al dosel usada para las medidas meteorológicas. Sin embargo, las medidas semanales de transcolación no fueron interrumpidas, la torre meteorológica fue reestablecida después de algunos meses y en el plazo de un año tanto los ciclos hidrológicos como las exportaciones y flujos de nutrientes alcanzaron los niveles de antes del huracán (Scatena *et al.* 1996; Schaefer *et al.* 2000).

Durante el período del estudio Bisley también fue afectado por los huracanes Bertha (6 de julio de 1996), Hortense (10 de septiembre de 1996), Marilyn (15 de septiembre de 1996) y Georges (22 de septiembre de 1998). De estos, Georges fue el más intenso defoliando el dosel y derrivando árboles (Ostertag *et al.* 2003). Aunque Bertha, Hortense y Marilyn ocurrieron durante el mismo año y trajeron mucha lluvia, éstos pasaron bastante lejos y solo causaron daños menores al dosel y aumentos relativamente pequeños en la caída de hojas. La lluvia y la transcolación fueron medidos durante todas estos fenómenos meteorológicos.

Varios eventos de sequía, también ocurrieron durante el período de estudio. Como otras sequías en Puerto Rico (Larsen 2000; Covich *et al.* 2003), la

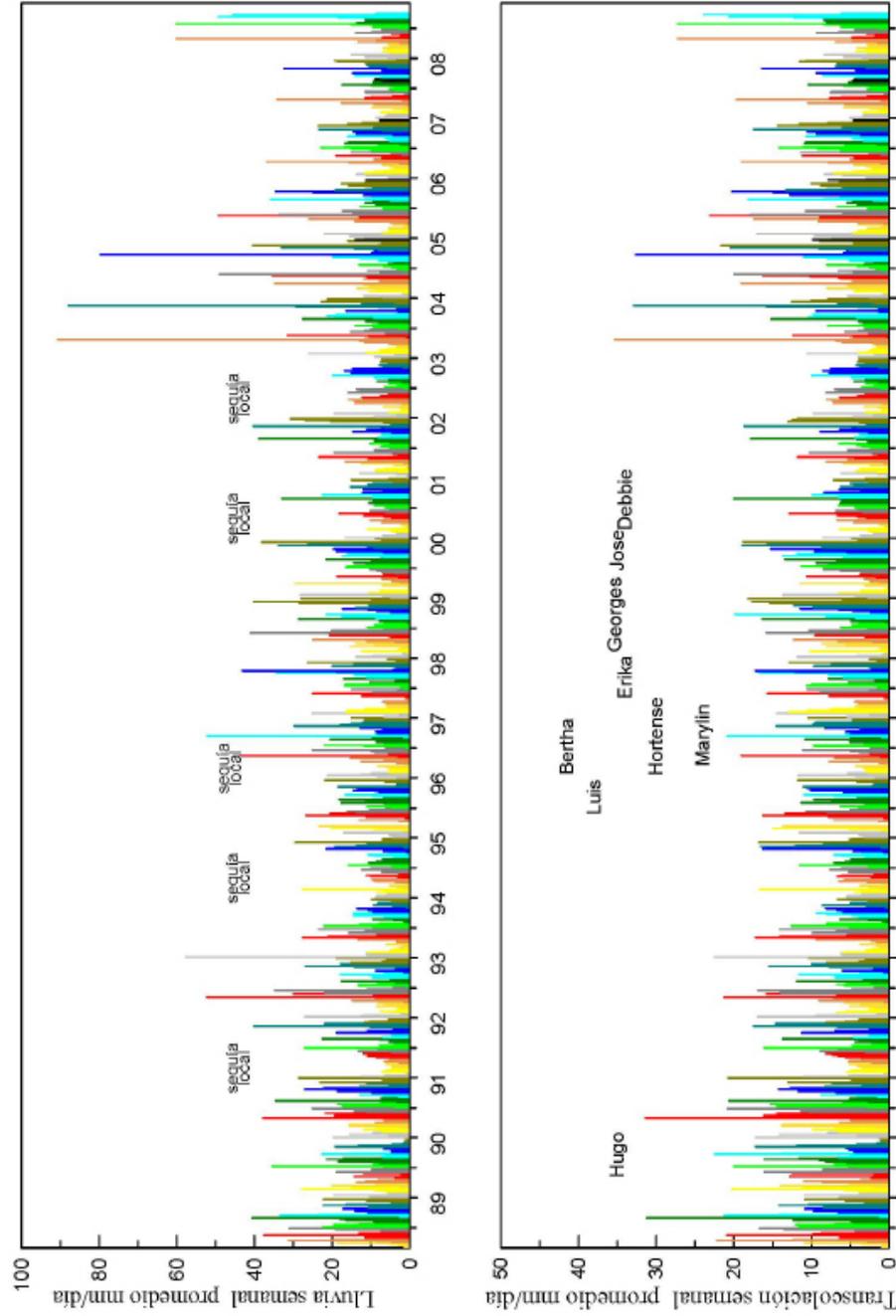
intensidad y los efectos de estos períodos de sequía fueron muy variables en todo Puerto Rico. Las sequías regionales más fuertes fueron observadas después del huracán Hugo y en 1991, 1994 y 1996. Eventos mayores de sequías locales fueron observadas en el área del estudio en 2000 y 2002.

Colección de lluvia y transcolación

La lluvia y transcolación en este estudio fueron recogidas y medidas con el mismo método durante todo el periodo de estudio y de acuerdo con nuestras publicaciones anteriores (Scatena 1990; Schellekens *et al.* 1999; Holwerda 2006, Heartsill Scalley *et al.* 2007). La lluvia y la transcolación en la primera parte del artículo incluyen desde marzo 1988 a septiembre 2008. Los datos fueron recogidos semanalmente (todos los martes por la mañana) y después de algunos eventos importantes de precipitación. La lluvia total fue medida y recogida en un envase ubicado en una torre de 25 m de alto (a nivel del dosel del bosque) situada a una elevación de 361 m sobre nivel del mar (Figura 3). La transcolación fue medida usando 30 envases colocados aleatoriamente bajo el dosel del bosque (Figura 4). El colector de lluvia en la torre y cada colector de transcolación tenían embudos idénticos de 186° cm diámetro. Los protocolos y los datos originales están disponibles en la página de Luquillo LTER el set de datos #26. <http://luq.lternet.edu/data/lterdb26/metadata/lterdb26.htm>.

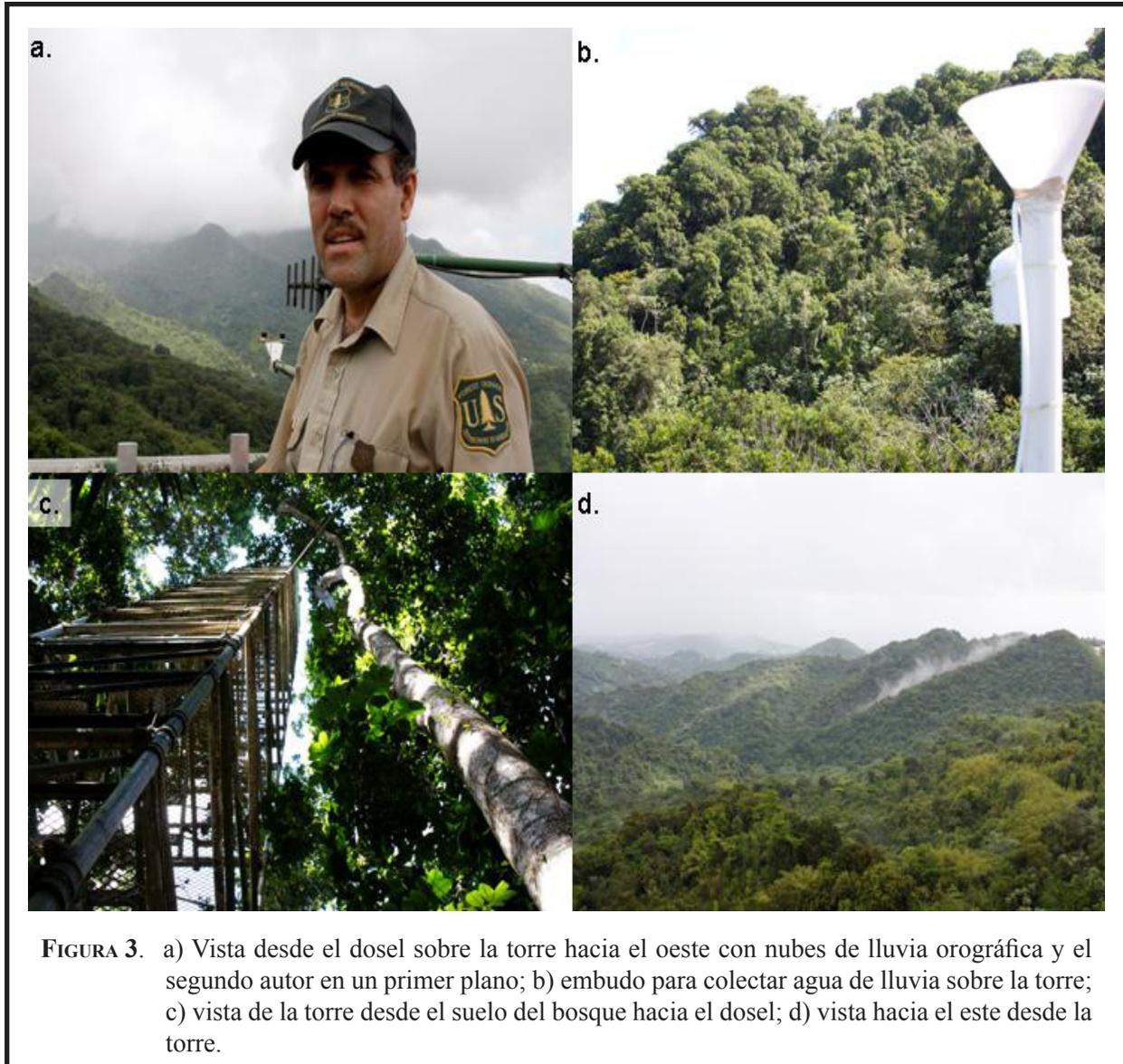
Química de lluvia y transcolación

Durante cada colección, la lluvia y transcolación fueron recogidas para hacer análisis químico. El agua para el análisis de la lluvia fue recogida del colector de lluvia en la torre sobre el dosel. La muestra de transcolación era compuesta del agua recogida en ocho de los envases colectores. Estos ocho colectores de transcolación fueron seleccionados al principio del estudio porque su volumen y conductividad promedio eran similares al promedio de todas las botellas y por lo tanto se consideró que representa muy bien al lugar de estudio. Estas botellas donde se colecta la transcolación fueron limpiadas y/o substituidas de



Fig_2.ACTA

FIGURA 2. Lluvia semanal promedio, con sequías locales y transcolación semanal promedio, con tormentas y huracanes, expresadas en milímetros promedio por día (mm/día). Los colores en las barras de la serie de datos identifican los meses enero en gris, febrero en amarillo, marzo en amarillo oscuro, abril en anaranjado, mayo en rojo, junio en gris oscuro, julio en verde claro, agosto en verde oscuro, septiembre en azul claro, octubre en azul oscuro, noviembre en cian, y diciembre en verde olivo.



ser necesario y se les colocó filtros para evitar que los coquíes y la hojarasca entraran en las botellas.

Las muestras de agua fueron entregadas al laboratorio el mismo día que fueron recogidas (Figura 5). El análisis químico presentado aquí incluye desde marzo 1988 hasta diciembre 2002, y siguió los procedimientos descritos en estudios anteriores (McDowell *et al.* 1990; McDowell y Asbury 1994; McDowell 1998, Heartsill Scalley *et al.* 2007). Se midieron los siguientes componentes químicos en el agua de la lluvia y de la transcolación; $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, TDN, $\text{PO}_4\text{-P}$,

K, Ca, Mg, DOC, Cl, Na, $\text{SO}_4\text{-S}$, SiO_2 , y pH (Tabla 1). Los protocolos y los datos originales están disponibles en la página de Luquillo LTER el set de datos #148. <http://luq.lternet.edu/data/lterdb148/metadata/lterdb148.htm>. Al traer las muestras de agua del bosque, se midió en el laboratorio el pH y la conductividad siguiendo los procedimientos especificados por NADP (1984) y McDowell *et al.* (1990).

Procesamiento de datos y análisis estadístico

Los flujos de nutrientes en la lluvia y transcolación ($\text{kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$) fueron calculados de los valores semanales de concentración de nutrientes

multiplicados por la cantidad correspondiente de lluvia o de transcolación semanal. Las tasas de enriquecimiento son la proporción de los nutrientes en la transcolación sobre los nutrientes correspondientes en la lluvia. Una sequía local se definió como las semanas con el 5 por ciento de los valores más bajos de transcolación durante el periodo del estudio.

Los resultados producto de análisis estadísticos eran consideradas significativas con una alfa de 0.05 y estos fueron calculados usando el programa SAS (versión 9, SAS Institute 2003). Cuando fue necesario, se transformaron los datos de flujo de nutrientes en la lluvia y transcolación con logaritmo natural para poder cumplir con los requerimientos del análisis estadístico paramétrico. Se utilizaron tanto correlaciones como regresiones para describir tendencias y patrones generales en los datos. Se utilizó el modelo lineal general (GLM, *proc glm* en el programa SAS) y el análisis repetido de las medidas de la variación (ANOVA) para comparar los flujos de nutrientes entre los años y meses para todos los componentes químicos medidos tanto en la lluvia como en la transcolación.



FIGURA 4. Colección de muestra de transcolación bajo el dosel del bosque, con el tercer autor midiendo la muestra en un cilindro calibrado.



FIGURA 5. Recibiendo las muestras de lluvia y transcolación del bosque para luego ser procesadas para análisis químico.

TABLA 1. Símbolos de nutrientes y otros componentes químicos medidos en la lluvia y transcolación en las cuencas de Bisley, Bosque Experimental de Luquillo.

Símbolo	Descripción
NH ₄ -N	Amonia
NO ₃ -N	Nitrato
TDN	Nitrógeno total disuelto
PO ₄ -P	Óxido de Fosfato
K	Potasio
Ca	Calcio
Mg	Magnesio
DOC	Carbono orgánico disuelto
Cl	Cloruro
Na	Sodio
SO ₄ -S	Óxido de Sulfato
SiO ₂	Dióxido de Sílica
pH	inverso de la concentración de protones (H ⁺), índice de acidez o alcalinidad de una sustancia.

RESULTADOS

I. Patrones generales de la lluvia y transcolación por veinte años, 1988 al 2008

Valores anuales

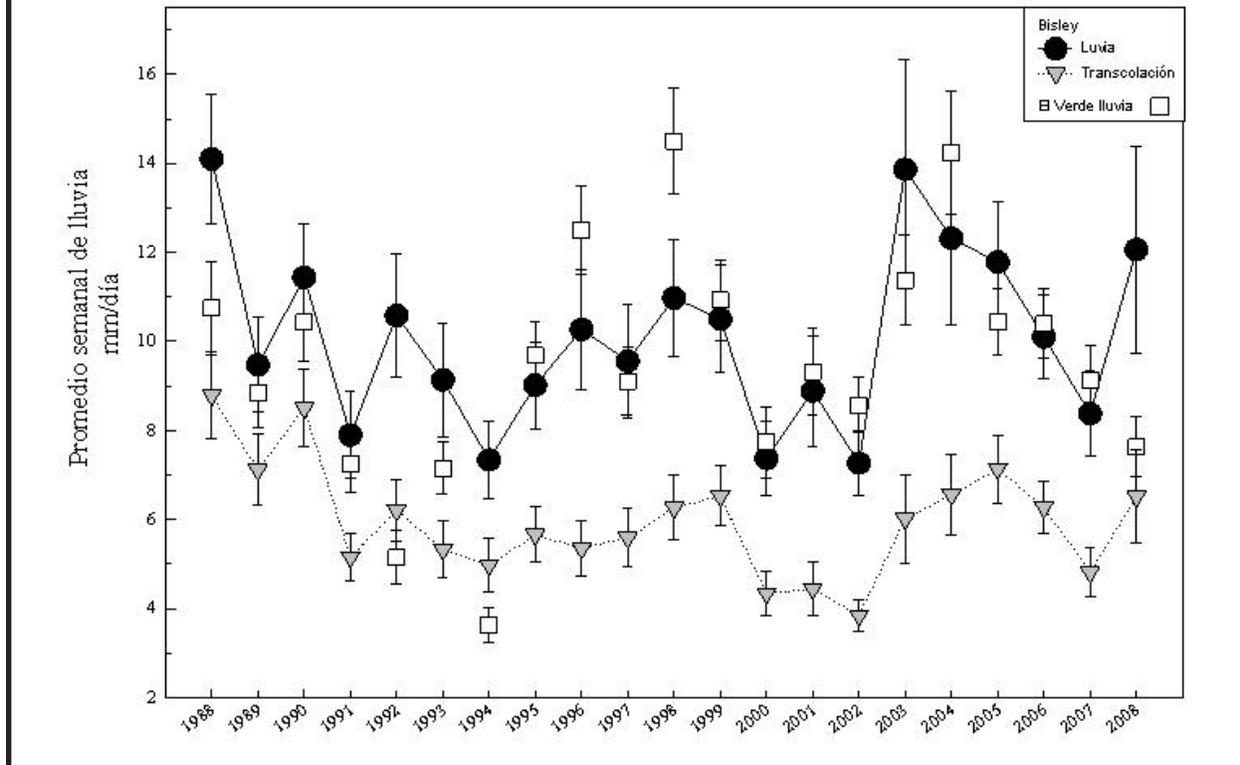
El promedio para los 20 años de estudio para la lluvia y la transcolación anual fueron 3668 mm/año y 2168 mm/año, respectivamente. Los valores más altos de lluvia diaria promedio ocurrieron en 1988 (14.10 ± 0.147 mm/día) y en el 2003 (13.87 ± 2.47 mm/día, Figura 6). Mientras que los valores de lluvia promedio diarios más bajos fueron observados en 1994 (7.34 ± 0.88 mm/día), 2000 (7.37 ± 0.84 mm/día) y 2002 (7.26 ± 0.74 mm/día, Figura 6). Durante el período de 20 años de estudio, hubo solamente tres semanas donde no se pudo medir ni lluvia ni transcolación; la semana del 23 de mayo de 1989, 28 de febrero de 2006 y 30 de enero de 2007 (Figura 2). Los valores de transcolación promedio diarios más bajos (4.34 ± 0.48 , 4.45 ± 0.59 y 3.84 ± 0.37 mm/

día) fueron observados en 2000, 2001 y 2002. Los valores más altos de transcolación diaria promedio (8.79 ± 0.98 y 8.50 ± 0.87 mm/día) ocurrieron en 1988 y 1990 (Figura 6).

Valores mensuales

Marzo fue el mes con los valores mensuales promedios más bajos para lluvia y transcolación (Figura 7). Los meses de enero a marzo tenían los valores más bajos de lluvia mensual ($F_{11,1061}=4.78$, $p = 0.0001$) y transcolación ($F_{11,1061}=5.97$, $p<0.0001$) comparados con el resto del año. La lluvia en la estación de campo El Verde, en Río Grande, tuvo durante el mismo período de tiempo un valor promedio de 9.48 ± 16.40 mm/día, similar a Bisley, que tuvo 10.05 ± 9.66 mm/día. Sin embargo, los meses de mayo, junio, septiembre y octubre eran más secos en el El Verde que en Bisley (Figura 7). Un análisis por mes para la serie de veinte años muestra que en Bisley las lluvias de febrero han ido disminuyendo (regresión $r^2 = 0.067$, pendiente -0.234 , $p = 0.019$, $n = 80$), y

FIGURA 6. Promedio semanal de lluvia en milímetros por día (mm/día) por año para Bisley (círculos negros), El Verde (cuadrados blancos), y la transcolación en Bisley (triángulos invertidos grises).

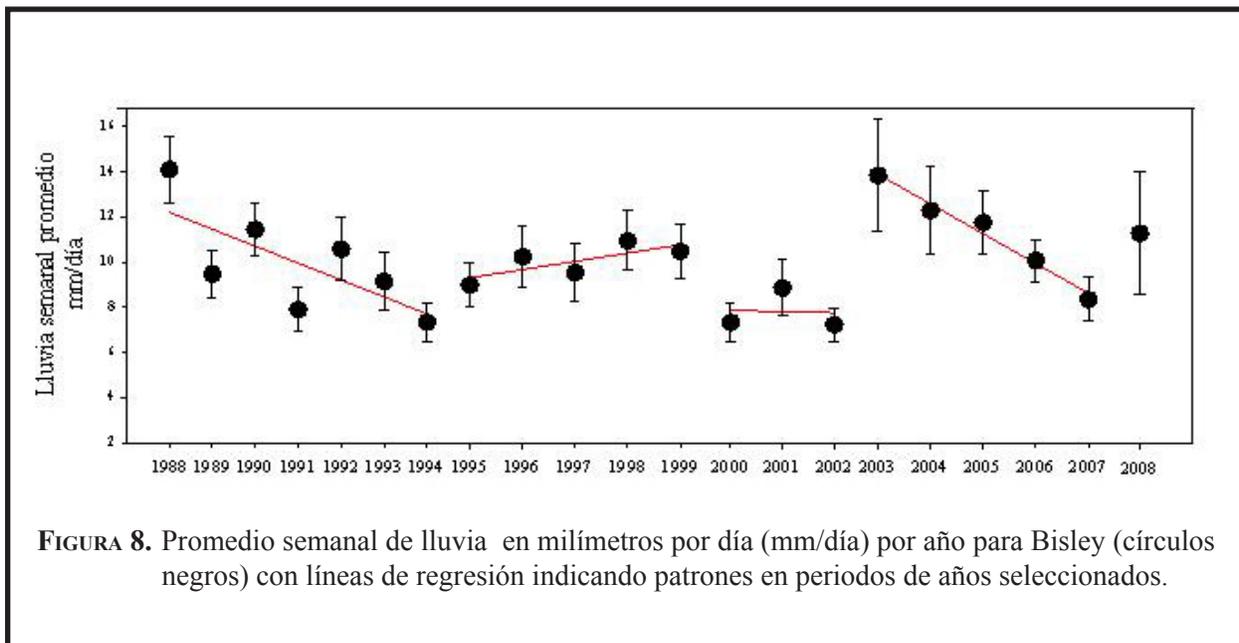
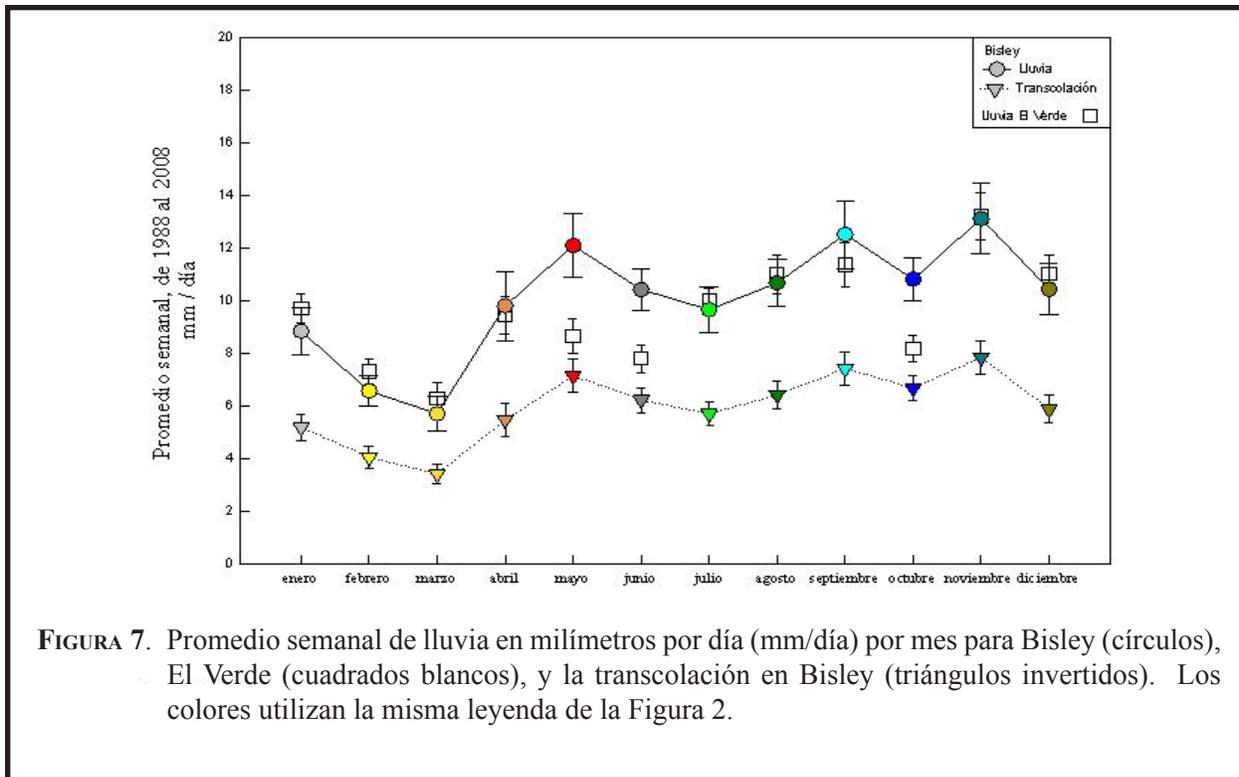


la transcolación ha disminuido aún más (regresión $r^2 = 0.157$, pendiente -0.257 , $p = 0.0002$, $n = 80$). Por otro lado, para el mes de abril las lluvias han aumentado a través de los años de estudio (regresión $r^2 = 0.059$, pendiente 0.495 , $p = 0.020$, $n = 89$). En los meses de Mayo y Junio la transcolación ha tenido una tendencia ha disminuir.

Patrones interanuales

Si tomamos en consideración los veinte años de datos de lluvia en Bisley (Figuras 2 y 6), no podemos decir que hay un patrón claro de aumento ni de disminución de la lluvia promedio diaria por año. Ahora bien, si solo observamos los datos del 1988 al 1994, hay un patrón de disminución en la lluvia anual promedio (regresión $r^2 = 0.029$, pendiente -0.039 , $p = 0.002$, $n = 356$). Si añadimos a esta serie de datos los años hasta el 2002, se mantiene este patrón de disminución, y se puede calcular

que del 1988 al 2002 la lluvia disminuye por 0.20 mm/año (Figura 8). Luego del 2002, las lluvias anuales promedio aumentan de manera significativa, con eventos de lluvias de más de 60 mm/día en el 2003; algo que no se había registrado anteriormente en los años de estudio (Tabla 2, Figura 8). Cabe señalar, sin embargo, que del 2003 al 2007 las lluvias vuelven a tener un patrón de aparente disminución (regresión $r^2 = 0.025$, pendiente -0.019 , $p = 0.011$, $n = 257$), y esto es así hasta el comienzo de la época más lluviosa en el 2008. En el 2008 se vuelven a registrar eventos de 60 mm/día (Tabla 2). Con datos solo hasta el mes de septiembre, ya se puede observar que el 2008 puede ser un año que vuelva a cambiar el patrón de disminución de lluvia del 2003 al 2007 (Figura 8). Sin embargo, para la transcolación promedio anual (regresión, $r^2 = 0.002$, pendiente -0.0889 , $p = 0.011$, $n = 1072$) si hubo una disminución débil pero significativa durante el período de 20



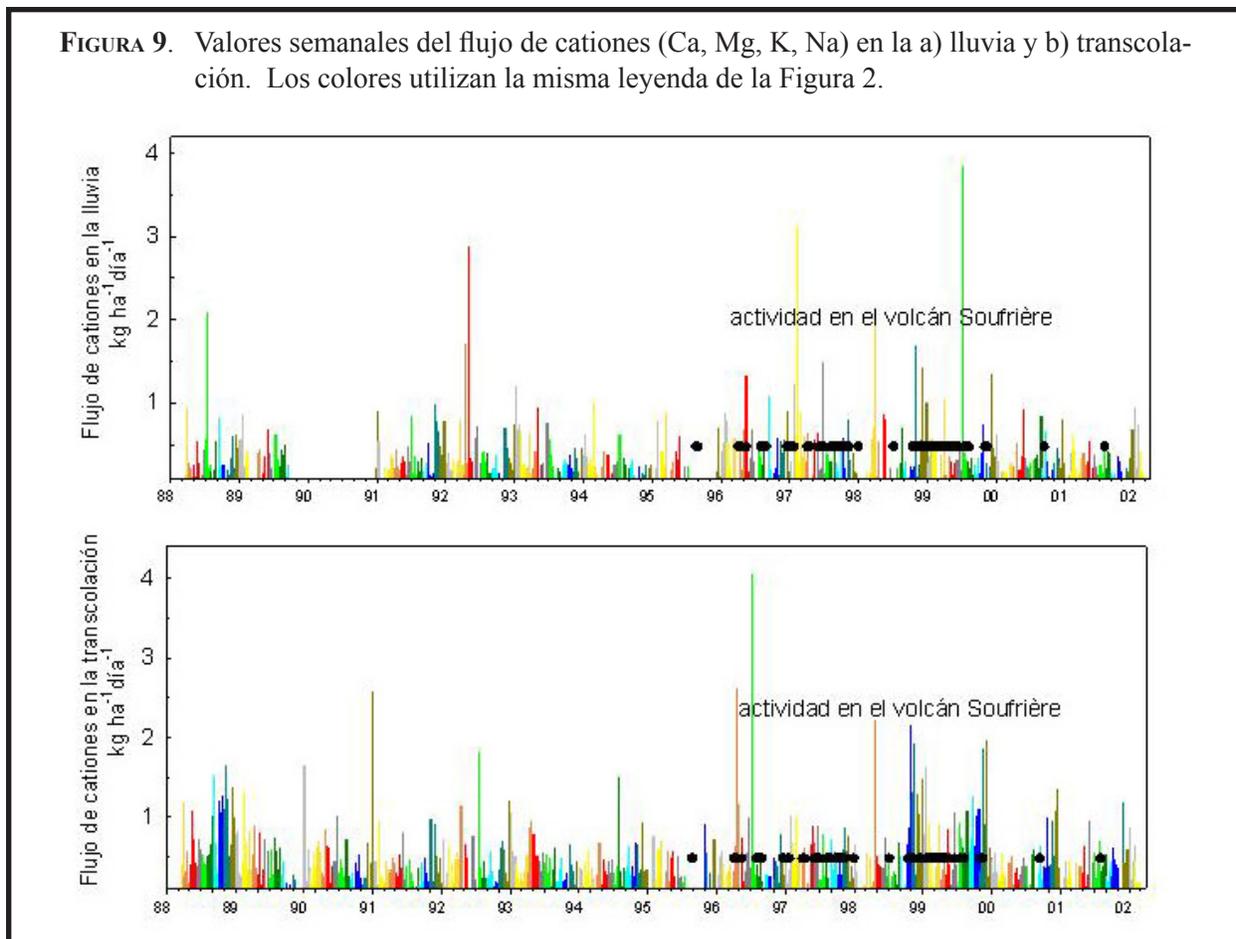
años de estudio. Esta de disminución en el valor de transcolación es menor que las variaciones asociadas a los valores promedio reportados aquí y también es menor que la variación de la lluvia diaria. (Figura 2). El pH de la lluvia, pero no el de

la transcolación, disminuyó, indicando que la lluvia está más ácida para el periodo de años analizados (correlación de Pearson con fechas de lluvia, $r = -0.243$, $p < 0.000$, $n = 565$).

TABLA 2. Semanas con eventos de lluvia extremos en los últimos 20 años, 1988 al 2008. Eventos agrupados por a) años, b) meses. Sequía local es definida como el 5 por ciento de las veces en el récord de 20 años con ninguna o poca lluvia que se cuele por el dosel (transcolación) equivalente a menos que 0.5 mm por día (mm/día).

Cantidad de semanas					
a)	Año	40-50 mm/día	50-60 mm/día	>60 mm/día	Sequía local
	1988	1	0	0	1
	1989	0	0	0	3
	1990	0	0	0	0
	1991	1	0	0	1
	1992	0	1	0	3
	1993	0	1	0	2
	1994	0	0	0	3
	1995	0	0	0	4
	1996	1	1	0	3
	1997	1	0	0	5
	1998	2	0	0	3
	1999	0	0	0	3
	2000	0	0	0	2
	2001	1	0	0	7
	2002	0	0	0	2
	2003	0	0	2	2
	2004	2	0	1	2
	2005	1	0	0	2
	2006	0	0	0	1
	2007	0	0	0	3
	2008	2	0	2	0
	Total	12	3	5	52
b)	Mes	40-50 mm/día	50-60 mm/día	>60 mm/día	Sequía local
	enero	0	1	0	9
	febrero	0	0	0	5
	marzo	0	0	0	14
	abril	0	0	2	4
	mayo	3	1	0	5
	junio	1	0	0	4
	julio	0	0	1	3
	agosto	1	0	0	2
	septiembre	2	1	1	0
	octubre	1	0	0	2
	noviembre	3	0	1	1
	diciembre	1	0	0	3
	Total	12	3	5	52

FIGURA 9. Valores semanales del flujo de cationes (Ca, Mg, K, Na) en la a) lluvia y b) transcolación. Los colores utilizan la misma leyenda de la Figura 2.



II. Flujos de nutrientes en la lluvia y la transcolación, 1988 al 2002

Flujo de nutrientes en la lluvia

Hubo diferencias entre años para 8 de los 12 nutrientes (ver Tabla 1 para definiciones) en la lluvia: $\text{NH}_4\text{-N}$ ($F_{12,325}=6.00$, $p < 0.0001$), $\text{NO}_3\text{-N}$ ($F_{13,392}=3.06$, $p=0.0003$), TDN ($F_{10,251}=98.20$, $p < 0.0001$), $\text{PO}_4\text{-P}$ ($F_{12,398}=1.93$, $p < 0.0291$), DOC ($F_{7,198}=9.54$, $p < 0.0001$), Cl ($F_{13,518}=2.58$, $p=0.0018$), SiO_2 ($F_{12,244}=4.27$, $p < 0.0001$), y $\text{SO}_4\text{-S}$ ($F_{14,536}=589$, $p < 0.0001$). No hubo diferencias entre los años para los flujos de la lluvia de K, Ca, Mg y Na. Solamente para 2 de los 12 nutrientes en la lluvia hubo patrones a largo plazo; $\text{NH}_4\text{-N}$ ($R = -0.350$ de Pearson Corr, $p < 0.000$, $n = 338$) y $\text{NO}_3\text{-N}$ ($r = -0.265$ de Pearson Corr, $p < 0.000$, $n = 406$), estos tendieron a disminuir a través del período del estudio.

Entre los diferentes meses del año, hubo diferencias en cuanto al flujo promedio de nutrientes en la lluvia para 6 de los 12 nutrientes: $\text{NH}_4\text{-N}$ ($F_{11,326}=2.07$, $p = 0.0218$), $\text{NO}_3\text{-N}$ ($F_{11,394}=1.82$, $p = 0.0485$), Ca ($F_{11,548}=2.30$, $p = 0.0092$), DOC ($F_{11,194}=2.37$, $p = 0.0091$), Cl ($F_{11,250}=2.71$, $p = 0.002$), y Na ($F_{11,556}=2.70$, $p = 0.0022$). No hubo diferencias en los flujos de la lluvia de TDN, $\text{PO}_4\text{-P}$, K, Mg, $\text{SO}_4\text{-S}$, y SiO_2 .

Flujo de nutrientes en la transcolación

Todos los flujos de nutrientes en la transcolación tuvieron diferencias entre los años de estudio ($F > 2.41$, $p < 0.0051$). Comparando meses, había diferencias en los flujos de transcolación para 4 de los 12 nutrientes: TDN ($F_{11,264}=2.23$, $p = 0.0135$), $\text{PO}_4\text{-P}$ ($F_{11,406}=2.10$, $p = 0.0193$), K ($F_{11,655}=3.94$, $p < 0.0001$), y Na ($F_{11,655}=1.98$, $p = 0.0281$). No hubo diferencias en flujos entre los meses para el $\text{NH}_4\text{-N}$,

$\text{NO}_3\text{-N}$, Ca, Mg, DOC, Cl, $\text{SO}_4\text{-S}$, y SiO_2 ($F < 1.70$, $p > 0.0698$).

Correlaciones entre los nutrientes en la lluvia, la transcolación y las tasas de enriquecimiento

Todos los componentes tenían correlaciones positivas entre la cantidad de lluvia y sus flujos de transcolación. Particularmente, había correlaciones positivas fuertes entre flujos en la lluvia y transcolación para Ca, Mg, K, y Na (correlación de Pearson $r > 0.59$, $p < 0.001$). Sin embargo, el volumen de la lluvia solamente explicó entre el 3 por ciento ($\text{PO}_4\text{-P}$) y el 40 por ciento (Cl) de la variación en flujos de nutrientes semanales. Los flujos de nutrientes en la transcolación también fueron correlacionados a la cantidad de transcolación, que explicó de un 3 por ciento ($\text{PO}_4\text{-P}$) hasta un 32 por ciento (Cl) de la variación de valores semanales. La única excepción era el flujo de transcolación de $\text{NH}_4\text{-N}$, ya que este no estuvo relacionado con la cantidad de transcolación (correlación de Pearson $r = 0.066$, $p = 0.173$, $n = 422$). Había una correlación positiva entre los flujos en la lluvia de $\text{NO}_3\text{-N}$ y $\text{SO}_4\text{-S}$ (correlación de Pearson $r = 0.448$, $p < 0.0001$, $n = 343$). Esta correlación estaba también presente para estos nutrientes en la transcolación, pero la correlación era más débil (correlación de Pearson $r = 0.290$, $p < 0.0001$, $n = 475$).

Los valores medianos para las tasas de enriquecimiento semanales eran menos de uno para las sales del mar y el carbono orgánico disuelto y entre 1 y 2 para el Mg, Ca, SiO_2 y $\text{SO}_4\text{-S}$ (Tabla 3). En cambio, las tasas semanales de enriquecimiento para el $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ y K eran mayores de 10. Solamente K tenía diferencias significativas en los cocientes mensuales del enriquecimiento ($F_{11, 528} = 2.97$, $p < 0.0001$). Los análisis indicaron que las diferencias mensuales en cocientes del enriquecimiento de K coincidieron con el mes con los flujos más altos (octubre) y más bajos (enero). Aunque no hubo diferencias mensuales significativas en las tasas de enriquecimiento de los otros nutrientes, las tasas de enriquecimiento de los cationes (Ca, Mg, K, Na) tendieron a ser más altas de septiembre a noviembre (Figura 9).

III. Cambios en respuesta a acontecimientos atmosféricos específicos

Tormentas tropicales y huracanes

Durante los primeros 15 años de este estudio, un total de 10 tormentas tropicales pasaron lo suficientemente cerca como para causar aumentos perceptibles en la lluvia y la transcolación. Estos eventos variaron mucho en cuanto a la intensidad de vientos, de lluvias, duración, daño al dosel del bosque, caída de hojarasca y lluvia antes y después del evento. Cuando observamos las siete semanas antes y siete semanas después de todos estos eventos de manera combinada, hubo una tendencia de aumento en transcolación y también un aumento en los flujos de todos los nutrientes en la transcolación después de los eventos. En general, esto es así para los eventos más grandes como Hugo, Luis, Bertha y Georges, donde ocurrió caída de hojarasca de más de $20 \text{ g m}^{-2} \text{ día}$ y se observaron cambios en la cantidad y calidad de transcolación.

Luego del huracán Hugo, se elevó la base de las nubes que residen sobre las montañas de Luquillo, afectando la producción de lluvias orográficas y esto contribuyó a causar una sequía pronunciada (Scatena y Larsen 1991). Como el dosel del bosque quedó casi sin hojas por varios meses después del huracán el dosel del bosque, las botellas de coleccionar transcolación estaban efectivamente acumulando la lluvia directa hasta que el dosel se volvió a restablecer. Durante las siete semanas después de Hugo los flujos fueron más bajos que las siete semanas antes para K, Ca, Mg y Na. Sin embargo, el flujo de SiO_2 aumentó en las siete semanas después del huracán. No hubo diferencias significativas en el pH de la transcolación semanal antes y después de Hugo.

En 1996, siete años después del huracán Hugo, el bosque fue afectado por una serie de tormentas tropicales más pequeños que ocurrieron en un periodo de 2 meses (Figura 2). Ninguno de estos acontecimientos deshojaron totalmente el dosel del bosque como Hugo, ni ocurrió una sequía regional luego del paso de estas tormentas. Los valores relativos y absolutos de la transcolación eran

TABLA 3. Flujos y concentraciones (masa por volumen) promedio para nutrientes medidos en la lluvia y transcolación, de 1988-2002, las cuencas de Bisley, Bosque Experimental de Luquillo, Puerto Rico. La tasa de enriquecimiento es definida como la cantidad del flujo de nutrientes en la transcolación sobre el flujo en la lluvia.

	Lluvia			Transcolación						
	n	flujo kg/ha/d	[]mg/L	n	flujo kg/ha/d	[] mg/L	n	mediana	Desv. estándar	[] mg/L
NH ₄ -N	339	0.002	0.025	422	0.018	0.302	307	12.4	492	12.08
NO ₃ -N	406	0.004	0.0451	553	0.006	0.1085	372	1.79	271	2.41
TDN	262	0.013	0.135	276	0.048	0.758	223	4.39	40.2	5.62
PO ₄ -P	411	0.0003	0.004	418	0.003	0.055	340	13.2	133	13.75
K	559	0.022	0.219	666	0.170	2.815	539	10.0	17.6	12.85
Ca	561	0.044	0.439	664	0.057	0.942	541	1.50	2.8	2.15
Mg	563	0.037	0.367	666	0.036	0.604	543	1.12	1.5	1.65
DOC	207	0.332	3.569	232	0.361	6.301	188	.80	2.4	1.77
Cl	551	0.386	4.022	579	0.331	5.785	505	.80	2.4	1.44
Na	569	0.243	2.430	666	0.181	3.009	548	.80	1.6	1.24
SO ₄ -S	551	0.126	1.300	613	0.149	2.576	511	1.49	10.3	1.98
SiO ₂	257	0.101	1.130	436	0.102	1.778	220	1.37	30.0	1.57
pH	565	5.17		629	6.14		553	1.17	0.14	

constantemente más altos en las siete semanas que seguían a la primera de estas tormentas Bertha el (6 de julio de 1996). Sin embargo, no había diferencias antes y después del paso de Bertha para el pH de la transcolación y los flujos de $\text{PO}_4\text{-P}$, K, Ca, Mg, Cl, Na, $\text{SO}_4\text{-S}$ y SiO_2 . Las tasas de enriquecimiento tenían una tendencia a ser más bajas después del huracán para K, Ca, Mg, Cl y Na que en las siete semanas anteriores. En cambio, la tasa de enriquecimiento de $\text{PO}_4\text{-P}$ tenía una tendencia a ser más alta después del huracán.

Aproximadamente dos meses después del huracán Bertha, los huracanes Hortense, (10 de septiembre de 1996) y Marilyn, (15 de septiembre de 1996), afectaron con vientos y lluvias al área de Bisley. La transcolación semanal promedio fue levemente más alta las nueve semanas después de estos huracanes comparados con las siete semanas anteriores al paso de estos (Figura 2, Bertha, Hortense, Marilyn). El pH de la transcolación fue más bajo después de estos eventos, pero no hubo diferencias en los flujos de transcolación.

El huracán Georges (22 de septiembre de 1998) menos intenso que el huracán Hugo, pero considerablemente más grande que las tres tormentas anteriores produjo en un día el 55 por ciento de la caída de hojarasca anual (Ostertag *et al.* 2003). La transcolación promedio semanal era levemente más alta durante las siete semanas después del huracán Georges, comparado a las siete semanas anteriores. Todos los nutrientes medidos en la transcolación ($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, TDN, $\text{PO}_4\text{-P}$, K, Ca, Mg, DOC, Cl, Na, $\text{SO}_4\text{-S}$ y SiO_2) semanal promedio fueron más altos en el período después del huracán, pero solamente hubo diferencias significativas en $\text{NH}_4\text{-N}$ y $\text{PO}_4\text{-P}$. La tasa semanal promedio de enriquecimiento para el $\text{PO}_4\text{-P}$ fue más alta después del huracán.

Sequías

Las sequías locales no fueron observadas durante el mes de septiembre, y fueron más frecuentes durante el mes de marzo. Los años con más de estos periodos secos fueron 1997 y 2001

(Tabla 2). Durante estas condiciones de poca lluvia, la concentración de nutrientes en la transcolación era más alta que durante periodos normales de precipitación. Sin embargo, para las tasas de enriquecimiento habían dos patrones diferentes. Las tasas más bajas de enriquecimiento se observaron para los cationes (K, Ca, Mg), los aerosoles de sales de mar (Cl, Na) y el DOC durante estos periodos de sequía. En cambio, las tasas de enriquecimiento de $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, TDN y $\text{PO}_4\text{-P}$ hubo una tendencia para que aumentaran durante los periodos de sequía (Tabla 4).

Polvo del Sahara

En la atmósfera del área del Caribe, el polvo del Sahara es común durante los meses de abril a septiembre (Prospero y Nees, 1986). En Puerto Rico es más abundante entre mayo y agosto (McDowell *et al.* 1990). De todos los componentes medidos, solamente los flujos Ca demostraron diferencias significativas entre los periodos del “polvo del Sahara” y el resto del año. Sin embargo, aun cuando hay diferencias numéricas, estadísticamente no fueron significativas. El periodo de seis meses del polvo del Sahara entre abril y septiembre contribuye aproximadamente 60 por ciento de las entradas anuales totales del Ca en la lluvia, pero solamente 50 por ciento del Ca total en transcolación. Así mismo, un poco más de Ca entra al bosque en la transcolación durante los cuatro meses más lluviosos (septiembre a diciembre); período cuando las contribuciones del polvo del Sahara se consideran ser de menor importancia relativa comparado con los cuatro meses (mayo a agosto), cuando la cantidad de polvo es mayor o más frecuente.

Volcán en la isla de Montserrat

Durante el periodo del estudio donde se midieron los nutrientes en la lluvia y la transcolación (1988 al 2002), el volcán en la isla vecina de Montserrat, Soufrière Hills, hubo 76 semanas en las que se registró actividad sísmica y el volcán produjo nubes de ceniza de 1,800 m de altura o más (Allen *et al.* 2000, Robertson *et al.* 2000, www.mvo.ms, www.volcano.und.edu). Todas estas semanas donde hubo actividad “eruptiva” ocurrieron del 1995 al 2002 y se reflejaron más en los flujos de nutrientes

TABLA 4. Medianas semanales para tasas de enriquecimiento y concentraciones en transcolación durante periodos con y sin sequías locales en las cuencas de Bisley, Bosque Experimental de Luquillo, Puerto Rico. Las condiciones de sequía local se definieron como el 5 por ciento más bajo de valores de transcolación durante el periodo del 1988 al 2002. Las concentraciones de transcolación para $*\text{NH}_4\text{-N}$, $*\text{NO}_3\text{-N}$, y $*\text{PO}_4\text{-P}$ están expresadas en $\mu\text{eq L}^{-1}$.

	Tasa de enriquecimiento				Transcolación [] mg L^{-1}			
	n	sequía local	n	sin sequía	n	sequía local	n	sin sequía
$*\text{NH}_4\text{-N}$	8	85.18	301	11.65	17	1939.53	407	187.22
$*\text{NO}_3\text{-N}$	13	2.78	361	1.76	21	190.26	535	60.52
TDN	6	10.53	220	4.36	9	4.23	269	0.71
$*\text{PO}_4\text{-P}$	11	46.23	331	13.06	14	236.49	406	36.34
K	12	8.07	529	10.17	23	9.57	645	2.70
Ca	12	0.87	528	1.50	23	2.43	643	0.91
Mg	12	0.84	533	1.12	23	1.77	645	0.59
DOC	7	0.50	183	0.84	10	15.17	225	6.44
Cl	12	0.73	495	0.84	21	17.77	560	6.33
Na	12	0.52	538	0.81	23	8.13	645	3.17
$\text{SO}_4\text{-S}$	14	1.83	499	1.49	21	7.14	594	2.57
SiO_2	5	0.43	217	1.43	17	1.04	421	0.41

de la transcolación en Bisley que en los flujos de la lluvia. Las tasas de enriquecimiento promedio para los cationes fueron más altas durante los periodos de erupción, así como el flujo de cationes en la transcolación. En la lluvia, solo el flujo de TDN fue mayor durante las semanas de actividad volcánica (Tabla 5). Hubo diferencias notables en los flujos promedios de $\text{PO}_4\text{-P}$ y $\text{NH}_4\text{-N}$ durante las semanas de erupción. En total, en los flujos de la transcolación hubo diferencias para 10 de los 13 nutrientes medidos, todos con valores más altos durante las semanas de actividad volcánica. (Tabla 5).

Al observar las diferencias entre las semanas con y sin actividad volcánica se puede entonces estimar la contribución de nutrientes que éstas

hacen al área de estudio en Bisley. Se estima que de un 3 a un 5 por ciento del flujo de cationes proviene de la actividad volcánica. Durante las semanas de erupción se transportó un 17 por ciento del $\text{PO}_4\text{-P}$, lo que se considera es un 4.3 por ciento del total que llega a Bisley. De la misma manera, un 12.5 por ciento del $\text{SO}_4\text{-S}$ entra durante las semanas de actividad volcánica, lo que representa un 3.6 por ciento del total que llega a Bisley.

DISCUSIÓN

El agua que pasó a través del dosel de Bisley fue enriquecida provocando que el flujo total de nutrientes que llega al suelo del bosque a través de la transcolación fuera mayor que el que contribuía por la lluvia al dosel. Se observaron

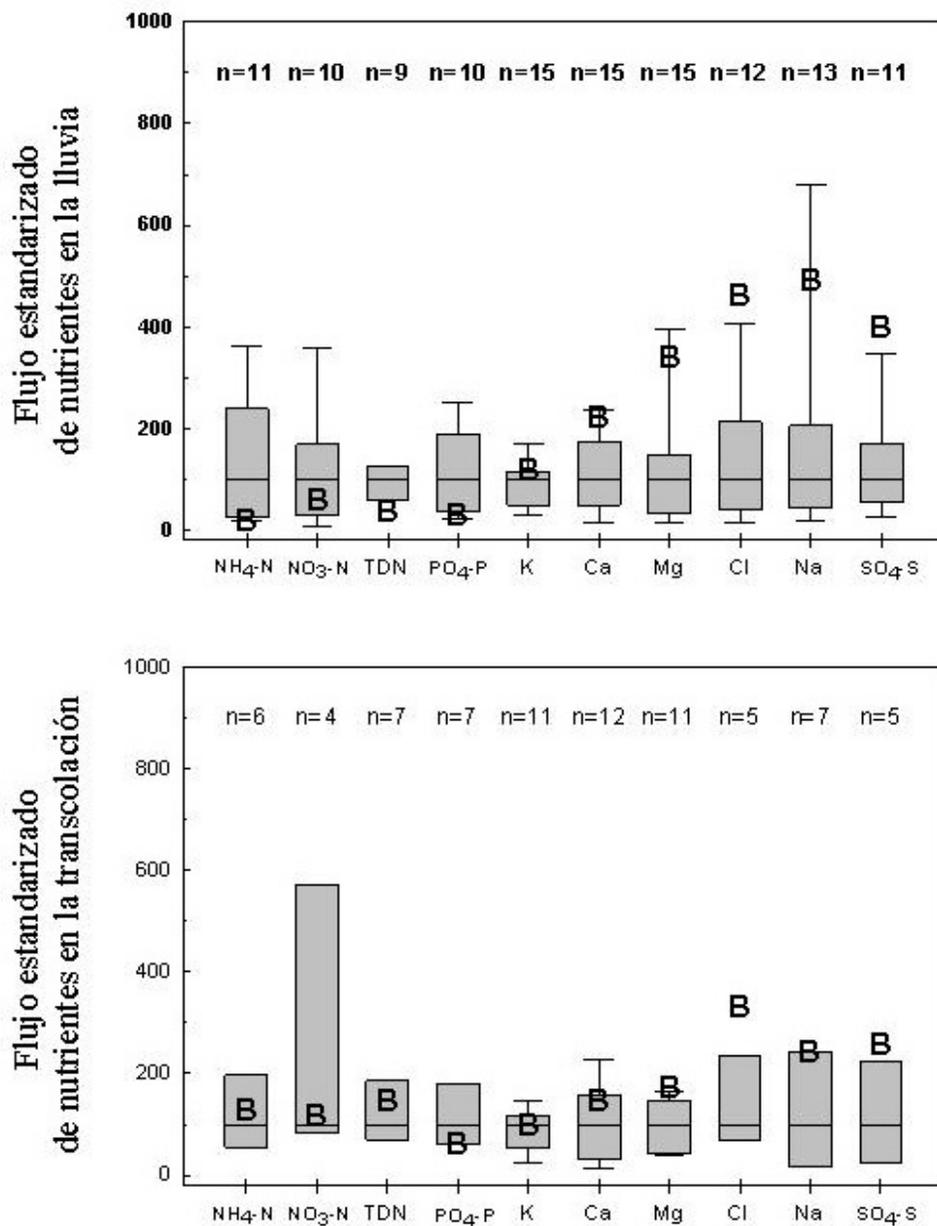
TABLA 5. Flujos de nutrientes $kg\ ha^{-1}d^{-1}$ en lluvia y transcolación de las cuencas de Bisley, Bosque Experimental de Luquillo, Puerto Rico durante actividad volcánica en Soufrière, Montserrat de 1988 al 2002. Los flujos para $*NH_4-N$, $*NO_3-N$, y $*PO_4-P$ están expresados en $g\ ha^{-1}d^{-1}$. Las diferencias significativas entre períodos con y sin actividad volcánica están marcadas con un ✓

	Periodo con actividad volcánica			Periodo sin actividad volcánica			
	n	mediana	Desv. estándar	n	mediana	Desv. estándar	
<i>Lluvia</i>							
NH_4-N^*	30	0.654	0.926	308	0.754	5.390	
NO_3-N^*	47	0.905	3.551	359	1.495	9.402	
TDN	32	0.017	0.014	230	0.007	0.013	✓
PO_4-P^*	64	0.133	0.325	349	0.119	1.130	
K	62	0.017	0.043	496	0.013	0.033	
Ca	63	0.039	0.037	497	0.027	0.061	
Mg	64	0.025	0.039	499	0.024	0.053	
DOC	32	0.310	0.198	174	0.276	0.277	
Cl	67	0.318	0.395	465	0.291	0.331	
Na	63	0.184	0.241	505	0.181	0.265	
SO_4-S	58	0.063	0.190	493	0.075	0.196	
SiO_2	23	0.014	0.453	234	0.015	0.387	
pH	43	5.180	0.675	522	5.165	0.662	
<i>Transcolación</i>							
NH_4-N^*	32	11.999	43.791	391	9.050	24.601	✓
NO_3-N^*	59	2.803	6.346	496	2.643	23.885	
TDN	30	0.063	0.086	246	0.031	0.042	✓
PO_4-P^*	56	2.026	8.888	362	1.519	3.905	✓
K	67	0.183	0.282	600	0.117	0.162	✓
Ca	67	0.057	0.069	598	0.039	0.074	✓
Mg	67	0.038	0.035	600	0.026	0.046	✓
DOC	31	0.396	0.584	201	0.220	0.414	✓
Cl	70	0.301	0.241	510	0.254	0.293	
Na	67	0.178	0.180	600	0.138	0.161	✓
SO_4-S	57	0.154	0.216	556	0.110	0.137	✓
SiO_2	50	0.022	0.032	386	0.024	0.507	
pH	42	6.035	0.345	587	6.170	0.508	✓

diferencias constantes en el comportamiento de ciertos nutrientes (Ca, Mg, Cl, Na, SiO_2 , SO_4-S y DOC) comparados a otros (K, NH_4-N , NO_3-N , TDN y PO_4-P). Los flujos anuales del grupo anterior son relativamente abundantes en Bisley (Figura 10). También tienen tasas semanales de enriquecimiento relativamente bajas (Tabla 3) y son

comunes en el agua de mar y el polvo atmosférico (McDowell *et al.* 1990). En cambio, el otro grupo de nitrógeno, fósforo y potasio tenía tasas más grandes de enriquecimiento (Tabla 3) y tasas de enriquecimiento que aumentaron durante las sequías (Tabla 4). Estas diferencias reflejan la importancia de los procesos biológicos a nivel del dosel que

FIGURA 10. Diagrama de la caja (boxplots) de valores estandarizados del flujo de nutrientes en a) (la lluvia y b) transcolación para los bosques tropicales y subtropicales húmedos. Cada caja abarca de la 25 a la 75 percentila de los datos, y las líneas horizontales marcan las 10 y 90 percentilas. La letra B representa donde está el valor para Bisley en relación a los valores estandarizados de otros sitios. Los valores son estandarizados dividiendo el valor de un sitio particular por el valor mediano de todos los sitios y multiplicándose por 100. Los datos usados eran Brouwer (1996), Burghouts (1993) y esos compilados por Bruijnzeel (1989), McDowell (1998), Veneklaas (1990) y Liu *et al.* (2003). La N en la parte superior de cada panel es la cantidad de sitios de los cuales se obtuvo datos, tal como aparecen en las publicaciones citadas.



enriquecen la transcolación en K, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, TDN y $\text{PO}_4\text{-P}$. Los procesos biológicos a nivel de dosel causan el enriquecimiento más pronunciado para el $\text{NH}_4\text{-N}$, cuyo flujo de transcolación semanal incluso no estuvo correlacionado a la cantidad de lluvia o de transcolación semanal. Esta carencia de la correlación con la cantidad de agua también se ha observado en otros bosques tropicales (McDowell *et al.* 1990; Veneklaas 1990).

Los flujos anuales de la mayoría de los componentes en la lluvia y la transcolación de Bisley están dentro de la gama reportada para sitios tropicales y subtropicales (Figura 10). Pero las entradas anuales de la lluvia de $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, TDN y $\text{PO}_4\text{-P}$ tienden a ser más bajas mientras que el Mg, Cl, Na, y $\text{SO}_4\text{-S}$ tienden a ser más altos que los reportados para otros sitios tropicales y subtropicales (Figura 10). Sin embargo, las concentraciones de estos componentes en la lluvia son similares a las observadas en la estación de campo El Verde y en otros bosques tropicales influenciados por aire marino (Asbury *et al.* 1994; Cavelier *et al.* 1997; Eklund *et al.* 1997; Waterloo *et al.* 1999; McDonald y Healy 2000). Por lo tanto, las diferencias en entradas anuales de nutrientes en la lluvia reflejan al parecer la alta cantidad de precipitación anual más bien que diferencias en la química (McDowell *et al.* 1990).

A diferencia de los cationes y las sales marinas, las entradas anuales de nitrógeno ($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, TDN) y $\text{PO}_4\text{-P}$ en la lluvia tienden a ser levemente más bajas que lo reportado para otros bosques tropicales y subtropicales (Figura 10). Correlaciones entre los flujos de la lluvia y sus respectivas concentraciones de $\text{NO}_3\text{-N}$ y $\text{SO}_4\text{-S}$ en Bisley y el El Verde (McDowell *et al.* 1990) indican un cierto grado de contaminación por fuentes antropológicas. Sin embargo, los niveles relativamente bajos en Bisley tanto de nitrógeno como de otros componentes de lluvia asociados a la contaminación son al parecer debido a la carencia de fuegos en el paisaje colindante y porque el aire que llega al sitio del estudio proviene de los vientos alisios que están relativamente sin contaminación y

se originan en el Océano Atlántico. Sin embargo, los flujos anuales del nitrógeno en la transcolación de Bisley son similares a otros bosques tropicales (Figura 10) y el ecosistema del bosque en su totalidad se considera que es relativamente rico en nitrógeno (Chestnut *et al.* 1999).

Las comparaciones en las semanas antes y después de huracanes indican que la cantidad relativa de transcolación aumenta después de estos eventos. Los huracanes también tienen una tendencia a aumentar la tasa de enriquecimiento del $\text{PO}_4\text{-P}$. Sin embargo, otras posibles diferencias en la química de la lluvia y la transcolación antes y después de un huracán se pierden entre las diferencias en la cantidad de lluvia que trae la tormenta, la secuencia de tormentas y/o sequías y el daño que ocurra al dosel. Las diferencias mayores ocurrieron después de los dos huracanes más intensos que produjeron aumentos en caída de hojarasca de más de un 50 por ciento, sin embargo, incluso estas diferencias duraron solamente por algunos meses. Aunque la composición del bosque también se sabe que cambió dramáticamente después del huracán Hugo (Scatena *et al.* 1996), estos cambios no fueron reflejados en cambios en los flujos de transcolación. La falta de relación con los cambios sucesionales del bosque y la semejanza entre los flujos de nutrientes en la transcolación en Bisley con otros sitios tropicales (Figura 10) sugiere que los procesos fisiológicos en el dosel y en las superficies de las hojas son más importantes que la composición de especies de árboles dosel para influenciar los flujos de nutrientes en la transcolación.

Durante una sequía, la transcolación y el flujo de nutrientes es menor. También la carencia del agua que se infiltra a través del dosel reduce las tasas de enriquecimiento de cationes y las sales de mar. En cambio, las sequías aumentaron las tasas de enriquecimiento de los componentes que se ligan fuertemente a los procesos biológicos a nivel del dosel y esto sugiere que las sequías reducen la capacidad del dosel de conservar nutrientes (Edwards 1982; Richardson *et al.* 2000; Tobón *et al.* 2004).

Al prevalecer en Bisley los vientos alisios que vienen del este, llegan hasta el dosel nubes con remanentes de cenizas del volcán Soufrière, de la isla Montserrat que está a 500 km al sur de Puerto Rico (Vogt *et al.* 1998). Sin embargo, los efectos del volcán son más pronunciados en los flujos de transcolación que en los flujos de la lluvia, lo que refleja la importancia de la deposición seca independiente de los eventos de lluvia.

Durante el período del estudio, hubo disminuciones pequeñas, pero estadísticamente significativas, en la lluvia, transcolación, el pH de la lluvia y los flujos de $\text{NH}_4\text{-N}$ y $\text{NO}_3\text{-N}$ en la lluvia. Sin embargo, ningunas de estas disminuciones eran grandes y no había cambios a largo plazo significativos en las entradas de otros nutrientes en la lluvia tampoco hubo cambios en el pH de la transcolación y de ninguno de los nutrientes en la transcolación. Asimismo, mientras que se observaron algunas diferencias en flujos nutrientes entre años, después de huracanes, sequías, erupciones volcánicas y de períodos con polvo del Sahara, estas diferencias fueron más pronunciadas con la lluvia que con la transcolación, las cuales fueron por periodos cortos. Había también algunas diferencias en la lluvia mensual entre Bisley y El Verde, aun cuando los sitios están a solo 12 kilómetros de distancia, cubiertos por bosques similares y la precipitación anual es similar. Estas diferencias se relacionan al parecer con la mayor exposición de Bisley a los vientos alisios del noreste ya que en contraste en El Verde los vientos adiabáticos de la tarde son más pronunciados (Odum y Pigeon 1970). Mientras que estas diferencias en patrones mensuales de la lluvia pueden ser estadísticamente significativas y localmente importantes, aparentemente no son tan grandes como para que biológicamente puedan causar cambios en el tipo de bosque de estas áreas.

Los niveles relativamente altos de interceptación de lluvia en bosques tropicales y el efecto de enriquecimiento del dosel, sugieren que los cambios de uso del terreno (como la remoción de cobertura de bosque) tendrán una mayor influencia en los ciclos de nutrientes y la hidrología en estos bosques. Las observaciones presentadas aquí indican que

los procesos físicos y biológicos que se asocian al proceso de paso de agua de lluvia por el dosel del bosque sirven de amortiguador de los ciclos de nutrientes internos del bosque por las variaciones en el clima. El dosel del bosque en Bisley es un filtro activo que influencia las variaciones semanales y anuales en las entradas de nutrientes con la lluvia.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue realizada bajo la propuesta BSR-8811764 del National Science Foundation al Instituto para los Estudios de Ecosistemas Tropicales, Universidad de Puerto Rico en Río Piedras y al Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, USDA Forest Service, como parte del programa de investigación ecológico a largo plazo (LTER) en el Bosque Experimental de Luquillo. F.N. Scatena, del Depto. Earth and Environmental Science, University of Pennsylvania y Miriam Salgado Herrera contribuyeron apoyo logístico. Evelyn Pagán, Tania del Mar López, Olga Ramos y Jorge Morales revisaron el manuscrito. Edward Camacho y los autores contribuyeron con fotos.

LITERATURA CITADA

- Asbury, C.E., W.H. McDowell, R. Trinidad-Pizarro y S. Berrios. 1994. Solute deposition from cloud-water to the canopy of a Puerto-Rican montane forest. *Atmospheric Environment* 28(10):1773-1780.
- Brouwer, L.C. 1996. Nutrient cycling in pristine and logged tropical rain forest: a study in Guyana. University of Utrecht. 224 pp.
- Bruijnzeel, L.A. 1989. Nutrient content of bulk precipitation in south-central Java, Indonesia. *Journal of Tropical Ecology* 5:187-202.
- Burghouts, T.B.A. 1993. Spatial heterogeneity of nutrient cycling in Bornean rainforest. Vrije University. p. 47-79.
- Burghouts, T.B.A., N.M. Van Stralen y L.A. Bruijnzeel. 1998. Spatial heterogeneity of element and litter turnover in a Bornean rainforest. *Journal of Tropical Ecology* 14:477-506.
- Cavelier, J., M. Jaramillo, D. Solís y D. de León. 1997. Water balance and nutrient inputs in bulk precipitation in tropical montane cloud forest in Panama. *Journal of Hydrology* 193(1-4):83-96.

- Chestnut, T.J., D.J. Zarin, W.H. McDowell y M. Keller. 1999. A nitrogen budget for late-successional hillslope tabonuco forest, Puerto Rico. *Biogeochemistry* 46(1-3):85-108.
- Clements, R.G. y J.A. Colón. 1975. The rainfall interception process and mineral cycling in a montane rainforest in eastern Puerto Rico. Páginas 812-823 *en* F. Howell, J. Gentry y M. Smith, editores. Mineral cycling in southeastern ecosystems. US Energy Research and development Administration, Washington, DC.
- Colón, J.A. 1987. Algunos aspectos de la climatología de Puerto Rico. *Acta Científica* 1(2-3):55-63.
- Covich, A.P., T.A. Crowl y F.N. Scatena. 2003. Effects of extreme low flows on freshwater shrimps in a perennial tropical stream. *Freshwater Biology* 48:1199-1206.
- Díaz, H.F. 1996. Precipitation monitoring for climate change detection. *Meteorology and Atmospheric Physics* 60:179-190.
- Edwards, P.J. 1982. Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea V. Rates of cycling in throughfall and litter fall. *Journal of Ecology* 70:807-827.
- Eklund, T.J., W.H. McDowell y C.M. Pringle. 1997. Seasonal variation of tropical precipitation chemistry: La Selva, Costa Rica. *Atmospheric Environment* 31(23):3903-3910.
- García Martinó, A. y A.E. Lugo. 1996. Cartilla del agua. *Acta Científica* 10(1-3): 90 pp.
- Hölscher, D., L. Köhler, C. Leuschner y M. Kappelle. 2003. Nutrient fluxes in stemflow and throughfall in three successional stages of an upper montane rain forest in Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 19:557-565.
- Holwerda, F., F.N. Scatena y L.A. Bruijnzeel. 2006. Throughfall in a Puerto Rican lower montane rain forest: a comparison of sampling strategies. *Journal of Hydrology* 327:592-602.
- Larsen, M.C. 2000. Analysis of 20th century rainfall and streamflow to characterize drought and water resources in Puerto Rico. *Physical Geography* 21(6):494-521.
- Liu, W.Y., J.E.D. Fox y Z.F. Xu. 2003. Nutrient budget of a montane evergreen broad-leaved forest at Ailao Mountain National Nature Reserve, Yunnan, southwest China. *Hydrological Processes* 17(6):1119-1134.
- Loescher, H.W., J.S. Powers y S.F. Oberbauer. 2002. Spatial variation of throughfall volume in an old-growth tropical wet forest, Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 18:397-407.
- McDonald, M.A. y J.R. Healey. 2000. Nutrient cycling in secondary forests in the Blue Mountains of Jamaica. *Forest Ecology and Management* 139(1-3):257-278.
- McDowell, W.H. 1998. Internal nutrient fluxes in a Puerto Rican rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 14:521-536.
- McDowell, W.H. y C.E. Asbury. 1994. Export of carbon, nitrogen, and major ions from three tropical montane watersheds. *Limnology and Oceanography* 39(1):111-125.
- McDowell, W.H., J.J. Cole y C.T. Driscoll. 1987. Simplified version of the ampoule-persulfate method for determination of dissolved organic-carbon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 44(1):214-218.
- McDowell, W.H., C. Ginés-Sánchez, C.E. Asbury y C.R. Ramos Pérez. 1990. Influence of sea salt aerosols and long range transport on precipitation chemistry at El Verde, Puerto Rico. *Atmospheric Environment* 24(A):2813-2821.
- NADP. 1984. Instruction manual. NADP/NTP site selection and installation. National Atmospheric Deposition Program, Natural Resources Ecology Laboratory, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA.
- Odum, H.T., y R.F. Pigeon, (editores). 1970. A tropical rain forest, US Atomic Energy Commission Washington, DC.
- Ortiz-Zayas, J.R., E. Cuevas, O.L. Mayol-Bracero, L. Donoso, I. Trebs, D. Figueroa-Nieves y W.H. McDowell. 2006. Urban influences on the nitrogen cycle in Puerto Rico *Biogeochemistry* 79:109-133.
- Ostertag, R., F.N. Scatena y W.L. Silver. 2003. Forest floor decomposition following hurricane litter inputs in several Puerto Rican forests. *Ecosystems* 6(3):261-273.
- Picó, R. 1975. Nueva Geografía de Puerto Rico. Editorial Universitaria, Universidad de Puerto Rico. 460 pp.
- Proctor, J. 2005. Rainforest mineral nutrition: the 'black box' and a glimpse inside it. Páginas 422-446 *en* M. Bonell y L.A. Bruijnzeel, editores. *Forests, water and people in the humid tropics*. Cambridge University Press.
- Prospero, J.M. y R.T. Nees. 1986. Impact of the North African drought and El Niño on mineral dust in the Barbados trade winds. *Nature* 320:735-738.
- Richardson, B.A., M.J. Richardson, F.N. Scatena y W.H. McDowell. 2000. Effects of nutrient availability and other elevational changes on bromeliad populations and their invertebrate communities in a humid tropical forest in Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* 16(2):167-188.
- SAS Version 9, SAS Institute 2003, Cary North Carolina USA.
- Scatena, F.N. 1989. An introduction to the physiography and history of the Bisley Experimental Watersheds in

- the Luquillo Mountains of Puerto Rico. New Orleans, Louisiana, USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 22 pp.
- Scatena, F.N. 1990. Watershed scale rainfall interception on two forested watersheds in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Journal of Hydrology* 113:89-102.
- Scatena, F.N., y M.C. Larsen. 1991. Physical aspects of Hurricane Hugo in Puerto Rico. *Biotropica* 23(4):317-323.
- Scatena, F.N., S. Moya, C. Estrada y J.D. China. 1996. The first five years in the reorganization of aboveground biomass and nutrient use following Hurricane Hugo in the Bisley experimental watersheds, Luquillo experimental forest, Puerto Rico. *Biotropica* 28(4):424-440.
- Schaefer, D.A., W.H. McDowell, F.N. Scatena y C.E. Asbury. 2000. Effects of hurricane disturbance on stream water concentrations and fluxes in eight watersheds of the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* 16:189-207.
- Schellekens, J., L.A. Bruijnzeel, F.N. Scatena, N.J. Bink y F. Holwerda. 2000. Evaporation from a tropical rain forest, Luquillo Experimental Forest, eastern Puerto Rico. *Water Resources Research* 36(8):2183-2196.
- Schellekens, J., F.N. Scatena, L.A. Bruijnzeel y A.J. Wickel. 1999. Modeling rainfall interception by a lowland tropical rain forest in northeastern Puerto Rico. *Journal of Hydrology* 225:168-184.
- Tobón, C., J. Sevink y J.M. Verstraten. 2004. Solute fluxes in throughfall and stemflow in four forest ecosystems in northwest Amazonia. *Biogeochemistry* 70:1-25.
- Veneklaas, E.J. 1990. Nutrient fluxes in bulk precipitation and throughfall in two montane tropical rain forests, Colombia. *Journal of Ecology* 78(4):974-992.
- Waterloo, M.J., L.A. Bruijnzeel, H.F. Vugts y T.T. Rawaqa. 1999. Evaporation from *Pinus caribaea* plantations on former grassland soils under maritime tropical conditions. *Water Resources Research* 35(7):2133-2144.

¿CUANDO PLANTAR ÁRBOLES EN LAS FINCAS?

Frank H. Wadsworth

(Voluntario retirado)

Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América

1201 Calle Ceiba, Jardín Botánico Sur, San Juan, Puerto Rico 00926-1119

Hace 70 años, los Servicios Forestales plantaban millones de árboles en la reforestación de las fincas abandonadas adquiridas para los Bosques Públicos. Como no fue práctico regar agua a los árboles recién plantados murieron muchos en tiempos del año de poca seguridad de lluvia. Para evitar esto un estudio produjo recomendaciones sobre el mejor tiempo para plantar en cada municipio y barrio (Marrero y Wadsworth 1958). Aceptaron los meses que reciben un promedio de por lo menos 15 cm de lluvia rodeados por meses antes y después con un promedio de por lo menos 10 cm de lluvia. Su observación, aunque aún así había meses anormalmente secos, aumentó la supervivencia de los árboles. Estas limitaciones aplican donde no hay planes de aplicar agua adicional. Los datos siguen con los meses enumerados.

ADJUNTAS – 5-11; **AGUADA** – (Atalaya, Cerro Gordo, Laguna, Naranjo, Mamey, Marías, Guanábano, Mal Paso – 5-10, otros – 7-10); **AGUADILLA** – 10; **AGUAS BUENAS** – 5-11; **AIBONITO** – 8-10; **AÑASCO** – 5-10; **ARECIBO** – (Garrochales, Hato Abajo, Cambalache, Islote, Santana, Factor – 11, Hato Arriba, Miraflores, Sabana Hoyos, Domingo Ruiz, Arenalejos, Tanamá- 9-11, Carreras, Dominguito, Arrozal – 7-11, Esperanza, Hato Viejo, Río Arriba – 5-11); **ARROYO** – (Palmas, Guácimas – 8-10, otros – 7-11); **BARCELONETA** – (Florida Adentro – 5-11, Florida Afuera – 9-11, otros – 11); **BARRANQUITAS** – 8-10; **BAYAMÓN** – (Nuevo, Dajaos – 5,7-12, otros – 5-12); **CABO ROJO** – (Boquerón, Pedernales, Llanos Costa, Llanos, Tuna – 9-10, otros – 6-10); **CAGUAS** – 5-11; **CAMUY** – (Piedra Gorda, Abra Honda,

Santiago – 8-11, Cibao, Quebrada – 5-11, otros – 11); **CAROLINA** – (Hoyo Mulas, Sabana Abajo, Cangrejos Arriba – 6-11; otros – 5-12); **CATAÑO** – 6-11; **CAYEY** – (Cercadillo, Lapa, Pasto Viejo, Pedro Ávila, Matón Arriba, Piedras – 8-10, Matón Abajo – 7-10, Jájome Bajo, Sumido, Toita, Rincón – 7-11, Jájome Alto, Culebras Alto, Culebras Bajo, Quebrada Arriba, Monte Llano – 6-11, otros – 5-11); **CEIBA** – (Machos, Guayacán, Quebrada Seca – 9-10, Saco, Daguao, Chupacallos - 8-11, Río Abajo – 5-11); **CIALES** – (Pozas, Jaguas – 5-12, otros – 5-11); **CIDRA** – (Honduras, Salto – 7-10, Toíta, Rabanal, Río Abajo, Sud, Rincón – 6-11, otros – 5-11); **COAMO** – (Los Llanos, San Ildefonso – 9-10, Coamo Arriba, Hayales, Pulguillas, bajo 700 m elevación en Pedro García – 5-11, otros – 8-10); **COMERIO** – (Piñas, Río Hondo – 7-10, Vega Redonda, Palomas – 7-11, otros – 7-12); **COROZAL** – 5, 7-12; **DORADO** – (Higuillar, Mameyal – 7-11, otros – 6-11); **FAJARDO** – (Cabezas, Quebrada Vueltas, Puerto Real, Sardinera, Emajagua – 9-11, Fajardo Norte, Fajardo Sur, Fajardo Oeste, Quebrada Fajardo, Florencio, Naranjo, Bajo 160 m de elevación en Río Arriba – 8-11, Sobre 160m elevación en Río Arriba – 6-11); **GUÁNICA** – 9-10; **GUAYAMA** – (Machete, Jobos, Guayama, Algarrobo – 9-10, Palmas, Pozo Hondo, Carmen, Caimital – 8-10, Guamaní – 7-11, Carite – 5-11); **GUAYANILLA** – (Consejo, Macaná, Llano, Barrero, Quebrada Honda, Sierra Baja – 7-10, Pasto, Jagua Pasto – 6-10, otros – 9-10); **GUAYNABO** – 5-12; **GURABO** – 5-11; **HATILLO** – (Bayeney, Aibonito – 5-11, Buenavista, Campo Alegre – 7-11, Naranjito, Corcovado – 10-11, Capaez, Carrizales, Hatillo – 11); **HORMIGUEROS** – 5-11; **HUMACAO** –

(Candelario Bajo, Buena Vista, Punta Santiago, Río Abajo – 6-11, otros – 5-11); **ISABELA** – (Arenales Altos, Galateo Alto, Planas – 7-11, otros – 10); **JAYUYA** – 5-11; **JUANA DÍAZ** – (Jacaguas, Guayabal, Collado – 8-10, Collores – 7-10, otros – 9-10); **JUNCOS** – 5-11; **LAJAS** – 9-10; **LARES** – 5-11; **LAS MARÍAS** – 5-11; **LAS PIEDRAS** – 5-11; **LOÍZA** – (Medianía Alta, Medianía Baja, Canóvanas, Torrecilla Baja, Torrecilla Alta, bajo 160m de elevación de Río Puerco – 8-11; otros – 5-12); **LUQUILLO** – (Juan Martín, Pitahaya, Mameyes I – 8-11; otros – 5-12); **MANATÍ** – (Tierras Nuevas Poniente, Tierras Nuevas Saliente – 11, Bajura Afuera, Pueblo Poniente, Pueblo Saliente – 10-11, Bajura Adentro, Coto Sur – 9-11, Río Arriba Poniente, Río Arriba Saliente – 8-11); **MARICAO** – 5-11; **MAUNABO** – (Bajo 160m elevación en Calzada y Emajagua – 6-11, otros – 5-11); **MAYAGUEZ** – 5-10; **MOCA** – 5-10; **MOROVIS** – 5-12; **NAGUABO** – (Daguao – 8-10, Santiago, Lima – 7-11, Húcares, Mariana, Río – 6-11, Peña Pobre, Duque, Maizales – 5-11, Río Blanco – 5-12); **NARANJITO** – 5, 7-12; **OROCOVIS** – (Ala de la Piedra – 5-11, Damián Arriba, Pellejas, Barros, Orocovis, Gato, Mata de Caña, Bauta Abajo – 6-12, Bermejales, Bauta Arriba, Sabana – 7-10, Botijas, Saltos – 6-10, Cacos, Collores – 5-12); **PATILLAS** – (Pollos, Bajo, bajo 160 m de elevación de Acaboa y Guardarraya – 7-10, otros – 5-11); **PEÑUELAS** – (Tallaboa Poniente, Tallaboa Saliente, Encarnación – 9-10, Barreal, Jaguas, Rucio – 7-10, otros – 8-10); **PONCE** – (Magueyes, Machuelo Arriba, Marueño, Quebrada Limón – 8-10, Monte Llano, Guaraguao, Mayaguez – 7-10; San Patricio, Anón – 5-11, otros – 10-11); **QUEBRADILLAS** – (San Antonio, Guajataca, Charcas – 8-11, otros – 11; **RINCÓN** – 7-10); **RÍO GRANDE** – (Herrera, Zarzal – 8-11, Ciénega Baja – 7-11; otros – 5-12); **RÍO PIEDRAS** – 5-12; **SABANA GRANDE** – (Santana, Tabonuco – 7-10, otros – 8-10); **SALINAS** – (Aguirre, Lapa, bajo 160 m de Quebrada Yeguas – 9-10, otros – 8-10); **SANGERMÁN** – (Cotuí, Maresúa, Ancones, Tuna, Minillas, Retiro – 7-10, Guamá, Sabana Eneas, Sabana Grande Abajo, Caín Alto, Caín Bajo – 6-10, otros – 5-10); **SAN JUAN** – 5-11; **SAN LORENZO** – 5-11; **SAN SEBASTIAN** – (Robles, Salto, Hoyas Malas, Hato Arriba, Guatemala, Cidral, Piedras Blancas, Culebrinas, Pozas, Sonador, Alto Sano – 5-10, otros – 5-11); **SANTA ISABEL** – 9-10; **TOA ALTA** – 5-12; **TOA BAJA** – (Candelaria – 6-12, otros – 7-11); **TRUJILLO ALTO** – 5-12; **UTUADO** – 5-11; **VEGA ALTA** – (Sabana – 9-11, Espinosa – 6-11, Cienegueta – 5-12, otros – 6-12); **VEGA BAJA** – (Yeguada, Puerto Nuevo – 11, Algarrobo, Cabo Caribe, Cibuco – 9-11, Ceiba – 7-11, Río Abajo, Pugnado Afuera – 8-11, otros – 6-12); **VILLALBA** – (Villalba Arriba, Vacas – 7-10, otros – 8-10); **YABUCOA** – (Camino Nuevo, Juan Martín, Yabucoa, Playa – 6-11, otros – 5-11); **YAUCO** – (Jácana, Barina, Susúa Baja – 9-10, Quebradas, Almácigo Alto, Susúa Alta, Almácigo Bajo, Caimito, Diego Hernández, bajo 160m de elevación de Algarrobo – 8-10, Sierra Alta, Buey, Vegas, Collores, sobre 160m de elevación de Algarrobo – 7-10, Aguas Blancas, Naranjo, Rancheras, Río Prieto, Frailes, Rubias – 6-10).

Reproducido de Marrero, J. y F. Wadsworth. 1958. Indicaciones para la repoblación forestal de las fincas de Puerto Rico. *The Caribbean Forester* 19 (3/4): 56-79.

CÓMO MANEJAR LOS BOSQUES ESTATALES

Frank H. Wadsworth
(Voluntario retirado)

Instituto Internacional de Dasonomía Tropical
Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América
1201 Calle Ceiba, Jardín Botánico Sur, San Juan, Puerto Rico 00926-1119

La relación entre el pueblo y los bosques es de provecho. Hemos usado su madera, sus fibras, su forraje, sus medicinas, su alimento, sus aves, su agua dulce, su sombra y su suelo (que es producto forestal) para la agricultura. Este último uso eliminó como 90 por ciento de los bosques. No obstante, nuestra dependencia de los bosques sigue aumentando. Puerto Rico hoy importa productos forestales anualmente que valen más de \$200 per cápita. A pesar de esta dependencia y los nuevos intereses en biodiversidad y en ecoturismo, la mayoría de los bosques que hoy cubren un tercio de Puerto Rico quedan sin manejo que mejora el bosque mismo.

El término “manejo forestal” se aplica a actividades que pueden contribuir pero, en sí, no constituyen el manejo. Por ejemplo:

- La prohibición de la extracción de madera o fauna
- La identificación de especies
- Las investigaciones ecológicas
- Los inventarios de biomasa, flora, o fauna
- La salvación de especies raras
- La plantación de árboles
- La construcción de caminos
- El fomento del uso recreativo forestal
- La planificación del manejo

El manejo forestal puede necesitar todas estas, pero exige algo más todavía. Presume algo irrefutable, que casi ningunos de los bosques en su condición actual ofrecen sus múltiples beneficios potenciales. Muchos son deficientes en

biodiversidad, algunos ni cubren el suelo, otros son hábitat inferior para la fauna, algunos le faltan la belleza de su potencial, y casi ninguno están produciendo madera útil. En sumo, el manejo forestal incluye la protección de lo que hay, la restauración de lo que había, y el mejoramiento de sus beneficios hasta un óptimo. Lo que se sabe de estos potenciales es incompleto pero es impresionante. Vamos a los detalles.

LA PROTECCIÓN FORESTAL

General

Retener a mano los documentos básicos informativos

La legislación sobre Bosques Estatales

Mapas de los terrenos del Bosque

Mapas topográficos del Bosque

Mapas y descripciones de los suelos

Descripciones de los tipos forestales

Manuales para la identificación de la flora y la fauna

Mantener el contacto con especialistas para consejo técnico

Envolver simpatía de los vecinos en la protección forestal

Mantener una campaña pública de conservación

Con los vecinos, los visitantes, y los estudiantes

Promover investigaciones para guiar la protección

Documentar la situación actual

Determinar tanta protección sea adecuada

Mejorar la eficiencia del mantenimiento

Buscar y preservar asientos de los indígenas

Localizar y proteger las especies raras

Disponer de los desperdicios correctamente
 Aguas negras, reciclar los sólidos
 Proteger el suelo con vegetación o estructuras
 Mantener protectivo el uso recreativo
 Mantener las facilidades actuales
 Monitorear la calidad y la salud de todo el
 Bosque
 Contra transgresiones humanas
 Mantener patrulla efectiva de todo el Bosque
 Evitar ocupación ilegal
 Mantener visibles y marcadas las
 colindancias
 Evitar explotación ilícita de plantas y animales
 Conocer locales y prácticas
 Evitar pastoreo
 Requerir cercados los animales vecinos
 Controlar incendios
 Motivar la prevención con vecinos y visitantes
 Organizar la supresión con/sin los bomberos
 Mantener una brigada vecina diestra
 Mantener accesible el equipo adecuado

LA RESTAURACIÓN FORESTAL

Envolver simpatía de los vecinos en la restauración
 Promover investigaciones para guiar la
 restauración
 Describir el Bosque anterior, la meta de
 restauración
 Prescribir prácticas para la restauración
 Restaurar la estabilidad del suelo
 Discontinuar usos erosivos en los declives
 mayores
 Restaurar la flora y la fauna
 Reforestar los terrenos deforestados
 Restaurar las especies que se volvieron raras
 Reintroducir las especies exterminadas
 Monitorear la restauración de la fauna
 Restaurar los bosques y facilidades usadas para
 recreo forestal

Restaurar y mostrar los asientos de los
 indígenas

EL MEJORAMIENTO FORESTAL

General

Lograr la simpatía de los vecinos en el
 mejoramiento
 Promover investigaciones para guiar el
 mejoramiento
 Determinar las metas, las condiciones óptimas
 Desarrollar las prácticas del mejoramiento
 Adquirir terreno adicional si hace falta

Mejora de la biodiversidad
 Aumentar la representación de las especies
 raras
 Introducir especies nativas adaptadas sin
 protección

Mejora del recreo forestal
 Identificar y mejorar sitios potenciales de recreo
 Desarrollar bosque y facilidades nuevas
 apropiadas
 Ofrecer actividades para visitantes

Introducir la producción de madera donde sea
 compatible
 Usar terrenos con declive de menos de 40 por
 ciento
 Mantener o mejorar el suelo y su productividad
 Preservar mezcla de especies sin perjudicar las
 raras
 Aumentar la productividad con liberación
 selectiva
 Aplicar la regeneración artificial si hace falta
 Minimizar el impacto ambiental al extraer la
 madera
 Aprovechar completamente lo producido

LA OTRA MITAD DE LA CONSERVACIÓN FORESTAL

Frank H. Wadsworth

(Voluntario retirado)

Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América

1201 Calle Ceiba, Jardín Botánico Sur, San Juan, Puerto Rico 00926-1119

ABSTRACT

The people of Puerto Rico have relied heavily on reservation to conserve natural resources needing protection. Protection was favored by natural reforestation of most of these reserves. These recovered forests, mostly of a few rustic tree species able to dominate exposed exhausted soils are less valuable as sources of conservation than those of the past. Since these reserves became forested at no human cost it is commonly assumed that without further cost they provide fully their potential conservation. It will take more than a generation for this to take place naturally. In the meantime Environmental values including absent species may be lost forever. If we want to see this other half of the conservation it is up to us. We must identify or introduce trees that provide the conservation wanted and provide them space to develop. This can soon restore fully the other plants, and the animals of the past. Proven practices serve as guides ready for application. Concurrently relevant studies can increase our knowledge of recovery.

RESUMEN

En Puerto Rico la conservación es la reservación de áreas a protegerse. Estas reservas se han cubierto con bosques gratuitamente y se presume que esto constituye la conservación forestal. No es así porque los terrenos reforestados eran tan degradados que los bosques son de pocas especies, sin la diversidad forestal de antes. Además no va a aparecer la biodiversidad de antes naturalmente pronto. Si queremos ver las reservas como antes, nos toca la otra mitad de la conservación. Envuelve la determinación de metas de conservación por cada reserva, la selección de los árboles que la favorecen, y liberarlos de sus competidores. Hay experiencia del pasado adecuada para empezar de aplicar prácticas. A la vez hace falta monitoreo científico concurrente para guiar el proceso.

INTRODUCCIÓN

El progreso de Puerto Rico en la conservación de los recursos naturales se puede juzgar por la extensión del terreno reservado para tal fin. Aunque la Isla ofrece solamente media cuerda por cada residente hay más de 100,000 cuerdas de naturaleza reservada (Puerto Rico Departamento de Recursos Naturales y Ambiente). Cuando algo natural

especial parece estar en peligro surge un clamor para que se le reserve. La defensa de las colindancias de las reservas ha envuelto hasta tiroteos.

La confianza del pueblo en que la reservación del terreno, en sí constituye su conservación descansa en la suposición de que así quedará protegida por bosques. El gobierno hasta plantó arbolitos en 20,000 cuerdas de fincas al reservarlas

(Marrero 1948, 1950). Otras reservas se han forestado de semillas traídas por el viento, las aves y los murciélagos. Esto, que casi satisfizo nuestra necesidad de reforestar mucho de la Isla, lo recibimos sin dar ni un tajo.

Las reservas forestadas como conservación

Siguiendo desde nuestras hamacas, podemos suponer que estos bosques gratuitos brindan todos los beneficios forestales de la conservación. Pero no fue tan fácil. Les dimos para la reforestación no las condiciones de los bosques anteriores sino suelos gastados, enroscados, cubiertos con matojo y expuestos totalmente al sol. Solo algunas especies de árboles rústicos pudieron reforestar esas condiciones (Marrero 1948, 1950). Estas especies y sus bosques secundarios que nos dieron eran capaces de ofrecer solamente los rudimentos de la conservación forestal del pasado. (Brandeis, Helmer y Oswalt 2007).

Como conservadores, casi todos de los bosques de las reservas actuales de Puerto Rico tienen uno o más de las deficiencias que siguen:

- Para la biodiversidad de antes, les faltan especies. En los bosques anteriores había más de 30 especies de árboles por cuerda que proveyeron los fundamentales de la sostenibilidad.
- Para las especies raras de plantas de antes, por su ausencia u opresión debajo o dentro del bosque aunque pueden tener valores importantes escondidos, pueden producir inspiración y son tanto como nosotros habitantes en nuestra porción del planeta.
- Para la fauna de antes, por falta de las condiciones de hábitat forestal necesarias para atraer y sostenerla.
- Para la conservación del suelo y agua de antes, por estar o demasiado abiertos para ofrecer protección completa de la fuerza de las lluvias o tan densos que no permiten debajo vegetación herbácea protectora del suelo superficial.

- Para la belleza natural de antes, por falta de su acceso, su reconocimiento, y su destacamiento.
- Para la capacidad de producir como antes, por falta de las especies anteriores ornamentales, medicinales, o maderables y las condiciones para su producción.

•

Todavía desde la hamaca, esperando la restauración igualmente gratuita de todas estas faltas puede tardar hasta siglos (Liebach 2008) mientras algunos valores que no pueden esperar desaparecen para siempre. Si de verdad queremos gozar del potencial de la conservación forestal en las reservas durante nuestras vidas la segunda mitad de la tarea que falta nos toca a nosotros.

Nuestra mitad de la conservación forestal

¿Qué podríamos hacer por los bosques reservados (y tal vez para otros dondequiera en la Isla) para mejorarlos como conservadores? Hay conceptos fundamentales de aceptar primero. En la naturaleza los bosques, compuestos de árboles todos buscando la luz, se densifican al punto que su desarrollo se estanca. Si por cualquier fin quisiéramos estimular cambios dentro de los bosques tenemos que mantener reducida su densidad. Pero como todos los árboles en los bosques actuales hacen alguna contribución, sea sombra, albergue para fauna o retención del suelo al reducir la densidad del bosque no se eliminan los árboles solo por ser menos queridos” al güi-pi-pío.” Al contrario, tenemos que buscar cuales de los árboles que sí queremos para identificar sus competidores, por ser solamente éstos que hay que eliminar.

Algunas prácticas forestales conservadores probadas podrían guiar nuestra mitad de la conservación forestal en las reservas:

- Retener siempre una sombra parcial para defender el sotobosque de un aumento abrupto de iluminación.
- Retener vegetación herbácea existente debajo de los árboles para retener el suelo superficial.

- Retener los arbolitos existentes para su posible contribución al bosque del futuro.
- Retener la hojarasca que amortigüe el impacto de la lluvia y alimenta el bosque.
- Seleccionar y marcar los árboles preferidos para los objetivos de la conservación.
- Incluir entre los árboles selectos por lo menos uno de cada especie presente.
- Estimular el desarrollo de los árboles selectos, eliminando sus competidores.
- Introducir arbolitos que favorecen la conservación debajo de las aperturas en el dosel donde había los competidores.
- Controlar periódicamente los competidores futuros de los árboles selectos.
- Registrar el progreso en la conservación.

La liberación de los árboles selectos de sus competidores

Para reducir la competencia excesiva alrededor de los árboles selectos se puede seguir la práctica ilustrada en la (Fig. 1) (Wadsworth 2000). Las categorías de diámetros y distancias son anchas para facilitar uso de la memoria en su reconocimiento. Esto define como competidores los árboles que según investigaciones cerca de El Yunque reducen su crecimiento (Fig. 2) (Wadsworth, Bryan, y

Figuroa). La eliminación de estos competidores estimula el crecimiento de los árboles selectos y produce aperturas en el dosel del bosque que iluminan la regeneración natural de arbolitos y la vegetación herbácea que protege y alimenta las aves. También favorece las plantas ornamentales, los bejucos, las epifitas, y las medicinales nativas de los bosques. Si los árboles competidores son de valor comercial, los pueden tumbiar cuidadosamente y utilizarlos. Si no tienen tal valor, los pueden capar (eliminar una banda de corteza) y dejarlos volver al bosque.

La plantación de los arbolitos selectos

Para la selección de especies de arbolitos para plantar debajo de claros en un bosque hay experiencia local. Información sobre las características de todas las especies de árboles a plantarse se encuentra en literatura abundante en las bibliotecas del país (Francis 1998, 2000, Marrero 1948, 1950).

- Lo más importante es su adaptabilidad al sitio, indicado o por su presencia allí actualmente, anteriormente, o según la literatura.
- Segundo es la contribución de la especie a la conservación buscada, como especie

FIGURA 1. Una guía para la liberación de árboles selectos sujetos a la competición excesiva. Distancias corresponden a un área basal máxima forestal de 25m²/ha.

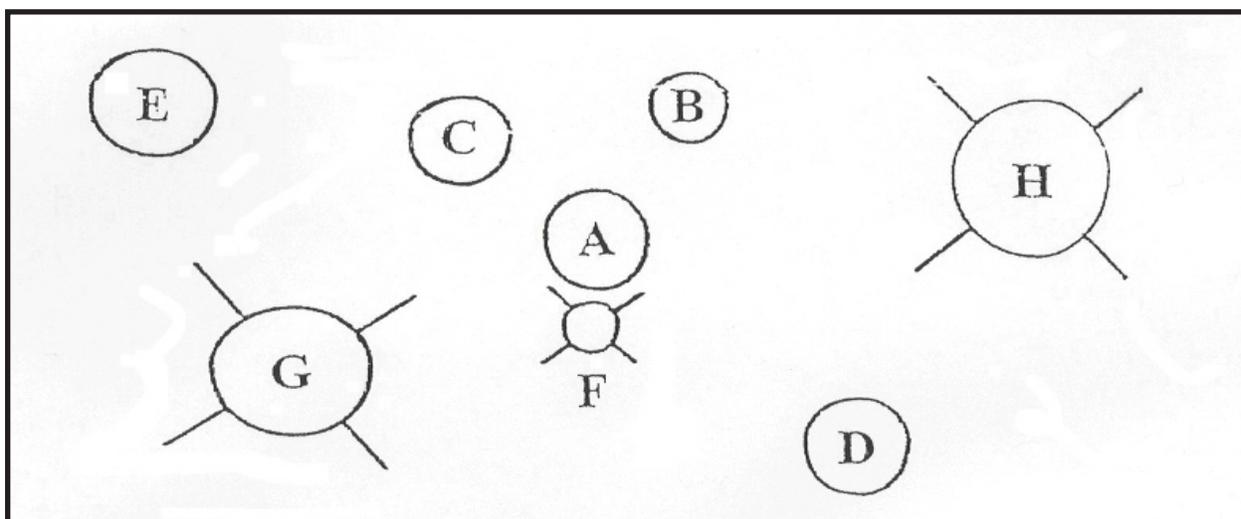
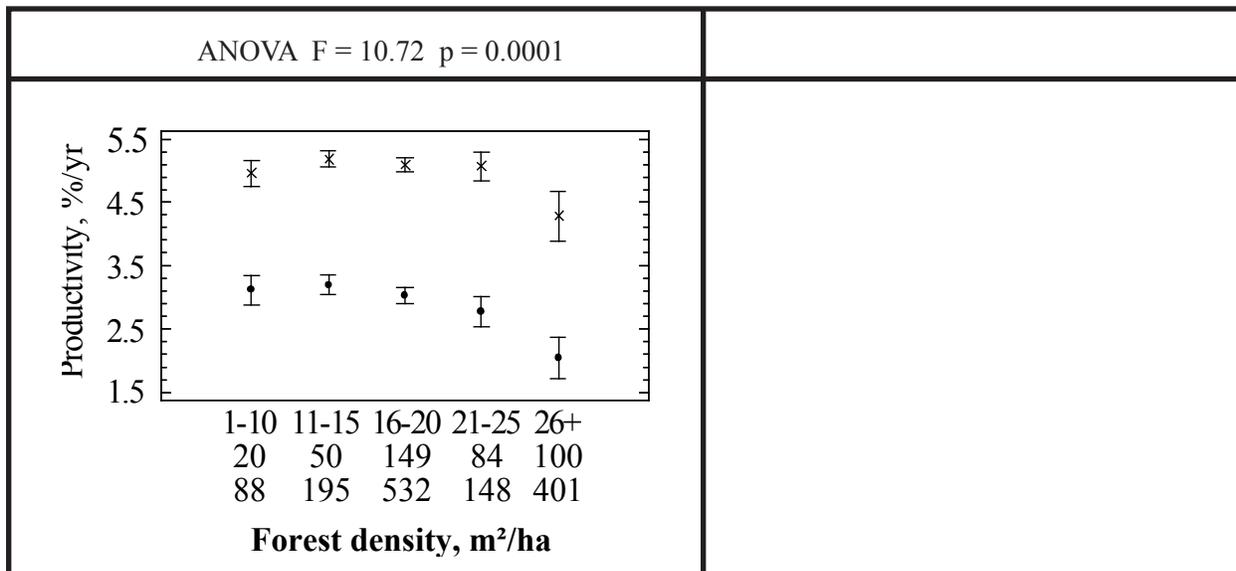


FIGURA 2. Productividad comparativa durante 24 años de 12 especies de los árboles rodeados por bosque de diferentes densidades en el Bosque Nacional de El Yunque. Productividad expresado en por ciento de aumento anual de área basal por árbol. Datos bajos por los promedios y los arriba para el 25 por ciento de los árboles de mejor productividad.



rara, favorita del las aves, bella, de madera buena, o simplemente ausente.

- Tercero, si hay opción, habría preferencia para especies de crecimiento rápido.

(inclusivos si hay en la faja adyacente de la parcela) y/o tumbarlos o anillarlos dejando los seleccionados libres.

Un ejemplo de la liberación

- Definir en un bosque inmaduro una parcela de 20 x 30m (60 x 90 pies) con bosque similar adyacente hasta 10m (30 pies). Marcar las esquinas con tubos y pintar los árboles de la orilla con verde hacia la línea, dentro o afuera.
- Seleccionar los árboles preferidos (biodiversidad, para aves, o madera) entre 10 y 25 cm dap (4-11”). Los más pequeños todavía están luchando por vivir. Los mayores se pueden considerar maduros ya. Seleccionar no más de 20 árboles en esta área, suficiente para dominar totalmente el bosque al llegar a los 30m dap (12”). Enumerar los árboles seleccionados para medir su crecimiento.
- Usando el esquema de la Figura 1, identificar los competidores de los árboles selectos

¿Porqué incluir la producción de la madera como conservación?

El fin de las reservas es más la preservación que la producción. Mucho del terreno reservado, por su clima mojado y topografía, hace la extracción de madera prohibitiva. Los bosques en el resto del terreno de las reservas, sea lo que sea su fin, continuamente produce madera y otros productos útiles. Algunas de las reservas, como El Yunque y los Bosques Estatales, fueron reservadas en parte para la producción de madera como demostración de la conservación económica para aplicación en los más extensos bosques privados.

Puerto Rico hoy es tanto o más dependiente de los productos forestales como eran los taínos. El flete solo de la importación de productos forestales a la Isla llega a más de \$100 millones anualmente y los productos importados valen como \$220 por persona por año (Puerto Rico Junta de

Planificación). Un cuarto de esto es de maderas nativas de Puerto Rico o que se podrían producir y procesar aquí. El inventario forestal de Puerto Rico en el 2003 encontró comúnmente 25 especies de árboles maderables nativos y estimó que hay hoy 150,000,000 de árboles de estas especies en la Isla (Brandeis, Helmer, y Oswalt 2007). Técnicas modernas de extracción de madera ya aplicadas en otros países tropicales reducen los impactos a un nivel consistente con la conservación. Los primeros beneficiarios de tales productos locales serían los mil artesanos actuales que hoy buscan la madera, capaces de aumentar su valor 100 veces.

Unas investigaciones pertinentes

No sabemos todo de cómo lograr y sostener un maximizo de la conservación de los bosques en las reservas. Las siguientes investigaciones podrían aumentar este conocimiento:

- Establecer por cada reserva metas de conservación forestal con criterios comparativos para grados de su logro.
 - Los valores físicos
 - Las especies de conservar
- Identificar dentro de cada reserva las áreas que más se beneficiarían y más promoverían el mejoramiento del su capacidad para la conservación.
- Determinar por cada reserva las densidades y composición forestal que estimularían el cumplimiento de las metas de conservación.
- Determinar por cada reserva las condiciones críticas y óptimas del albergue y alimento para la fauna.
- Desarrollar prácticas para la propagación de las especies raras de plantas y su establecimiento en las reservas.
- Determinar los límites de la intensidad de distintas actividades del uso humano de las reservas consistentes con las metas de la conservación.
-

RECONOCIMIENTOS

La revisión constructiva del texto fue hecho por la Sra. Gisel Reyes, Bibliotecaria del Instituto Internacional de Dasonomía Forestal.

REFERENCIAS

- Brandeis, T.J., E.H. Helmer, y S.N. Oswalt. 2007. The status of Puerto Rico's forests, 2003 Asheville, North Carolina, Departamento de Agricultura de los EE.UU., Servicio Forestal Resource Bulletin SRS-119, 72 p.
- Francis, J.K. 1998. Tree species for planting in forest, rural and urban areas of Puerto Rico. Río Piedras, Puerto Rico. Departamento de Agricultura de los EE.UU., Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, General Technical Report IITF-382 p.
- Francis, J.K. y C.A. Lowe. 2000. Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. Río Piedras, Puerto Rico. Departamento de Agricultura de los EE.UU., Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, General Technical Report IITF-15. 582 p.
- Liebsch, Dieter., *et al.* 2008. How long does the Atlantic rain forest take to recover alter a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. *Biological Conservation* 141(6):1717-1725.
- Marrero, J. 1948. Repoblación forestal en el Bosque Nacional del Caribe de Puerto Rico experiencias en el pasado como guía para el futuro. *The Caribbean Forester* 9(2):148-213.
- Marrero, J. 1950. Results of forest planning in the Insular Forests of Puerto Rico *The Caribbean Forester* 11(3):107-147.
- Puerto Rico, Departamento de Recursos Naturales y Ambiente, estadísticas de las reservas.
- Puerto Rico, Oficina del Gobernador, Junta de Planificación, 2004-2006, estadísticas sobre importaciones a Puerto Rico.
- Wadsworth, Frank H. 2000. Producción forestal para América Tropical, Departamento de Agricultura de los EE.UU., Servicio Forestal, Manual de Agricultura 710-S 603 p.
- Wadsworth, F.H., B. Bryan, y J.F. Figueroa. Cutover tropical forest productivity potential merits assessment (en imprenta).

ACTA CIENTÍFICA is the multidisciplinary journal of the Puerto Rico Science Teachers Association. ACTA publishes research papers in any scientific field, i.e. physics, chemistry, biochemistry, botany, zoology, ecology, biomedics, medicine, behavioral psychology, pharmaceutical technology, and/or mathematics. An *article* describes a complete and definite study. *Notes* describe a complete project, shorter, and usually referring to original findings or important modifications of previously described techniques. *Essays* discuss general scientific problems but are not based on original experimental results. *Reviews* discuss the most recent literature on a given subject.

Manuscripts should be sent in triplicate to the Editor, who will submit them for review to a referee in the field of science involved. Acceptance of papers will be based on their scientific content and presentation of material according to ACTA's editorial norms. Manuscripts can be presented in English or Spanish. Papers submitted for publication should be concise and appropriate in style and use of abbreviations. Submission of a manuscript implies it has not been published nor is being considered for publication by any other journal.

Ariel E. Lugo
Editor Acta Científica
International Institute of Tropical Forestry
USDA Forest Service
PO Box 25000
Río Piedras, Puerto Rico 00926-1119

In order to ensure due consideration to each manuscript, authors are advised to consult the following INSTRUCTIONS TO AUTHORS.

- Manuscripts should be accompanied by a summary in Spanish and an abstract in English, double-spaced and on separate pages, headed by the complete title of the paper translated into English/ Spanish in each case. The title should be informative and short, generally no longer than 12 words; a shorter title (no more than 40 letters) in the paper's original language should be included for use as a running head.
- Figures and photos should be identified on the reverse side by sequential number, first author's name, and manuscript title. A list of figures with corresponding legends should be typed double-spaced on separate pages.
- Tables should be typed double-spaced, presented on separate pages, numbered consecutively, have a short title, and be precise. Do not repeat the same material in figures and tables.
- Authors should use the metric system for their measurements. Consult the International System of Units (SI) as a guide in the conversion of measurements. When preparing text and figures, note in particular that SI requires: (1) the use of the terms "mass" or "force" rather than "weight"; (2) when one unit appears in a denominator, use the solidus (e.g. g/m²); for two or more units a denominator, use one solidus and a period (e.g. g/m².d); (3) use the capital "L" as the symbol for litre.
- Assemble the parts of the manuscript in this order: title page, abstract, text, acknowledgements, literature cited, appendices, tables, figure legends, and figure. Number all pages.

We recommend authors accompany the manuscript text with a list of all appendices, figures, photos, tables, etc.

ACTA provides authors with 25 reprints of each article, free of cost. Additional reprints can be ordered at the time of receiving the galley proofs.

The Editor is responsible for unsigned comments and editorials. The Science Teachers Association of Puerto Rico does not necessarily agree with any opinions expressed in ACTA nor do these opinions represent those of any individual member. Readers are cordially invited to make comments by sending letters to the Editor. This journal serves no commercial interest and does not provide economic benefit to its editors.

Presencia del café (<i>Coffea arabica</i>) en el acontecer histórico de Puerto Rico	43
<i>Carlos M. Domínguez Cristóbal</i>	
Apuntes en torno a la utilización de las especies arbóreas nativas en las artesanías en Puerto Rico	47
<i>Carlos M. Domínguez Cristóbal</i>	
Landscape change and Ecological Corridors in Puerto Rico: Towards a master plan of ecological networks	57
<i>José Juan Terrasa-Solor</i>	
Comparación de método de muestreo en bosques secundarios aluviales: parcela vs. Punto-cuadrante	63
<i>Oscar J. Abelleira Martínez y Daniel Y. Colón González</i>	
Patrones de lluvia, transcolación y flujo de nutrientes en las cuencias de Bisley, Bosque Experimental de Luquillo, Puerto Rico	67
<i>Tamara Heartsill Scalley, Carlos R. Estrada Ruiz y Samuel Moya</i>	
NOTAS	
¿Cuándo plantar árboles en las fincas?	89
<i>Frank H. Wadsworth</i>	
Como manejar los bosques estatales	91
<i>Frank H. Wadsworth</i>	
La otra mitad de la conservación forestal	93
<i>Frank H. Wadsworth</i>	

