ACTA CIENTÍFICA

ASOCIACIÓN DE MAESTROS DE CIENCIA DE PUERTO RICO

VOL. 21 NÚMS. 1-3, 2007 ISSN. 1940-1148

Acta Científica

ASOCIACIÓN DE MAESTROS DE CIENCIA DE PUERTO RICO

Editor
Ariel E. Lugo

Editor de producción
Evelyn Pagán

Oficial administrativo
Mildred Alayón

Lector
Jorge Morales

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:

- 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/m^2); para dos o más unidades en un denominador, use el sólido y un decimal (e.g., g/m^2 .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.

PORTADA

Planta de yuca (*Manihot esculenta*) según grabado del siglo 18, en Gade 2003.

EDITORIAL

Este volumen de **Acta Científica** contiene varios artículos de tres contribuyentes prolíficos de esta revista. A saber: el historiador forestal Carlos M. Domínguez Cristóbal y los doctores Francisco Watlington y Frank Wadsworth. En conjunto, estos autores nos presentan interesantes artículos de corte científico pero con un sesgo histórico muy importante. Tratan asuntos tan variados como la celebración de la obra de dos importantes contribuyentes a las ciencias aplicadas en Puerto Rico: el Dr. George Wolcott y José Marrero; un listado de fechas importantes en la historia forestal de Puerto Rico y estimulantes ideas sobre plagas, el casabe y los taínos de Puerto Rico. Además, este volumen contiene trabajos y resúmenes de trabajos sobre el karso de Puerto Rico. Estos estudios se presentaron en un simposio sobre el karso en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. Las páginas de **Acta Científica** están a la disposición de aquellos que auspician simposios y actividades científicas donde se presentan trabajos de suficiente calidad que justifica su publicación. El objetivo de **Acta Científica** es el difundir los resultados de la actividad científica en beneficio de la educación de ciencias en Puerto Rico. Aprovechamos esta oportunidad para anunciar que todos los números de Acta Científica, 21 volúmenes hasta el momento, están disponibles electrónicamente en: http://www.tropicalforestry.net/ Escriba la palabra Acta en el encasillado de búsqueda, oprima "go" y podrá ver todos los números disponibles.

Ariel E. Lugo
Editor

ASOCIACIÓN DE MAESTROS DE CIENCIA DE PUERTO RICO
JUNTA DE DIRECTORES 2009-2010

Presidente	Dr. Ricardo J. Morales
Presidente electo	Carlos Ayarza
Presidenta saliente	Profa. Egda Morales
Secretario	Prof. Daniel Vázquez
Secretaria ejecutiva	Laura Ortiz
Tesorera	Myrna Labrador
Subtesorero	Elliot Velázquez

REPRESENTANTES DE CAPÍTULOS REGIONALES

Arecibo	Profa. Mayra Colón
Bayamón	Profa. Carmen G. Martínez
Humacao	Áquila Lebrón

MIEMBRO EX-OFICIO

COLABORADORES
Profa. Nilda Doris Ramos

ASESOR
Dr. Ariel E. Lugo
Profa. Carmen Varela

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

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

www.amcpuertorico.org **info@amcpuertorico.org**

Acta Científica 21(1-3):3-10, 2007

CASABE Y CAPACIDAD DE CARGA EN BORIKÉN AL QUINTO CENTENARIO DEL OCASO TAÍNO

Francisco Watlington Linares
Catedrático de Geografía
Universidad de Puerto Rico, Río Piedras 00932

RESUMEN

La población aborigen de Puerto Rico en la antesala de la conquista española ha sido tradicionalmente subestimada por historiadores, no obstante las observaciones de cronistas tempranos cuyos informes de altas densidades de asentamiento se han atribuido a la exageración interesada. Sin embargo, un análisis multidisciplinario de capacidad de carga geográfica sugiere que la población nativa rebasaba los límites de subsistencia sostenible y se acercaba el colapso demográfico. La invasión catalizó el colapso y ocupó un paisaje extensamente empobrecido por deforestación y erosión.

ABSTRACT

The indigenous population of Puerto Rico at Contact has been traditionally underestimated by historians, despite the observations by early chroniclers who reported a high settlement density, disregarded by critics as self-serving exaggerations. However, a multidisciplinary analysis of geographical carrying capacity suggests that the native population teetered on the verge of collapse from subsistence resource exhaustion when the Spanish intrusion pushed it over the edge.

INTRODUCCIÓN

Gran parte de la población taína de la Isla desapareció entre el pasaje de Cristóbal Colón en 1493 y el comienzo de la ocupación española definitiva por Juan Ponce de León en 1508, quince años más tarde. En contraste con La Española y otros arribos tempranos (Cook y Lovell 1992; Smith 1994), el impacto epidemiológico y ecológico de la conquista fue mitigado en Puerto Rico por haber sido anticipado durante una generación antes de la invasión. La población indígena tuvo tiempo y distancia para recomponerse de la influenza porcina introducida por Colón a La Española en su segundo viaje (Guerra 1985, 1986), con las altas tasas de morbilidad y mortalidad típicas de epidemias de "suelo virgen" (Cohen 1989).

La pestilencia probablemente llegó a Puerto Rico debilitada por distancia, mutación y mestizaje. La ola de avance del patógeno habría acompañado la multitud desesperada, algunos ya infectados, que huían de La Española. Procurando refugiarse entre su parentela boricua, los que ya estaban enfermos propagaron el contagio que devastaba su patria. Sin embargo, entre los fugitivos venían muchas mujeres preñadas por los invasores, madres prospectivas de la primera generación de mestizos con suficiente resistencia genética paterna para asegurar la continuidad de la población autóctona.[1] Concurrentemente, según el mal se extendía, perdía

[1]La inseminación masiva no fue necesariamente producto del estupro y la violencia. Como señala Ricardo Herren (1991), las sociedades amerindias valoraban la libre entrega sexual femenina por su importancia social y reproductiva.

virulencia mediante selección adaptiva, tornándose más benigna.

La recuperación de la población nativa de la peste introducida ocurrió en un ambiente socio-ecológico imperturbado por el embate directo de la colonización. Es probable que gran parte de la población original de Puerto Rico haya sobrevivido hasta la usurpación de 1511-1512 (Sued Badillo 2001), una generación después de la toma de posesión por Colón. En 1508 el cacique mayor de la densamente habitada costa sur y oeste, optó por el vasallaje. Siguiendo el protocolo taíno del *guatiao* intercambió su nombre, Agüeybaná, por el del adelantado Ponce, perpetuando así el topónimo de su sede territorial, hoy día la ciudad señorial del sur de Puerto Rico. Los abusos del sistema de encomiendas pronto dieron al traste con la alianza, seguido de sublevación, represión y una prolongada resistencia guerrillera por al menos una década (Anderson Córdova 2005; Sued Badillo 2008).

Durante el primer cuarto de siglo de la colonia, el reemplazo de una economía de subsistencia por una de explotación mercantilista de recursos, con la transformación de campos de cultivo en dehesas ganaderas, bastan para explicar el éxodo a Suramérica (Vázquez de Espinosa 1629). No obstante, la explotación desmesurada de los nativos disminuiría tras la conquista de Méjico en 1521, con la partida de muchos encomenderos llevando consigo sus indios a destinos continentales más prometedores. Un remanente de indios locales designados "de encomienda" en el censo esclavista de Lando en 1532 (Damiani Cósimi 1994) excluye probables núcleos de indígenas hispanizados que la toponimia de asentamientos con nombres aborígenes sugiere estaban diseminados por todo el país.[2]

[2]Al hacerse evidente la magnitud del incipiente imperio colonial español, fue necesario redefinir a Puerto Rico como bastión estratégico de su circuito mercantil. La población indígena que quedaba adviene a consideración oficial como cimiento de una población capaz de resistir la invasión extranjera. Así se explica el temprano deslinde del "Distrito militar especial de Caguas - Buena Vista" (Salvador Padilla, comunicación personal) cuyo perímetro costero desplegaba una cadena defensiva de asentamientos con topónimos taínos: Naguabo, Humacao, Yabucoa, Maunabo y Guayama; con el correr del tiempo elevados a categoría de pueblo.

El Problema

El drástico declive histórico de la población taína parecería desmentir los indicios de que el Borikén se contaba entre las islas caribeñas más densamente pobladas a la llegada de los españoles. Aunque documentos censales de primera mano aún no han sido encontrados, se sabe que los conquistadores, a fin de aprovechar la fuerza laboral nativa, desarrollaron registros geográficos de hombres jóvenes para el repartimiento de mano de obra en las *encomiendas* (Sauer 1966). Así, un siglo más tarde el pesquisador enviado por la Corona, Vázquez de Espinosa (1629), citaría una población estimada de 600,000 "indios", sin contar mujeres, niños y probablemente ancianos.[3] Añadiendo el mismo número de mujeres resulta en una población adulta "hábil" de 1.2 millones.

Sin embargo, al incluir los niños se obtiene una población total impresionante de 3.6 millones. Tal resultado no debe sorprender si se tiene en cuenta la elevada mortalidad infantil, que según estimación experta habría promediado alrededor del 50 por ciento (Cohen 1989; Curet 2005). Por consiguiente, a fin de mantener una población estable, que ni decrece ni aumenta significativamente, cada mujer de edad reproductiva habría parido no menos de cuatro hijos para asegurar que al menos dos alcanzarían la edad de reemplazo generacional.[4] Por tanto, al añadir 2.4 millones de párvulos al subtotal de 1.2 millones de adultos se obtiene la suma de 3.6 millones de personas, más o menos el mismo número de residentes de Puerto Rico al comienzo del milenio actual.[5]

[3]En La Española, según Vázquez de Espinosa, habían 1.8 millones de "indios", sin contar ancianos, mujeres y niños. Por ende, la población total habría sumado 11.2 millones, tres veces la de Borikén, lo que parece ser proporcional al área más cultivable del vecino país.

[4]Según observó Colón (Varela y Gil 1992), la población adulta era joven, con edad promedio aparente de unos treinta años. Según Las Casas (citado en Sauer 1966), las mujeres tenían de tres a cuatro hijos. Ambos datos cuadran con la hipótesis aquí esbozada.

[5]Con la salvedad de que se trata de "pirámides" demográficas muy distintas.

Trasfondo Histórico

La cronología de intentos por historiadores y otros por estimar el tamaño de la población aborigen original de Puerto Rico ha sido exhaustivamente reseñada por Moscoso (2008), quien inexplicablemente hizo mención omisa del profundo análisis paleodemográfico de Curet (2005). Según constado por Moscoso, muchos historiadores han rechazado la existencia y subsecuente extinción de la multitudinaria población indígena de Puerto Rico postulado por Vázquez de Espinosa, quien se alega citaba un estimado exagerado propuesto por Las Casas.

Por ejemplo, al filo del siglo 20 Salvador Brau, precursor de la historiografía antropológica, declaró (Brau 1907, 133-134):

"La producción del país en el estado de incipiente cultura en que se hallaba no hubiera permitido llenar las necesidades de alimentación en 600,000 almas que corresponden aproximadamente, a las dos terceras partes del actual censo." Brau fue el primer investigador moderno que intentó desmentir con argumento lógico el estimado de población nativa establecido por Vázquez de Espinosa, aunque lo haya interpretado incorrectamente. Finalmente preguntó retóricamente: (Brau 1894, 310):

"¿Ha calculado alguno el número de cepas de yuca que ha de cultivarse para sustentar a medio millón de personas?"

Brau no intentó hacer el cálculo. Tampoco lo han intentado los estudiosos que han aceptado la posición de Brau sin analizarla (Moscoso 2008). Pocos han ensayado enfoques metodológicos alternativos como el que elabora Moscoso, quien propone una población hipotética de 110,000 indios al combinar una lista de caciques reconocidos, según su rango, con estimados documentales del tamaño probable de sus aldeas (Moscoso 2008). Sin embargo, Moscoso explícitamente rechaza la sinonomía colonial de "indio" como "cabeza de familia" que postula Las Casas (1965) [1535/1548], por implicar una suma "inaceptable" de 330,000 taínos, según su propia contabilización del tamaño de las aldeas (Ibid. p. 224).

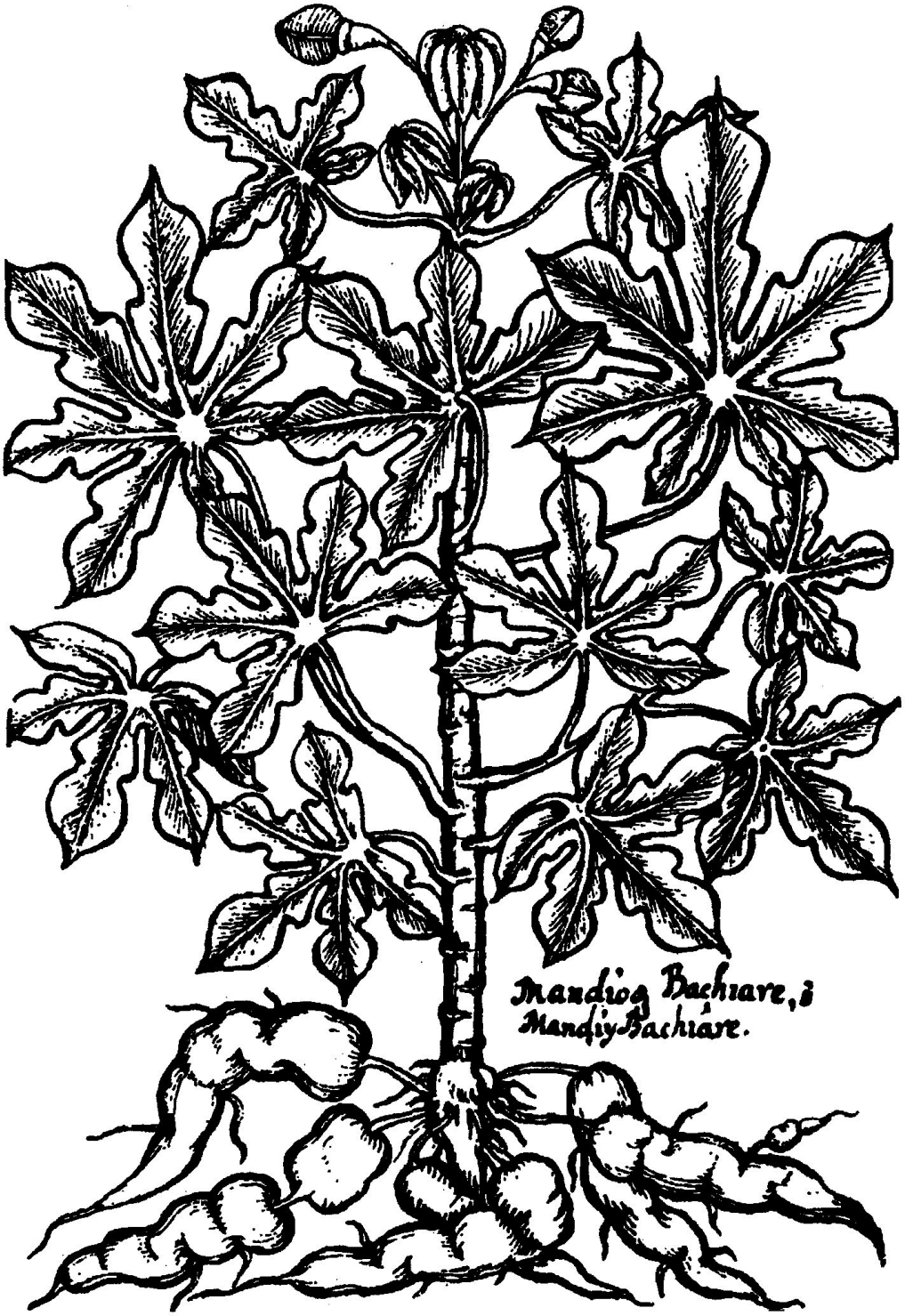
Método del Análisis

El estimado de población endémica anotado por Vázquez de Espinosa puede ser evaluado calculando el consumo total del cultivo básico de la subsistencia taína: la yuca y determinar el área agrícola necesaria para su producción. Del análisis se puede inferir la antigua capacidad de carga de la tierra cultivable de Puerto Rico. La yuca o mandioca (*Manihot esculenta*) es el tubérculo que proveyó el alimento que sostenía las densas masas poblacionales de las antillas del encuentro hispánico según consta en el registro histórico (Figura 1).

La yuca produce más biomasa alimenticia por unidad de área agrícola que cualquier cereal. Actualmente la productividad mundial del tubérculo promedia unas 11 toneladas métricas por hectárea, aunque ha alcanzado de 80 a 100 toneladas por hectárea en siembras experimentales (Taylor *et al*. 2004). Su rendimiento calórico es hasta cuatro veces mayor que el arroz o el maíz, alcanzando 250,000 calorías por hectárea (De Vries, Ferwerda y Flach 1967). La yuca es el sexto cultivo alimenticio mundial detrás de las papas y representa la subsistencia básica para más de 700 millones de personas (Marcon, Avancini y Amante 2007).

La productividad actual de la yuca en países circuncaribeños, incluyendo a Costa Rica, Nicaragua, Jamaica y República Dominicana alcanza de 15 a 20 toneladas métricas por hectárea, de 75 por ciento a 100 por ciento por encima del promedio mundial (Hershey *et al*. 1997). La región antipodal que comprende el sur de Brasil, Paraguay y el norte de Argentina es igualmente productiva, rebasando la producción total de Brasil (Gade 2003). Se ha señalado que la amplitud latitudinal de la duración del día, que aumenta hacia la periferia de la zona tropical, es un parámetro fenológico crítico de *Manihot esculenta*, correlacionado positivamente

Figura 1. Planta de yuca (*Manihot esculenta*) según grabado del siglo 18, en Gade 2003.



con el aumento de productividad (Gade 2003; Watlington 2003).

Aunque la yuca es procesada de formas diversas, se ha constatado que el pan-galleta conocido como "casabe" era la provisión básica de las antillas pre-colombinas (Watlington 2003). El rendimiento de casabe equivale al 33 por ciento del peso de la yuca fresca (Hillocks, Thresh y Bellotti 2002). Por consiguiente, asumiendo una cosecha de tubérculo de 15 toneladas por hectárea, se habría dado un rendimiento estimado de casabe de unos 5,000 kilos (5 toneladas métricas) por hectárea en el antiguo Borikén.

Al presente, pocas regiones del mundo dependen tanto del pan casabe que el consumo por persona alcance un kilogramo diario. La excepción más notable parece ser en África occidental donde el consumo de *gari,* una harina fermentada de casabe, ha excedido los 300 kg por persona al año (Jones 1959). En América el nivel mayor de consumo ocurre en Paraguay donde alcanza 340 kg por persona anualmente (Hershey *et al*. 2000). En el siglo dieciséis el colonizador y cronista Bartolomé de Las Casas ofreció un estimado más módico por la mitad de semejante consumo, o sea, alrededor de medio kilo (una libra) diario por adulto (Casas, 1967). Asumiendo un ciclo anual de producción, una hectárea de yuca habría suplido suficiente casabe para alimentar 27 personas (dos niños = un adulto). Por tanto, una población equivalente a 2.4 millones de "adultos" habría requerido menos de 90,000 ha de conucos (plantaciones) de yuca.

Puerto Rico con Vieques comprende un territorio de cerca de 9,000 km^2 ó 900,000 ha, de las que se estima el 60 por ciento es cultivable (López Marrero y Villanueva Colón 2006). El 40 por ciento de dicha área, 216,000 ha, se considera de mayor potencial agrícola. Así, la población taína hipotética habría requerido menos de la mitad (41.6 por ciento) de la mejor tierra para el sustento básico. No obstante, además del área en conucos de yuca, habría que añadir un área comparable en barbecho, así como tierras adicionales dedicadas a siembras complementarias como batatas, yautías, maíz, y huertos de frutales y palmeras selectas (Watlington 2003).

DISCUSIÓN

Ha sido ampliamente documentado que las poblaciones indígenas en regiones apartadas del mundo eran mucho mayores antes de que la expansión europea post-colombina menguara sus números (Crosby 1972, 1986; Butzer 1992). No obstante, diversas sociedades agrarias densamente pobladas mantienen su viabilidad en Asia, África y América (Weischet y Caviedes 1993). Además, algunos países modernos que heredaron elevadas densidades pre-industriales han desarrollado sistemas agro-industriales muy productivos, análogos al que tuvieron los taínos, en que materias primas agrógenas son transformados en productos almacenables mediante insumos fabriles, generando actividades económicas colaterales (Watlington 1974; Dufour, O'Brian y Best 1996).

A fin de cuentas, si la población nativa derivable del estimado de Vázquez de Espinosa es confiable, la Isla habría estado poblada al margen extremo de su capacidad de carga, con toda su tierra más productiva utilizada de alguna manera. Por cierto que otros recursos deben tomarse en cuenta. Los ríos, humedales y aguas costeras habrían contribuido la mayor parte de la nutrición proteica, complementando los alimentos calóricos de la agricultura (Watlington 2003; Newsom y Wing 2004). ¿Qué impacto ambiental y humano habría resultado de la presión poblacional sobre los recursos geográficos disponibles?

A todas luces los taínos de la prehistoria tardía sufrían grave estrés nutricional, según el diagnóstico de osamentas halladas en dos sitios arqueológicos distantes entre sí, Paso del Indio y Punta Candelero, por el paleopatólogo Edwin Crespo Torres (2008). Sus hallazgos confirman otros estudios que indican una mortalidad infantil de alrededor del 50 por ciento y una expectativa de vida adulta de 30 a 35 años (Curet 2005; Watlington, datos sin publicar). Más

aún, los muy jóvenes y adolescentes eran el grupo más afligido por las consecuencias patológicas de la malnutrición.

Fuentes diversas proveen evidencia circunstancial de un paisaje taíno extensamente desmontado, no muy distinto del aspecto deforestado que presentaba la ruralía del país durante la primera mitad del siglo 20.[6] Las semillas que más abundan en las muestras arqueobotánicas taínas son los de guayaba (*Psidium*), algodón (*Gossypium*) y otras especies arbustivas útiles que brotan espontáneamente en terrenos recién cultivados y luego dejados en "reposo" o barbecho por unos años (Newsom y Wing 2004; deFrance y Newsom 2005). La necesidad de leña como combustible para tostar el casabe y cocinar y de madera para construcción, al igual que la práctica de cazar jutías y preparar el terreno para conucos quemando los yerbazales, habían transformado vastas áreas de La Española y Puerto Rico en *sabanas* (palabra taína) según observó antes que nadie Cristóbal Colón (Varela y Gil 1992).

Los conucos quemados y sabanas antropogénicas abandonados por los taínos fomentaron la proliferación cimarrona de los ganados introducidos (vacas, caballos, cabros y cerdos) que mantenían el paisaje de sabana mediante el rastrojeo y holiqueo continuo. En adelante surgiría una economía de hatos ganaderos cuya prepotencia fue adversa al desarrollo agrícola y poblacional hasta entrado el siglo 18 (Moscoso 1997).

CONCLUSIÓN

A fin de cuentas, la ingenua visión romanticista de un retablo pintoresco de bohíos y aldehuelas dispersos en una floresta prístina, es tan inválido para Puerto Rico como para el resto de la América precolombina (Denevan 1992). En réquiem por los taínos se debe reconocer que de la división de trabajo requerido para el cultivo, procesamiento y distribución de productos alimenticios derivados de la yuca emergía un orden social sofisticado comparable a las grandes culturas pre-hispánicas de las Américas en su etapa formativa y cuyo desarrollo también evidenció falta de previsión en el manejo de sus recursos ambientales. La invasión española interrumpió el auge de la civilización taína y la imposición de una economía colonial la destruyó.

El legado colonial también merece reconocimiento. La multiplicación rampante del ganado jíbaro durante el siglo 16 temprano alentó una economía dual de hateros privilegiados de una parte y *monteros* independientes por otra, con patente para acorralar animales realengos y herrarlos o sacrificarlos para cueros y carne de tasajo salada y secada al sol o a la barbacoa.

Las bestias eran localizadas con perros e incapacitadas cortándoles el tendón de una pata, práctica conocida como *desjarretar*. Predeciblemente, las monterías a menudo encubrían las actividades de cuatreros y contrabandistas, que con el correr del tiempo retarían con su enriquecimiento la hegemonía de los hateros.

Irónicamente, los rebaños que andaban "por la libre" promovieron la reforestación durante la segunda mitad del siglo 16, al regar las semillas de las frutas silvestres que consumían. La siguiente cita del enviado real Antonio Herrera (ca. 1601-1615) ofrece una vivaz ilustración al respecto (Gil Bermejo García 1970: 14-15):

"Esta isla es muy espesa y doblada: había buenos pastos de ganado y van disminuyendo, porque han nacido unos árboles que dicen guayabos, que dan fruta como manzanas, amarillas por de fuera, y de dentro coloradas, blanca la carne, llenas de granos, de lo cual comen todos los ganados y aves: y a donde quiera que caen los granos de cada uno, con la estercolada del ganado sale un árbol, con lo cual se va cerrando la tierra de monte, de tal manera, que

[6]Por razones similares, hasta el éxodo masivo de la ruralía a la urbe en los 1940 y la electrificación del campo en la siguiente década. El consumo doméstico de leña para cocinar y construir y las quemas para caña y pastizales diezmaron la cubierta forestal. La arboleda repuntó asombrosamente a partir del auge de la industrialización urbano céntrica de los 1950, de 6 por ciento a 30 por ciento del territorio isleño entre 35 y 50 años (Aide *et al*. 2000; Rudel, Pérez-Lugo y Zichal 2000).

las vacas se esconden y no salen y se hacen bravas y no vienen al hato y paren entre las arboledas y así no son de provecho: debajo de este árbol no cría yerba."

LITERATURA CITADA

Aide, T.M., J.K. Zimmerman, J.B. Pascarella, L. Rivera y H. Marcano-Vega. 2000. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. Restoration Ecology 8(4):328-338.

Anderson Córdova, K.F. 2005. The aftermath of conquest: the indians of Puerto Rico during the early sixteenth century. En: Ancient Borinquen, editor. P.E. Siegel, 337-352. University of Alabama Press. Tuscaloosa.

Brau, S. 1970 [1894]. Puerto Rico y su historia: investigaciones críticas. San Juan : Ediciones Instituto de Cultura Puertorriqueña.

Brau, S. 1969 [1907]. La colonización de Puerto Rico. San Juan : Ediciones Instituto de Cultura Puertorriqueña.

Butzer, K.W. 1992. The Americas before and after 1492: Current geographical research. Annals of the Association of American Geographers 82(3):343-568.

Casas, B. de las. 1967 [1535-1548]. Apologética historia. ed. E.O. Gorman. Mexico : UNAM.

Cohen, M.N. 1989. Health and the rise of civilization. New Haven : Yale University Press.

Colón, C. 1992. Textos y documentos completos. ed. C. Varela y J. Gil. Madrid : Alianza.

Cook, N.D. y W.G. Lovell. 1992. Secret judgments of God: old world diseases in colonial spanish America. Norman : University of Oklahoma Press.

Crespo Torres, E.F. 2008. Estudio paleopatológico comparativo entre dos sitios arqueológicos en la Isla de Puerto Rico: Punta Candelero y Paso del Indio. El 5to Encuentro de investigadores de arqueología y etnohistoria. Instituto de Cultura Puertorriqueña.

Crosby, A.W. 1972. The Columbian exchange: biological and cultural consequences of 1492. Westport, Connecticut : Greenwood Press.

Curet, L.A. 2005. Caribbean paleodemography. University of Alabama Press. Tuscaloosa.

Damiani Cósimi, J. 1994. Estratificación social, esclavos y naborías en el Puerto Rico minero del siglo XVI: La información de Francisco Manuel de Lando. Río Piedras : Centro de Investigaciones Históricas, Universidad de Puerto Rico.

deFrance, S.D. y L.A. Newsom. 2005. The status of paleoethnobiological research on Puerto Rico and adjacent islands. En: Ancient Borinquen, editor. P.E. Siegel, 122-184. University of Alabama Press. Tuscaloosa.

Denevan, W.M. 1992. The pristine myth: the landscape of the Americas in 1492. Annals of the Association of American Geographers 82(3):369-385.

De Vries, C.A., J.D. Ferwerda y M. Flach. 1967. "Choice of food crops in relation to actual and potential production in the tropics". Netherlands Journal of Agricultural Science, 5:241.

Dufour, D., G.M. O'Brien y R. Best. 1996. Cassava flour and starch: Progress in research and development. Bogotá, Colombia : CIAT.

Gade, D.W. 2003. Crops and boundaries: manioc at its meridional limits in South America. Revista Geográfica 133:103-126. Méjico : IPGH.

Gil Bermejo García, J. 1970. Panorama histórico de la agricultura en Puerto Rico. Sevilla : Instituto de Cultura Puertorriqueña - Escuela de Estudios Hispanoamericanos.

Guerra, F. 1985. La epidemia americana de influenza en 1493. Revista de Indias 45:325-347.

Guerra, F. 1986. El efecto demográfico de las epidemias tras el descubrimiento de América. Revista de Indias 46:41-58.

Herren, R. 1991. La conquista erótica de las Indias. Buenos Aires : Planeta.

Hershey, C., G. Henry, R. Best y C. Iglesias. 1997. Cassava in Latin America and the Caribbean: resources for global development. Review Report. Rome : IFAD (FAO).

Hillocks, R.J., J.M. Thresh y A. Bellotti. 2002. Cassava: biology, production, and utilization. Oxon : CABI.

Jones, W.O. 1959. Manioc in Africa. Stanford, CA : Stanford University Press.

López Marrero, T. del M. y N. Villanueva Colón. 2006. Atlas ambiental de Puerto Rico. Río Piedras : La Editorial, Universidad de Puerto Rico.

Marcon, M.J., S.R. Avancini y E.R. Amante. 2007. Propiedades químicas e tecnológicas do amido de mandioca e do polvilho azedo. Florianópolis, SC : Editora UFSC.

Moscoso, F. 1997. Lucha agraria en Puerto Rico 1541-1545. San Juan : Ediciones Puerto.

Moscoso, F. 2008. Caciques, aldeas y población taína de Boriquén (Puerto Rico) 1492-1582. San Juan : Academia Puertorriqueña de la Historia.

Newsom, L.A. y E. Wing. 2004. On land and sea, native american uses of biological resources in the West Indies. University of Alabama Press. Tuscaloosa.

Rudel, T.K., M. Pérez Lugo y H. Zichal. 2000. When fields revert to forest: development and spontaneous reforestation in post-war Puerto Rico. Professional Geographer 52(3):386-397.

Sauer, C.O. 1966. The early Spanish Main. Berkeley : University of California Press.

Smith, M. 1994. Aboriginal depopulation in the Postcontact Southeast. En: The forgotten centuries: Indians and Europeans in the American South, 1521-1704, editors. C. Hudson and C. Chaves. 257-275. Athens, GA : The University of Georgia Press.

Sued Badillo, J. 2001. El Dorado borincano: la economía de la conquista 1510-1550. San Juan : Ediciones Puerto.

Sued Badillo, J. 2008. Agüeybaná el bravo. San Juan : Ediciones Puerto.

Taylor, N., P. Chavarriaga, K. Raemakers, D. Siritunga y P. Zhang. 2004. Development and application of transgenic technologies in cassava. Plant Molecular Biology 56:671-688.

Varela, C. y J. Gil. 1992. Cristóbal Colón: textos y documentos completos. Madrid : Alianza.

Vázquez de Espinosa, A. 1969 [1629]. Compendio y descripción de las Indias Occidentales. Madrid : Atlas.

Watlington, F. 1974. Yuca y población en Borikén. Revista de Ciencias Sociales (UPR), 18 (marzo-junio):47-55.

Watlington, F. 2003. The physical environment: biogeographical teleconnections in Caribbean prehistory. En: General history of the Caribbean, Volume 1: authoctonous societies, editor. J. Sued-Badillo. 30-92. London : UNESCO-Macmillan.

Weischet, W. y C.N. Caviedes. 1993. The persisting ecological constraints of tropical agriculture. New York : Longman-Wiley.

Acta Científica 21(1-3):11-17, 2007

SUBSTRATE-INDUCED RESPIRATION IN PUERTO RICAN SOILS: MINIMUM GLUCOSE AMENDMENT

Marcela Zalamea[1,2] and Grizelle González[2]
[1]University of Puerto Rico, Río Piedras, Puerto Rico
[2]International Institute of Tropical Forestry, USDA Forest Service
1201 Calle Ceiba, Jardín Botánico Sur, Río Piedras, Puerto Rico 00926-1119

ABSTRACT

Soil microbiota –usually quantified as microbial biomass –is a key component of terrestrial ecosystems, regulating nutrient cycling and organic matter turnover. Among the several methods developed for estimating soil microbial biomass, Substrate-Induced Respiration (SIR) is considered reliable and easy to implement; once the maximum respiratory response is determined for a particular substrate amendment and study area. We determined the minimum glucose amendment of three forest types in Puerto Rico: dry, moist, and wet subtropical forests. The minimum glucose concentration was 3 mg C-glu/g dry soil for these forests. Additionally, we discuss soil properties to be considered for the implementation of SIR in tropical soils.

RESUMEN

La microbiota del suelo –generalmente cuantificada como biomasa microbiana –es un componente clave de los ecosistemas terrestres; regulando el ciclo de nutrientes y la rotación de materia orgánica. Entre los varios métodos desarrollados para estimar la biomasa microbiana del suelo, la Respiración de Sustrato-Inducida (SIR, por sus siglas en inglés) es considerada una técnica segura y fácil de aplicar; una vez la respuesta respiratoria máxima es determinada para un sustrato y área de estudio en particular. Se determinó la cantidad mínima de glucosa (sustrato) necesaria para estimar la respiración inducida en tres tipos de bosques en Puerto Rico: seco, húmedo y mojado subtropical. La concentración mínima de la glucosa fue de 3 mg C-glu / g de suelo seco para estos bosques. Adicionalmente, discutimos las propiedades de suelo que deben ser consideradas para la implementación de SIR en suelos tropicales.

Microbial biomass (MB) is an important component of most terrestrial ecosystems because it reflects the abundance of microbial populations, which in turn can regulate nutrient cycling and soil organic matter turnover. Microbial biomass represents a highly labile source of nutrients for plants (Ritz *et al*. 1994). Moreover, the non-labile fraction (primary microbial cell wall constituents) is an important component of soil organic matter (Zou *et al*. 2005). Several methods have been developed for the estimation of MB; chloroform fumigation and incubation (CFI), chloroform fumigation and extraction (CFE), and substrate-induced respiration (SIR) are among the more widely used (Paul *et al.* 1999). Substrate-induced respiration is a technique in which an easily assimilated substrate (usually glucose) is added to the sample and the respiration response (mainly CO_2 evolution rates) is measured

during an incubation period (Anderson and Domsch 1978; Lin and Brookes 1999). In soil amendments, it is assumed that the initial maximum respiration rate is proportional to the microbial biomass present. To apply this method, it is necessary to know the minimum glucose concentration required for achieving a maximal initial respiration response. This concentration varies greatly between soils and must be determined for each location (Horwarth and Paul 1994). The main goal of this study was to determine the amount of glucose needed for maximum microbial stimulation (i.e., maximum initial respiration rate) for Puerto Rican soils. We determined this concentration for forest soils in three bioclimatic zones: subtropical moist, subtropical wet, and subtropical dry forests (Ewel and Whitmore 1973). The results obtained provide guidelines for the use of the SIR technique in Puerto Rican and potentially tropical soils in general. Microbial biomass is not only an important source of labile C and nutrients, but also is involved in key processes such as nitrification and decomposition of recalcitrant soil organic matter. Therefore, the standardization of reliable methods for the estimations of microbial biomass is an important contribution to the study of tropical soil ecology. Moreover, SIR is a widely used technique for monitoring soil quality (Machulla 2003), assessing the effect of fertilizers and pesticides (Jones and Ananyeva 2001; Cederlund and Stenström 2004) and evaluating the affect of management strategies in arable soil (Dilly *et al*. 2003).

Main features of the forests studied are as follows: The first site was a lowland moist mature secondary forest located in the Botanical Gardens of the town of Río Piedras in Puerto Rico (18º22'59.0"N, 66º03'12.7"W). The site has a mean annual temperature of 26.2º C, and an annual rainfall of 1712 mm (Gould *et al*. 2006). Vegetation in this site is dominated by *Manilkara bidentata* (A. DC.) A. Chev. and *Ocotea leucoxylon* (Sw) Lanessan, with S*yzygium jambos* (L.) Alst*., Spathodea campanulata* Beauv*., Faramea occidentalis* (L.) A. Rich*., Chrysophyllum argenteum* Jaquin*,* and *Miconia prasina* (Swartz) DC. as other well represented species (Gould *et al*. 2006). Soils are well drained, derived from volcanic rocks, with a water holding capacity (WHC) of 68 percent (G. González, unpublished data; Percentage based on g water/g dry soil). The second site was a subtropical wet forest, located in the Luquillo Mountains, near El Verde Field Station (18º19'10.3"N, 65º49'02.6"W). Mean annual temperature is 24.5 º C and annual rainfall is about 3456 mm (García-Martinó *et al*. 1996), soils are a complex of well and poorly drained ultisols and oxisols (Ruan *et al*. 2004), with high clay content and a 71 percent WHC (G. González unpublished data). Vegetation is composed by a *Dacroydes excelsa* Vahl-*Tetragastris balsamifera* (Sw) Kuntzee community with *Prestoea montana* (R. Graham) Nichols*, Miconia tetrandra* (Swartz) D. Don*, Manilkara bidentata* (A.DC.) A.Chev*., Ormosia krugii* Urban (Gould *et al*. 2006). The third site was a subtropical dry forest located in the eastern coast of the Island (18º13'57.8"N, 65º36'01.6"W). Mean annual temperature is 27.5º C and annual rainfall is 1262 mm (Gould *et al*. 2006). Soils are well drained, silty clay loams, derived from volcanic uplands (USDA 1977) and 88 percent WHC (G. González, unpublished data). Vegetation is composed by *Guapira fragrans* (Dum.-Cours.) Little-*Bucida buceras* L. community with *Erythoxylon brevipes* DC., *Eugenia biflora* (L.) DC., *Bursera simaruba* (L.) Sarg, *Bourreria succulenta* Jacq. (Gould *et al*. 2006).

Soil samples (from 0 to 10 cm depth) were collected and analyzed during April-July 2004 and April-May 2005 for each forest. Soil was sieved through 3.36 mm mesh. Rocks, roots and other organic debris were extracted by hand. The soil was stored at 4º C (for no more than 2 weeks) until analyzed. Respiratory response (as CO_2 evolution) to the addition of glucose was measured with an automated respirometer (Oxymax ER-10 –Columbus instruments) equipped with 10 independent chambers. Incubations were done over a minimum of three hours and a maximum of 20 hours at 25 ºC and 800.2 mm Hg. Moisture content was adjusted to 60 percent of WHC according to each soil type. Glucose concentrations used ranged from 2 to 9 mg C-glucose g^{-1} dry soil. Glucose

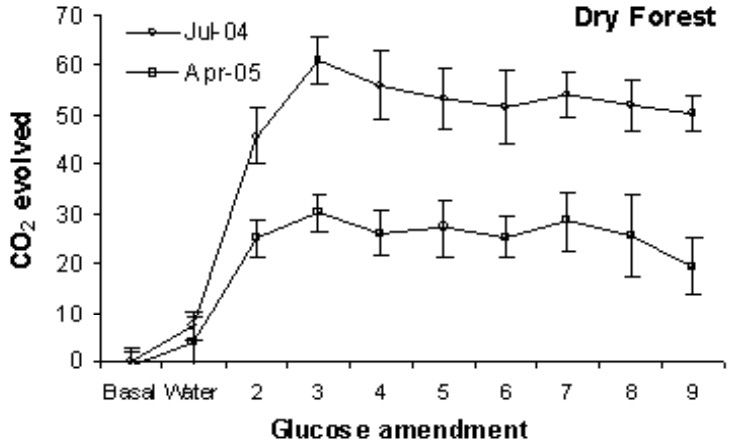
solutions were prepared using deionized and 0.2 µm-filtered water. Soil subsamples equivalent to 10 grams dry wt were incubated in one of the 10 chambers of the respirometer. Eight randomly selected chambers received each one of the glucose amendments, while the two additional chambers were used as controls adding either deionized or filtered water or no amendment (basal respiration), respectively. The procedure was done for 2-6 successive days for each forest and the averages per treatment were then used for calculations and analysis. From the complete curve of CO_2 evolution, we selected the interval of time in which respiration was more stable. This period was between 6 and 15 h, since the first segment of CO_2 evolution curve was characterized by a stabilization phase and the final stages showed a decline due to substrate depletion (usually near the 20 h of incubation). We used the average amount of CO_2 evolved during the stable period to then determine microbial biomass. Calculation of microbial biomass from CO_2 evolved where made from a wide range of conversion factors derived from literature and summarized by Sparling (1995). For the three forest types studied, we obtained the maximal respiratory response at glucose concentrations equal or greater than 2 mg C-glu g dry soil^{-1} (Figure 1). Soils from the moist and wet forests achieved the maximal respiratory response at 2 mg C-glu g dry soil^{-1} (Figure 1b and c), while for the dry forest, maximal respiratory response was achieved with 3 mg of C-glucose on June 2004 (Figure 1a). In general, the respiratory response did not significantly increase after glucose concentrations greater than 3 mg. Even though there were significant seasonal variations in the amount of soil respiration for the different forest types (mainly due to transient changes in the soil microclimate), the maximum respiration response was achieved at about the same glucose amendment (Figures 1a-c).

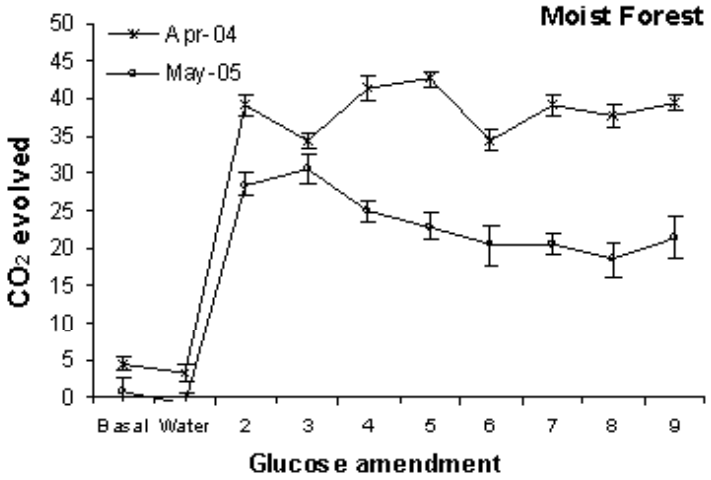
Two soil characteristics important to be considered when applying this technique for comparative purposes of MB in different soils are: WHC percent and texture. The WHC of the soils should be kept around 55-60 percent because high water contents may inhibit respiration and obscure the stimulation driven by the addition of glucose (Ilstedt *et al*. 2000). However in Puerto Rico, water addition trials of wet forest soils have not shown a significant decrease in respiration at 100-150 percent WHC (M. Zalamea, personal observation). Thus, it is possible that the optimum WHC percent for SIR varies according to the soil type. Potentially, this might imply that comparisons between forests with different water regimes should be done at the optimum moisture for each soil type, instead of a constant WHC for all. It has also been postulated that the texture of soils can determine the magnitude of the glucose amendment. Soils with high clay content may require higher glucose concentrations because the complex spatial structure created by micro-aggregates in clayed soils makes it more difficult for the microorganisms to obtain carbon sources (van Gestel *et al*. 1991). However, given the results of this study, we can not support that contention of soil texture effects on SIR glucose amendments. In this study, we did not observed large differences in soil respiration given large differences in glucose amendments in the wet forest soils which have a clayey texture. In fact, the highest glucose amendment needed to stimulate soil respiration was obtained in the dry forest, a soil with loamy texture.

In this study, microbial biomass ranged between 0.46 -1.43 mg/g of soil (Table 1). These values are within the range reported for these forests using other methods such as Chloroform Fumigation and Incubation (Ruan *et al*. 2004). Microbial biomass increases from wet to dry forest (Figure 2), showing an inverse relation with rainfall. The three forests types selected also are part of an elevation gradient, along which microbial biomass increases as elevation decrease (Zalamea and González, unpublished data).

In summary, results from our trials show that a range between 2 to 3 mg glucose-C/g dry soil is appropriate for these Puerto Rican soils. Given the differences among the three forest types considered, this range is rather narrow, and we consider that a general concentration of 3 mg glucose-C/g dry soil can be used for estimating microbial biomass in these tropical soils.

Figure 1. CO_2 evolution (µg . g dry soil^{-1} . hr^{-1}) after addition of different concentrations of glucose (mg C-glu. g dry soil^{-1}) for the three forest types studied: a. Dry, b. Moist, and c. Wet. Error bars = Standard error (n = 9).





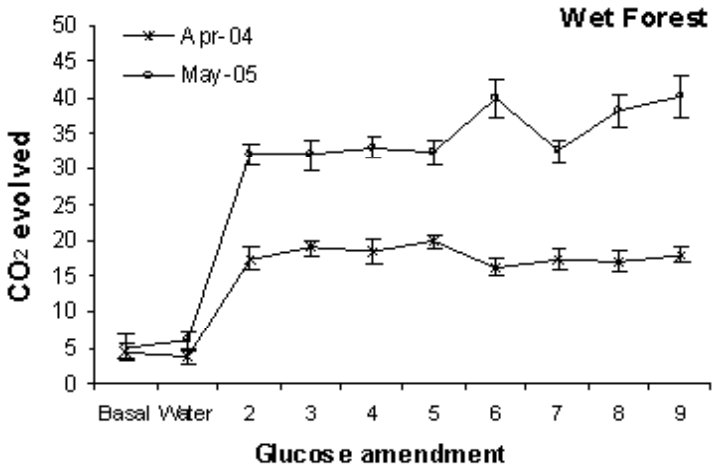


Figure 2. Microbial biomass for the three forest types studied. p values for comparisons between sites were: Dry vs. Moist and Dry vs. Wet: $p < 0.015$, Moist vs. Wet: $p = 0.054$).

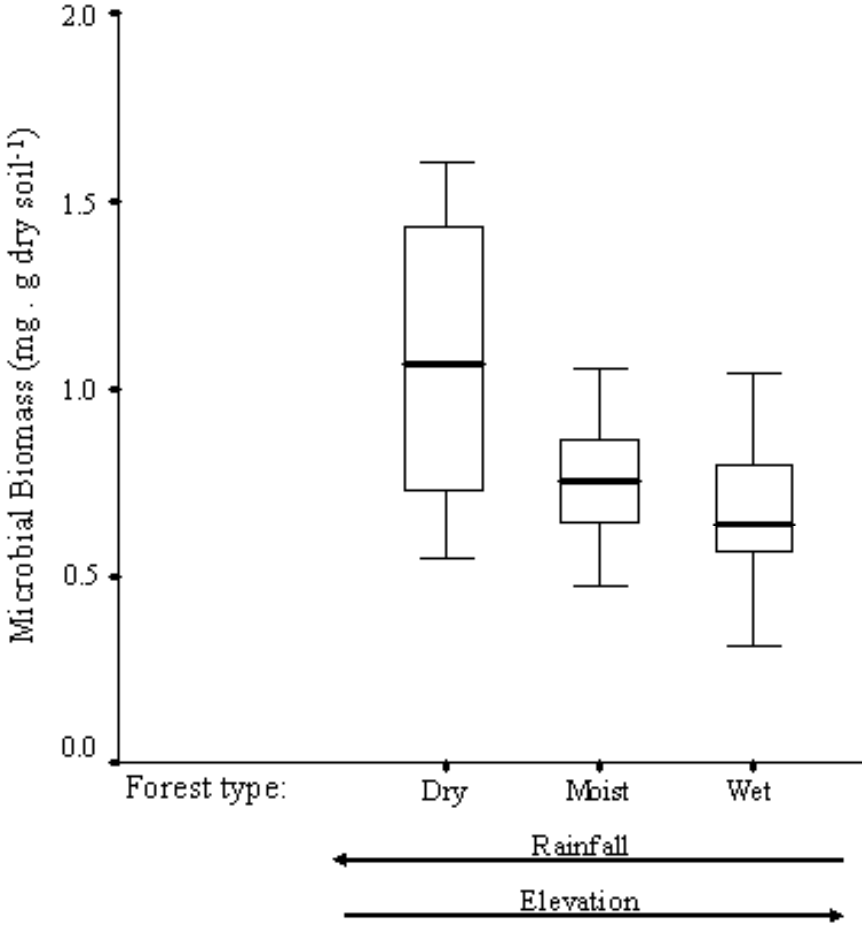


Table 1. Mean ± SE (n = 9) of microbial biomass usign conversion factors from Sparling (1995).

	Microbial Biomass (mg/g soil)			
	Forest type	**Date**	**Mean + SE**	**Minimum**
Dry	Jul-04	1.43 ±0.04	1.62	1.29
	Apr-05	0.72 ±0.03	0.81	0.64
Moist	Apr-04	0.92 ±0.04	1.04	0.83
	Apr-05	0.66 ±0.04	0.75	0.59
	Apr-04	0.46 ±0.03	0.51	0.41
Wet	May-05	0.94 ±0.05	1.07	0.85

We recommend that future development of the SIR technique in tropical soils include the determination of the optimal concentration of selective inhibitors to estimate fungal and bacterial contributions to soil biomass through their respective respiration responses.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was performed under grant DEB-0218039 from the National Science Foundation to the Institute of Tropical Ecosystem Studies, University of Puerto Rico, and the USDA Forest Service, International Institute of Tropical Forestry as part of the Long-Term Ecological Research Program in the Luquillo Experimental Forest. Additional support was provided by the Forest Service (U.S. Department of Agriculture) and the University of Puerto Rico. We are grateful to María M. Rivera, Jesús Santiago, Juan Carlos Bello, and the IITF Soil Laboratory Staff for field and laboratory assistance. Drs. William A. Gould and Ariel E. Lugo graciously reviewed an earlier version of this manuscript.

LITERATURE CITED

Anderson, J.P.E. and K.H. Domsch. 1978. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil. Soil Biology and Biochemistry 10:215-221.

Blagodatsky, S.A., O. Heinemeyer, and J. Richter. 2000. Estimating the active and total soil microbial biomass by kinetic respiration analysis. Biology and Fertility of Soils 32:73-81.

Cederlund, H. and J. Stenström. 2004. Microbial biomass and activity on railway track and embankments. Pest Management Science 60:550-555.

Dilly, O., H.P. Blume, and J.C. Munch. 2003. Soil microbial activities in Luvisols and Anthrosols during 9 years of region-typical tillage and fertilisation practices in northern Germany. Biogeochemistry 65:319-339.

Ewel, J.J. and J.L. Whitmore. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. USDA Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Research Paper ITF–018.

García-Martinó, A.R., G.S. Warner, F.N. Scatena, and D.L. Civco. 1996. Rainfall, runoff and elevation relationships in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Caribbean Journal of Science 32:413-424.

Gould, W.A., G. González, and G. Carrero. 2006. Native, endemic, non-native and critical plants in eight forest types along an elevational in Puerto Rico: implications for conservation. Journal of Vegetation Science 17:653-664.

Horwarth, W.R. and E.A. Paul. 1994. Microbial biomass. In: Methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties, editors. Weaver, R.A, Angle, S., Bottomley, P., *et al.*, 753-773. Soil Science Society of America, Madison, Wisc.

Ilstedt, U., A. Nordgren, and A. Malmer. 2000. Optimum soil water for soil respiration before and after amendment with glucose in humid tropical acrisols and a boreal mor layer. Soil Biology and Biochemistry 32:1591-1599.

Jones, W.J. and N.D. Ananyeva. 2001. Correlations between pesticide transformation rate and microbial respiration activity in soil of different ecosystems. Biology and Fertility Soils 33:477-483.

Lin, Q. and P.C. Brookes. 1999. An evaluation of the substrate-induced respiration method. Soil Biology and Biochemistry 31:1969-1983.

Machulla, G. 2003. Soil microbial indicators and their environmental significance. Journal of Soils and Sediments 3:229.

Paul, E.A., D. Harris, M.J. Klung, and R.W. Ruess. 1999. The determination of microbial biomass. In: Standard soil methods for long-term ecological research, editors. Robertson, G.P., Coleman, D.C., Bledsoe, C.S. and Sollins, p. 291-317. New York : Oxford University Press.

Ritz, K., J. Dighton, and K.E. Giller. 1994. Beyond the biomass: compositional and functional analysis of soil microbial communities. New York : John John Wiley.

Ruan, H.H., X.M. Zou, F.N. Scatena, and J.K. Zimmerman. 2004. Asynchronous rhythms of soil microbial biomass and plant litterfall in a tropical wet forest. Plant Soil 260:147-154.

Sparling, G.P. 1995. The substrate-induced respiration method. In: Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry, editors. Alef, K. and Nannipieri, p. 397-404. Academic Press.

United States Department of Agriculture. 1977. Soil survey of Humacao area of eastern Puerto Rico. Soil Conservation Service, University of Puerto Rico –College of Agricultural Science.

van Gestel, M., J.N. Ladd, and M. Amato. 1991. Carbon and nitrogen mineralization from two soils of contrasting textures and micro-aggregate stability: influence of sequential fumigation, drying and storage. Soil Biology and Biochemistry 23:313-322.

Zou, X.M., H.H. Ruan, Y. Fu, X.D. Yang, and L.Q. Sha. 2005. Estimating soil labile organic carbon and potential turnover rates using a sequential fumigation–incubation procedure. Soil Biology and Biochemistry 37:1923-1928.

Página en blanco

Acta Científica 21(1-3):19-20, 2007

EL BOSQUE URBANO INTRAMURAL DE LA ESCUELA INTERMEDIA URBANA RAFAEL MARTÍNEZ NADAL DEL DISTRITO ESCOLAR DE GUAYNABO: PROYECTO MODELO EDUCATIVO INTERDISCIPLINARIO

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

Al iniciarse el siglo XXI la enseñanza de las ciencias se enfrenta a nuevos retos ante un mundo en constante dinamismo. Dentro de esa perspectiva los asuntos ambientales emergen con una mayor complejidad ejerciendo su influencia en mayor o menor grado sobre toda la población del país. Ante esa situación la riqueza forestal puertorriqueña ha resultado seria y adversamente afectada. Por consiguiente, los medios de información poseen ante si un nuevo escenario entre sus talleres de trabajo.

Las constantes inundaciones y los deslizamientos de terrenos los cuales representan una pérdida de vida y propiedad son algunas de las manifestaciones de la problemática ambiental que reportan los medios de comunicación. La vorágine del progreso y el desarrollo desmedido, en muchas circunstancias carente de una verdadera planificación ambiental, extiende sus tentáculos hacia cada municipalidad del país. No obstante, en diversas municipalidades han surgido voces, en ocasiones consideradas contrarias al progreso, las cuales vislumbran las consecuencias de los problemas ambientales y de la carencia de una verdadera planificación a tono con las particularidades del ambiente.

Desde sus respectivos talleres de trabajo y no necesariamente del escenario de las ciencias afloran individuos anhelantes por contribuir a la solución o reducción significativa de los problemas ambientales. No obstante, la tarea les resulta en extremo dificultosa y con múltiples y constantes obstáculos con los cuales se requiere lidiar día tras día. Entre esos individuos líderes que laboran en tales escenarios se ubica la profesora Magda López la cual distribuye el pan de la enseñanza de las matemáticas en la Escuela Intermedia Urbana Rafael Martínez Nadal del Distrito Escolar de Guaynabo.

El carácter visionario y polifacético de la profesora López le motivó a que fuera diseñando un plan de acción de manera que las áreas no utilizadas en su escuela, las cuales estaban cubiertas de pastos y matorrales, se transformasen en un bosque urbano, o sea, en un laboratorio interdisciplinario en la cual el eje de su marco de acción lo constituyese una siembra planificada de árboles nativos y exóticos. Ante esa perspectiva diversas agencias gubernamentales estatales y federales así como organizaciones pro ambiente han colaborado en este proyecto: Departamento de Educación (Distrito Escolar de Guaynabo), Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Servicio de Extensión Agrícola (Guaynabo), Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico y el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América.

Luego de cerca de unos seis años de ardua labor y de lidiar con diversos obstáculos, algunos todavía por resolverse, la Escuela Intermedia Urbana Rafael Martínez Nadal del Distrito Escolar de Guaynabo posee un bosque urbano en sus fases iniciales de desarrollo. Entre los estudios que allí se realizan se ubican los siguientes: crecimiento y mortalidad de las especies arbóreas bajo experimentación,

avistamiento, comportamiento y anidaje de aves, floración y adaptabilidad de las especies arbóreas bajo experimentación en un entorno urbano e intramural escolar. Por otro lado, este bosque urbano figura como un lugar de encuentro de especies nativas y exóticas entre las cuales figuran algunas de un valor histórico y cultural para Guaynabo y Puerto Rico.

En el bosque urbano de la Escuela Intermedia Urbana Rafael Martínez Nadal del Distrito Escolar de Guaynabo figuran las siguientes especies nativas de Puerto Rico o del escenario antillano: la maga (*Thespesia grandiflora*) considerada popularmente como el árbol oficial de Puerto Rico, la moca (*Andira inermis*) árbol municipal oficial del pueblo de Moca, la maría (*Calophyllum calaba*) árbol municipal oficial del pueblo de Las Marías, el ausubo (*Manilkara bidentata*), el roble blanco (*Tabebuia heterophylla*), el almácigo (*Bursera simaruba*) y la guasábara (*Eugenia domingensis*) voz taína que significa "guerra". Entre las especies exóticas o introducidas que se han naturalizado figuran el flamboyán rojo (*Delonix regia*) y la almendra (*Terminalia catappa*) los cuales son los árboles municipales oficiales de los pueblos de Quebradillas y Humacao respectivamente.

Los datos de crecimiento, identificación de especies arbóreas y de avistamiento, comportamiento de aves y de su anidaje, entre otras, que eventualmente se han ido y continúan recopilándose aunque integran principalmente las ciencias y las matemáticas también fortalecen las otras asignaturas académicas. La búsqueda de información pertinente al proyecto del bosque urbano así como de otra información aledaña tales como costumbres, tradiciones, poemas, cuentos y noticias relativas a las especies arbóreas bajo estudio les coloca en contacto con otras disciplinas para paso a paso irlos capacitando en la redacción de informes y de presentaciones orales y escritas de los resultados obtenidos. Por otro lado, se generan nuevos lazos de compañerismo y amistad, de compromiso y de responsabilidad ya que gran parte del mantenimiento del bosque urbano se lleva a cabo durante los fines de semana.

Hasta donde poseemos conocimiento, la Escuela Intermedia Urbana Rafael Martínez Nadal del Distrito Escolar de Guaynabo es la única escuela en su categoría donde poseen un bosque urbano, un laboratorio forestal intramural e interdisciplinario. Este proyecto el cual es único en su clase debe servir de modelo para que el Departamento de Educación de Puerto Rico le recomiende y estimule ya que al pronunciarse en esa dirección la calidad de la enseñanza así como la calidad de vida de nuestros estudiantes y de nuestras comunidades resultará favorecido en forma notable.

Acta Científica 21(1-3):21-24, 2007

TRAYECTORIA DE UNA DÉCADA DE INVESTIGACIÓN FORESTAL E INTERDISCIPLINARIA DE LA ESCUELA SUPERIOR JUAN PONCE DE LEÓN DEL DISTRITO ESCOLAR DE FLORIDA 1999-2009

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

El 26 de julio de 1999, hace una década, la Escuela Superior Juan Ponce de León del Distrito Escolar de Florida se unió de forma exitosa al Conservation Education Program de la división de Bosques Estatales y Privados del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (IIDT). En el primer encuentro de esa histórica gesta educativa se encontraban el profesor Elliot López Machado, los estudiantes Roberto Irizarry Rodríguez y Héctor Soto Rivera, el propietario de la finca Luis Avilés y Carlos M. Domínguez Cristóbal. Desde esa fecha hasta el día de hoy el profesor López Machado ha capitaneado de forma exitosa alrededor de doscientos estudiantes los cuales en la actualidad se encuentran ejerciendo múltiples desempeños en pro de una mejor calidad de vida del pueblo de Puerto Rico.

En la antesala a esta década de investigación forestal e interdisciplinaria le corresponde la motivación inicial a los simposios anuales de ecología isleña del Recinto Metropolitano de la Universidad Interamericana. En aquella ocasión un grupo de estudiantes dirigidos por el profesor López Machado emergieron de la audiencia con una voluntad e inspiración decidida por llevar a cabo un cambio significativo en la enseñanza de las ciencias de su escuela. Ante esa perspectiva, afloraba en sus pensamientos, en sus proyectos, en sus sueños y como objetivo común el estudio de una zona del carso de Florida.

La incorporación de la Escuela Superior Juan Ponce de León del Distrito Escolar de Florida en el proyecto piloto de investigación forestal del IIDT se viabilizó gracias al historial en las disciplinas de ciencias y matemáticas de la escuela así como las experiencias adquiridas por los estudiantes como resultado de su contacto con diversos escenarios ecológicos del país. Ejemplo de ello lo constituye la iniciación del Grupo de Estudio de Bosques y Cavernas de dicha escuela la cual se llevó a cabo en el Parque de Las Cavernas del Río Camuy y la visita a la Reserva Natural de Tortuguero. Por otro lado, "Yarima Arcabuco", se constituyó en el boletín del grupo antes descrito.

Ante ese marco escénico, era de esperarse que el sueño del Dr. Ariel E. Lugo, encontrara un terreno fértil en esta escuela. Dicho sueño está constituido por el establecimiento de un área de investigación forestal a largo plazo en las cercanías o terrenos aledaños de cada escuela pública del país. Dentro de esa perspectiva, se vislumbra la integración del estudio interdisciplinario de los bosques dentro del Programa de Ciencias del Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR). En esa trayectoria el IIDT había realizado lo propio en la Escuela Superior Luis Muñoz Rivera del Distrito Escolar de Utuado y en la Escuela Superior Pablo Colón Berdecía del Distrito Escolar de Barranquitas.

Al firmarse el acuerdo inicial y cooperativo entre el IIDT y la Escuela Superior Juan Ponce de León del Distrito Escolar de Florida se establecieron las bases para el desarrollo del proyecto piloto de investigación forestal e interdisciplinaria. En dicho documento quedaron plasmados los deberes y responsabilidades de cada uno de ellos. No ha sido un a tarea fácil, en casiones ha sido algo

complicada, pero también ha sido una exitosa y de gran satisfacción.

En la trayectoria de este proyecto educativo, en donde un bosque de la zona del carso de Florida es el escenario protagonista, ha resultado vital el apoyo de las autoridades escolares en cuyo caso lo representa la Sra. Iris Nieves Jiménez, directora del plantel escolar antes descrito. De igual forma la disposición de los padres los cuales en múltiples ocasiones se han integrado al proyecto de forma activa e incondicional. Así mismo la disponibilidad de un área de bosque de la zona cársica que aunque ha variado en ocasiones de tenencia todos poseen el común denominador de permitirnos el acceso y estudio del área de investigación. En esa trayectoria, el proyecto ha contado con el respaldo del Programa de Bosques Estatales y Privados del IIDT. Eventualmente al firmarse el acuerdo cooperativo entre el IIDT, el DEPR y la UPR le correspondió al Centro de Investigaciones de Ecosistemas Tropicales del Departamento de Ciencias Naturales el representar a dicha institución universitaria. No obstante, la UPR había estado representada con anterioridad por el Centro de Recursos para Ciencias e Ingeniería. La presencia de cada uno de estos componentes en esta gesta educativa de esta escuela demuestra que cuando existe voluntad para aunar esfuerzos en pro de nuestro ambiente, de nuestra gente, de nuestros estudiantes, de la educación y por nuestro país podemos realizar grandes logros, grandes conquistas aún cuando los recursos económicos, aunque existentes, fluyan de forma limitada.

Durante dos lustros un bosque secundario de la zona del carso de Florida, el cual se ubica en el sector La Vázquez y que el primer grupo de estudiantes denominaron como Cuba, ha constituido nuestro laboratorio, nuestro salón de clases. Es un lugar de encuentro de diversas experiencias educativas, de ideas y de un compartir en la cual se han ido creando y fortaleciendo unos lazos de amistad, de compañerismo, de solidaridad, de cooperativismo. Desde los primeros días de contacto con este bosque cársico, cada componente del mismo se ha convertido en un colaborador nuestro. En cada visita a ese recinto ecológico, éste nos ofrece una serie de datos los cuales nos han permitido paso a paso el ir estudiando y entendiendo su contínuo dinamismo y de cómo éste reacciona ante los disturbios atmosféricos como los huracanes así como a la influencia del hombre hacia el ambiente que le rodea.

La presencia de la Escuela Superior Juan Ponce de León del Distrito Escolar de Florida representa en este proyecto a los bosques de la zona del carso, en especial al de la zona norteña. De ahí la gran aportación que significa para este proyecto. Por otro lado, es ésta la única escuela superior de la Región Educativa de Arecibo, del DEPR y de la zona del carso norteño que labora en esa dirección.

Desde los inicios del proyecto el liderato del profesor Elliot López Machado fue observado con mucho detenimiento. Por tal motivo no era de sorprender el que poco tiempo después fuera catalogado como el maestro coordinador o enlace para con el resto de las demás escuelas superiores. De ahí advienen diversos talleres de capacitación de estudiantes como el manejo de datos a través del uso de calculadoras y computadoras. Dentro de esa perspectiva se ubican los encuentros estudiantiles y de profesores de las demás escuelas participantes. Esa fue la génesis que eventualmente conduce al encuentro cada mes de noviembre de una delegación de cada escuela en las facilidades de investigación El verde, en El Yunque National Forest.

De la fase inicial del proyecto procede la selección del lugar, de uno que representara a la municipalidad a largo plazo, o sea, por un número no determinado de años. De esa búsqueda dentro de la zona cársica de la municipalidad emergió La Vázquez. Desde ese momento nos cautiva a cada día con la majestuosidad de su flora, de su fauna, con su geología, con la historia de sus usos y la tenencia de la tierra y con otras muchas más como sus olores, sus colores, su brisa, su sol y su lluvia encantadora que alimentan, bañan y

bautizan las entrañas del bosque. Por otro lado, en muchas ocasiones hemos disfrutado de las décimas cantadas que con una variedad de pies forzados nos han brindado los agricultores que aún laboran en las abras de los mogotes aledaños así como el de una trifulca entre dos lagartos verdes por definir su territorialidad o el de un carpintero laborando desde muy temprano en la mañana.

En el proceso de la demarcación del área de investigación se consideraron una serie de parámetros de evaluación tales como el acceso, la seguridad de los estudiantes, padres, profesores y visitantes, la cercanía de unas abras aún utilizadas con fines agrícolas y la visibilidad de linderos que por lo menos aseguraran, si alguna intervención, que fuese mínima. Por otro lado, dos intentos adicionales se llevaron a cabo por establecer otras áreas de investigación. La primera de ellas fue evaluada en un mogote frontal al área de estudio y la siguiente en la zona denominada Las Vegas. Cabe destacar, que originalmente se consideró establecer el área de estudio en terrenos colindantes con la Escuela Superior Juan Ponce de León.

El declive del lugar, el desprendimiento de rocas ante nuestras pisadas, la presencia de especies espinosas adjunto a la dificultad de definir la altura de los árboles de mayor altura constituyen componentes del área de investigación con los cuales aún tenemos que lidiar. Ante esas circunstancias, cada año escolar, retornamos a restablecer la misión y visión del proyecto ante la llegada de los nuevos estudiantes. Es una resaca de estudiantes con un sunami de ideas y proyectos por realizarse. Por otro lado, hemos contado con el privilegio de poseer hermanos, primos o algún amigo dentro del estudiantado que les antecedieron. Es como una especie de pase de batón, es un relevo educativo, es cooperativismo.

Entre los conocimientos que hemos ido adquiriendo sobre la zona del carso emana su diversidad, o sea, la gran cantidad de especies arbóreas dentro de una zona o área de estudio. En nuestro salón natural de clases se ubican, entre otros, árboles nativos como la maría, especies medicinales como la malagueta, aromáticos como la nuez moscada, frutales como el aguacate, especies espinosas como el tintillo y el espino rubial, especies de maderas sólidas como el moralón así como una gran ceiba la cual se destaca en forma majestuosa sobre el dosel del bosque. Les hemos estudiado con detenimiento, en su individualidad y en su conjunto, les hemos observado y asignado una enumeración como si fuera su número de seguro social.

Al iniciarse el siglo presente establecimos un nuevo acuerdo cooperativo, en conjunto, con todas las escuelas superiores que integraban el proyecto. Adjunto a la Juan Ponce de León del Distrito Escolar de Florida se ubicaban las siguientes: Luis Muñoz Rivera, Francisco Morales y Pablo Colón Berdecía de los distritos escolares de Utuado, Naranjito y Barranquitas respectivamente. Por otro lado, la incorporación al proyecto de parte del Instituto de Investigaciones de Ecosistemas Tropicales del Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico requería de tal acción. En ese nuevo capítulo del proceso de investigación y aprendizaje emerge con mayor fortaleza el tema de la hidrología así como la adquisición de aquel equipo necesario para la determinación de otros parámetros tales como la temperatura y la humedad.

La interdisciplina constituye una de las características de mayor solidez en este proyecto piloto de investigación forestal. La realización de entrevistas y la búsqueda de información en el Registro de la Propiedad de Manatí constituyen ejemplos en los cuales se integran los estudios sociales. La creación de tablas y diversas figuras requiere de una sintetización de los datos recopilados. En ello es fundamental y se require de destrezas de artes y de conocimiento de la tecnología actual. El análisis estadístico de los datos ofrece una oportunidad exquisita para las matemáticas. Por su parte, la recopilación de los datos de campo require de observaciones las cuales en múltiples ocasiones son muy útiles en la interpretación de los resultados. En la redacción de informes, en español e inglés se nutren ambas disciplinas académicas.

Adjunto a ese cuadro escénico, el esfuerzo físico que se requiere en el trabajo de campo contribuye a ejercitar el cuerpo y a fortalecerle. Ante ese marco escénico, todas las disciplinas académicas logran un encuentro en el bosque, en un trabajo en conjunto, de un trabajo cooperativo en donde nos beneficiamos todos.

El carácter interdisciplinario de esta experiencia educativa a través de la óptica de los bosques contribuye de forma definitiva a ofrecer a cada estudiante participante del proyecto la oportunidad de ir evaluando y/o considerando posibles opciones de estudio dentro de las ciencias naturales o de otra disciplina del saber humano. No obstante, aún cuando la selección no se ubicara para con las ciencias naturales sí hemos todos juntos aportado hacia el advenimiento de un ciudadano en pro del ambiente. Dentro de esa perspectiva, se ubica la evaluación y calificación de exitosa que llevó a cabo en visita de campo el Cooperative Forest Review del USDA Forest Service en mayo de 2008 en nuestra área de investigación. Ante ese logro éste se transformó en una reanudación de esfuerzos para proseguir adelante con la misión y visión educativa que nos caracteriza.

En el ajetreo de las labores de investigación hemos efectuado ciertos paréntesis para compartir nuestros logros así como aquellas inquietudes que aun quedan por realizarse. Nos hemos reído, hemos caminado, resbalado y caído en muchas ocasiones. Pero nos hemos levantado con mayor ánimo, con mayor esfuerzo. Hemos atravezado momentos de dificultad pero también de éxitos como el disfrute de las graduaciones de cuarto año. Dentro de esa perspectiva le ha correspondido al IIDT el honor de que en mayo de 2001 y 2003 hubiesemos reconocido a estudiantes destacados en el proyecto forestal e interdisciplinario. No obstante, todos han contribuido de una forma u otra, todos han desfilado por el bosque de nuestra zona cársica. Todos han dejado sus huellas y han contribuido en unas o varias páginas de la historia de la educación en el Distrito Escolar de Florida.

En nuestra agenda interdisciplinaria para el inicio de esta próxima década figura el proyecto sobre la selección del arbol, la flor y el ave municipal del pueblo de Florida. Ante esa perspectiva vamos a requerir del apoyo de todas las comunidades florideñas así como de diversas instituciones culturales, de la banca y el cooperativismo y de la Legislatura Municipal de Florida.

Al finalizar esta década de investigación, para dar paso a la siguiente, la revista de la Asociación de Maestros de Ciencia de Puerto Rico, Acta Científica, se abre de par en par para ofrecer la magnífica oportunidad de ir diseminando todas y cada unas de las lecciones aprendidas. Juntos hemos requerido de voluntad y sacrificio, de horas de desvelos y aprendizajes para contribuir desde la óptica del carso al diseño de un manual de investigación forestal interdisciplinario que en breve sea una realidad. No obstante, en la década que recién ha comenzado, continuarenos adelante, siempre adelante demostrando una vez más que no hay caminos, sino que se hace camino al andar.

Acta Científica 21(1-3):25-28, 2007

MANUAL DE INVESTIGACIÓN FORESTAL

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

Desde la medianía de la década del 1980 el Instituto de Dasonomía Tropical, hoy Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (IIDT), inició un proyecto piloto de investigación forestal de naturaleza interdisciplinaria el cual hoy día constituye la base fundamental para la creación del Manual de Investigación Forestal (MIF). Desde los inicios del proyecto se ha visualizado la integración de éste como parte del currículo del Programa de Ciencias del Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR).

Luego de cerca de un cuarto de siglo de experiencia en la investigación forestal e interdisciplinaria, en especial con escuelas superiores, hemos reconocido las fortalezas así como también aquellas áreas que requieren modificación o cambios. En esa trayectoría hemos laborado junto a las siguientes escuelas superiores: Luis Muñoz Rivera del Distrito Escolar de Utuado, Pablo Colón Berdecía del Distrito Escolar de Barranquitas, Francisco Morales del Distrito Escolar de Naranjito y Juan Ponce de León del Distrito Escolar de Florida. Adjunto a esas escuelas, se integraron durante algún tiempo la University Gardens del Distrito Escolar de San Juan 2 y la Luz América Calderón del Distrito Escolar de Carolina 2.

Inicialmente poseíamos un acuerdo cooperativo entre el IIDT y cada escuela (Utuado, Barranquitas, Naranjito y Florida) en la cual figuraban los respectivos deberes y responsabilidades. Eventualmente el acuerdo cooperativo fue modificado ante la inclusión del Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico. Dicha institución universitaria fue representada inicialmente por el Centro de Recursos para las Ciencias e Ingeniería y posteriormente por el Instituto de Estudios de Ecosistemas Tropicales de la Facultad de Ciencias Naturales. Ante esa inclusión los estudios hidrológicos así como la climadata comenzaron a ser evaluados en mayor detalle.

Ante el desarrollo de este proyecto se ha incrementado el número de escuelas que anhelan integrarse al mismo. En esa coyuntura histórica reconocemos que este proyecto hace años dejó de ser piloto para convertirse en el modelo a seguir. Dentro de esa perspectiva hemos incursionado en la Escuela Intermedia Urbana Rafael Martínez Nadal del Distrito Escolar de Guaynabo así como en la Segunda Unidad Ramón Alejandro Ayala del barrio Palomas del Distrito Escolar de Comerío. Por tal motivo, el advenimiento del MIF se hace cada día más necesario. En éste se visualizan las inquietudes de muchos maestros que se dedican a la enseñanza de las ciencias y matemáticas así como de aquellos líderes comunitarios o de todo aquel individuo que se ha interesado de hacer de esta inquietud parte integral de su quehacer diario. Ese particular interés por la educación ambiental e interdisciplinaria la hemos palpado muy de cerca, entre otros lugares, en la Reserva Natural y Mariposario Las Limas de Guayama, en Casa Pueblo y el Bosque del Pueblo en Adjuntas, en los proyectos del Comité Pro-Creación de la Reserva Natural Las Bocas (Barranquitas-Comerío) y en cada uno de los bosques estatales del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.

La necesidad de personal y de un presupuesto, en el cual se contemple el equipo y los costos que

representa, entre otros, el análisis de las muestras de campo constituye uno de los tópicos que aún requiere discusión. Ello dependerá en gran medida de la visión y la misión de cada escuela que participe del proyecto. No obstante, el MIF, pretende el manejo de gran parte de esas inquietudes para el beneficio de todos sus componentes.

Ante esa perspectiva, el Programa de Ciencias del DEPR proveyó una serie de guías de manera que juntos nos podamos conducir hacia las mismas metas y objetivos. Reconocemos que es una tarea que requiere de mucha voluntad aun cuando existen diversas perspectivas u ópticas para lograrlo.

El MIF posee un carácter interdisciplinario en la que se integran las demás asignaturas a las cuales se exponen diariamente los estudiantes del DEPR. De esa forma se benefician todas las asignaturas a pesar de que las ciencias y las matemáticas asumen el liderato del proyecto. La integración de las demás disciplinas académicas es viable de la forma siguiente: entrevistas sobre el uso y tenencia del área de investigación y/o visita al Registro de la Propiedad (estudios sociales), análisis e interpretación estadística de los datos de campo (matemáticas), diseño de gráficas, tablas, barras (artes/ tecnología), recolección de datos de campo e investigación de las especies arbóreas, muestreos de diversa índole tales como hojarasca, suelos y la preparación de muestras para análisis de laboratorio (ciencias), desarrollo de ensayos (español e inglés) y la adquisición de destrezas para el fortalecimiento corporal en los trabajos de campo (educación física). Por otro lado, el traslado del salón de clases al bosque nos brinda un nuevo escenario de estudio, de confraternización, socialización y de compañerismo o de trabajo en equipo dentro de la comunidad en la que radican las escuelas. De esa experiencia se nutren en especial los estudiantes ya que logran un mayor sentido de laborar en equipo, en confraternidad, o sea, toda una manifestación de cooperativismo comunitario.

El MIF pretende ofrecer al estudiante la oportunidad y la experiencia en el campo de la dasonomía, en una forma interdisciplinaria, de manera que éstos puedan evaluar o considerar una posible o eventual carrera universitaria en esa dirección o en alguna relacionada. De ahí el gran enfásis para con las escuelas superiores con las cuales hemos laborado durante más de dos décadas. Ante esa experiencia los estudiantes se familiarizan con la dasonomía y su impacto para con la sociedad y la educación a la vez que se les ofrece una experiencia educativa real, en su propia comunidad. De esa forma nos distanciamos de textos en los cuales fluyen múltiples ejercicios que no aplican a nuestra realidad isleña y mucho menos al trópico. De ahí el traslado del salón de clases a la comunidad, a un bosque cercano a la escuela en los cuales de ser posible debe de poseer un cuerpo de agua aledaño o cercano tales como ríos o quebradas. Tal ubicación facilita la supervisión escolar a la vez que facilita el manejo de cualquier situación de accidentes por más leves que éstos sean. Es por ello que la temática de la seguridad se hace una realidad dentro y fuera del bosque y de que por esa razón constituye uno de los parámetros a considerar en el MIF.

El MIF constituye una guía la cual puede ser modificada en acorde a las respectivas situaciones de cada escuela o de su lugar de investigación. No obstante, en el diseño del mismo hay una serie de orientaciones, sugerencias y conceptos básicos que sí deben de seguirse para el beneficio de todos los que de una forma u otra estamos relacionados con las ciencias y las matemáticas. Ejemplo de ello lo constituyen los nombres científicos, la enumeración de los árboles y las especificaciones para con la adquisición de los datos de diámetro y altura de cada árbol. Por otro lado, la creación de la hoja de datos de campo, la toma y manejo de muestras para análisis de laboratorio requiere de un método riguroso para de esa forma asegurar la confiabilidad de la investigación a través de una forma constante.

El intercambio de datos entre escuelas de diversos distritos escolares, los cuales a su vez representan zonas ecológicas diferentes, así como de los bosques estatales y privados contribuirá de una forma muy significativa al estudio, entre otros

temas, de la dinámica y la diversidad de nuestros bosques. Implica este esfuerzo, un cúmulo significatico de datos como probablemente nunca antes se ha hecho en nuestro país y probablemente en ningún otro país de nuestro hemisferio y del planeta mismo.

Ante la relación existente entre la dasonomía y la botánica iniciamos el MIF con un panorama histórico que posee su génesis en la pre-historia hasta la actualidad. No obstante, en ella se destacan algunos de aquellos eventos significativos desde la óptica de la botánica que han contribuído al desarrollo de la dasonomía. Por otro lado, se han incluído algunos eventos históricos que poseen una gran repercusión para con esas disciplinas durante la época del descubrimiento de América y sus implicaciones para con la zona del Caribe y en especial para Puerto Rico. Por consiguiente aflora o emerge la contribución puertorriqueña para con el desarrollo de la dasonomía y la botánica.

Los árboles constituyen el marco escénico para el desarrollo del MIF. Ante esa perspectiva dicho documento posee información básica sobre su importancia beneficios, el funcionamiento y descripción de sus partes (raíces, tronco, ramas, hojas, flores y frutos) así como de las diferencias, categorías o clasificaciones que existen entre tales componentes. Ejemplos de lo aquí descrito son los siguientes: hojas simples o compuestas, ramas primarias o secundarias, raíces aéreas o superficiales, frutos secos o carnosos y los diferentes tipos de flores. Aunque gran parte de tal información es de naturaleza botánica puede despertar en forma significativa la curiosidad y el sentido de la observación de los estudiantes. Por otro lado, los árboles son un gran recurso para con la aplicación de los cinco sentidos.

Los macro y micronutrientes que necesitan los árboles para su crecimiento y desarrollo están incluídos en el MIF de forma generalizada. Aunque con la observación de los árboles podemos obtener información sobre ciertas deficiencias nutricionales no es el propósito de este documento el de considerar que los estudiantes lleven a cabo una amalgama compleja de análisis tales como la química del suelo, la hojarasca o de los componentes del árbol al efectuarse un estudio de biomasa. No obstante, sí se incluye información básica sobre ese proceder. En ese sentido aún estamos evaluando los costos y la inversión de tiempo que ello representa. Sin embargo, no descartamos que ello pueda efectuarse en algunas escuelas del país bajo el auspicio de algunas instituciones universitarias o de algún departamento gubernamental.

La inherencia de nuestra flora en la toponimia del país constituye una demostración de la conexión histórica que existe entre la flora y muchos de los capítulos de nuestra historia. Ejemplo de ello lo constituyen los nombres de muchos pueblos, barrios y sectores del país así como la integración del árbol en la heráldica municipal. Dentro de esa perspectiva, el MIF incluye la situación actual para con el proyecto de la selección del árbol representativo de cada municipalidad a la vez que ofrece las diversas opciones o mecanismos para la realización de tal proyecto.

Las especies nativas e introducidas, los nombres científicos y los nombres vulgares o de pueblo con que se conocen nuestros árboles ofrecen una magnífica oportunidad para demostrar como las ciencias y los estudios sociales se integran en el MIF. Ejemplo de ello adviene de la identificación de aquellas especies nativas que poseen apellidos de botánicos cuya genealogía está relacionada a Puerto Rico. Ante esa situación emergen una serie de ejercicios en los cuales los estudiantes participan activamente incorporando las matemáticas a los conceptos antes descritos. Por ejemplo, ese ejercicio es viable cuando los estudiantes desarrollan tablas con nombres de especies nativas o introducidas y tabulan sus resultados.

El proceso que conduce hacia la selección de aquella o aquellas áreas de bosques que van a ser evaluadas por los estudiantes requiere de un examen previo de una serie de parámetros. Dentro de esa perspectiva el MIF señala o describe parámetros tales como la seguridad, accesibilidad, dimensión y representatividad del lugar. No obstante, un

especial énfasis le es otorgado a la seguridad. Por otro lado, también se destaca la necesidad de establecer la misión y la visión de las escuelas para con el proyecto así como de otros que los estudiantes deseen llevar a cabo por curiosidad, interés o por el anhelo de participar en las ferias científicas. De esta descripción se desprende de que a pesar de que en todas las escuelas se llevan a cabo investigaciones básicas cada una de ellas puede optar por llevar a cabo otras de su particular interés. Dentro de esa perspectiva resulta muy llamativo el particular interés que los estudiantes expresan en estudios tales como la distribución de caracoles.

En todas las escuelas en que el MIF sea utilizado será necesario por lo menos llevar a cabo estudios de crecimiento como altura y diámetro, identificación de especies, mortalidad e "in-growth" (nuevos individuos). Para lograr ese objetivo el MIF describe paso a paso tal proceso a la vez que llama la atención de aquellas precauciones que hay que tener en consideración cuando se regresa al área de investigación a efectuar datos de crecimiento con sus respectivas observaciones. Por otro lado, a través de un ejercicio el MIF describe detenidamente los diversos análisis que se efectuán con los datos de crecimiento que se han recopilado. Entre ellos figuran los siguientes: área basal de cada árbol, de cada especie y de la parcela en su totalidad, densidad de árboles de una especie y valor de importancia de cada especie.

En la actualidad se está evaluando o considerando los costos e inversión de tiempo que representa el desarrollo de otros estudios de mayor complejidad y experiencia en las áreas de investigación a desarrollarse en las escuelas. Ante esa perspectiva, el MIF incorpora y describe los siguientes estudios, con sus respectivos análisis químicos, a la vez que reconoce la dificultad que ellos representan para poder realizarse: biomasa, suelo y hojarasca. No obstante, el MIF posee información sobre la realización de éstos.

Acta Científica 21(1-3):29-35, 2007

JOSÉ MARRERO TORRADO, REGALO PUERTORRIQUEÑO A LOS ÁRBOLES

Frank H. Wadsworth
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

Del barrio Limón de Utuado, uno de ocho hermanos y hermanas hijos de José Marrero Marrero y María Torrado Padilla apareció quien tal vez haya hecho más que nadie por los árboles de Puerto Rico: José Marrero Torrado (1910-2007). Se educó inicialmente en el campo y luego iba a caballo a la escuela hasta Arecibo. Hospedándose con familiares, José terminó como agrónomo del "Colegio" de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez. Trabajó un año en la finca hasta que logró empleo con la Estación Experimental de la Universidad de Puerto Rico en Río Piedras. Adyacente a su trabajo, Edmundo Martínez, en un vivero de árboles, reclutó a José al Servicio Forestal Federal en 1935.

José se encontró con tres servicios forestales: el federal, el insular, y el de la PRRA (*Puerto Rico Reconstruction Administration*). Eran todos administrados por el Servicio Federal. Se compraban fincas desgastadas y abandonadas para crear reservas forestales públicas. El Bosque de Luquillo aumentó el doble de su área inicial. De las fincas compradas por la PRRA se crearon los bosques de Carite, Río Abajo, Guajataca, Guilarte y Susúa. En la reforestación de estas fincas José encontró donde aplicar su conocimiento como campesino y agrónomo.

Por suerte, en el Servicio Forestal José se encontró con compañeros que le ayudaron. Su supervisor, Leslie Holdridge, tenía un herbario con una acumulación de muestras de hojas y conocía bien la flora de Puerto Rico. Él también había probado prácticas silviculturales dentro del bosque. George Gerhart había experimentado con plantaciones de árboles dentro del bosque de Luquillo. Luis Gregory, un botánico, sabía hasta cómo distinguir las especies de los laureles muy similares por la venación de sus hojas. Joaquín Martínez Oramas, encargado de las plantaciones del Bosque Nacional, las conocía todas y mantuvo datos de ellas. Para aquel entonces trabajaba para el Servicio Forestal de la PRRA Eugene Reichart, manco refugiado de Rusia, que hizo viajes repetidos a Haití, Panamá y Venezuela para traer semillas de las caobas para los viveros.

La reforestación en este tiempo fue trabajo de pioneros. Con el compañero José Gilormini del Servicio Forestal Insular empezaron viveros forestales en varios pueblos para suplir arbolitos no solo para los bosques públicos sino también para los agricultores. No conocían bien las muchas especies de árboles de Puerto Rico. Sobre su propagación se sabía menos. Fue necesario seleccionar y probar especies de árboles mientras sus frutos estaban maduros; extraer y limpiar las semillas; probar su germinación y determinar su viabilidad; luego preparar el suelo propio para sembrarlas; probar la profundidad de su siembra; cuánto sol, sombra y agua darles; evaluar el beneficio de la poda de sus raíces (Marrero 1947a, 1947b); y cómo controlar plagas no vistas antes, tanto insectos como hongos.

Hubo sorpresas. Muchas de las semillas del granadillo fueron comidas por insectos antes de dejar el árbol. Las semillas de maga y laurel sabino tenían viabilidad por solamente una semana (Marrero 1942a, 1943). Las semillas de caoba del país duraban solo a temperatura baja (Marrero 1943). Se encontró que algunas especies prominentes en

los bosques naturales, como el tabonuco y el laurel sabino, eran difíciles de propagar.

Solo se obtuvo éxito en las plantaciones en el campo, otra área de exploración (Marrero 1965c). Muchas especies, plantadas aún donde antes se encontraban en bosques naturales, no sobrevivían la exposición al sol y los suelos empobrecidos. En el Bosque de Guánica las sequías causaron mortalidad total de plantaciones durante años sucesivos. Cuando se encontró que aún entre los árboles naturales de ese bosque hubo una reducción en los diámetros de sus troncos durante años secos abandonaron la plantación. Otra limitación de algunas especies fue la intolerancia del transplante a raíz desnuda, la manera más barata de plantar. La moca, el algarrobo, la maría y la caoba dominicana no sobrevivían, necesitando así la siembra de plántulas grandes directamente en el campo o el uso de tiestos con tierra. La mayoría de las especies nativas crecían muy lentas. Como el desyerbe repetido costaba más que los árboles, se buscaban especies de crecimiento inicial rápido como eucalipto, cadam, majó, caoba, teca y pino (Marrero 1965c).

A pesar de estos problemas, durante nueve años produjeron y plantaron más de 29,000,000 de arbolitos en los terrenos deforestados de los bosques públicos, hasta en los manglares y la isla de Mona. Este logro queda documentado por bosque, por año, por especie de árbol y también figuran los resultados iniciales de la siembra (Martínez Oramas 1937-44). José Gilormini, encargado de los viveros insulares, produjo un manual sobre su experiencia en la propagación de árboles (Gilormini 1949). José Marrero empezó la documentación de sus experiencias con 128 especies de árboles (Tablas 1 y 2) (Marrero 1949a). También publicó informes sobre sus prácticas de propagación (Marrero 1942b, 1947a, 1947b, 1961, 1962, 1965a, 1965b).

En 1939, apareció del mismo Servicio Forestal el "Tropical Forest Experiment Station" en Río Piedras para estudiar las plantaciones. A esta nueva organización fueron trasladados Holdridge y José que antes laboraban en el Bosque Nacional. En este ambiente José llegó a conocer bien las plantaciones forestales federales, insulares y de la PRRA en todas partes de la Isla e inició pruebas en los Bosques Experimentales de Río Piedras, St. Just, y Cambalache. Dentro de los bosques públicos, José encontró plantaciones de árboles no adaptadas a su clima y suelo, como maga y teca en las montañas. Millones de arbolitos de cedro hembra, especie preferida, habían muerto por causas todavía desconocidas. Pero también encontró en todos los bosques plantaciones que reforestaron. También conoció José a miles de "parceleros," "adquiridos" al comprar sus fincas los gobiernos. Estos siguieron sus cultivos de subsistencia pero a la vez plantaron árboles maderables en sus parcelas. Los 250 parceleros en el Bosque Nacional produjeron algunas de las mejores plantaciones forestales.

Como producto de sus años de estudios de las plantaciones José publicó dos informes largos, uno sobre el Bosque Federal (Marrero 1948-49) y otro sobre los Bosques Insulares (Marrero 1950b). En estos describió las diferencias de suelo y topografía que influenciaban el éxito o fracaso de cada especie de árbol. No se conformó con meramente anotar apuntes de sobrevivencia sino que detalló para cada especie el poder de dominar y reforestar, esto fue algo diferente. Presentó listados largos de especies de adaptabilidad buena, dudosa, y hasta la fecha de las que no tuvieron éxito. Con las correcciones habían subido 20,000 cuerdas de plantaciones durante la carrera de José.

Con este fondo de información de reforestación de los bosques públicos de todas partes de la Isla, José publicó consejos para la reforestación que quedaba en terrenos privados (Marrero 1939, 1949b, 1949c, 1958). Estos trabajos, hechos ya hace casi 60 años, todavía no se han podido sustituir como fuente de especies de árboles para reforestación con costo mínimo. En ellos aconsejó no tratar de plantar en las condiciones más adversas de lomas expuestas con suelos someros. Allí prefería no hacer hoyos en el suelo y la necesidad de mantenerlo expuesto sin vegetación hasta que una plantación

Tabla 1. Pesos de frutas y semillas de árboles de Puerto Rico.

Especie	Número por libra semillas Núm.	Principio de frutas germinación Núm.	Días
ESPECIES NATIVAS			
Abeyuelo, *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg.	28,500	5,000	13
Aceitillo, *Zanthoxylum flavum* Vahl.	16,500		30
Aguacatillo, *Meliosma herbertii* Rolfe		350	140
Algarrobo, *Hymenaea courbaril* L.		120	20
Almendrón, *Prunus occidentalis* Lyon		350	29
Aquilón, *Neolaugeria resinosa* (Vahl.) Nicholson	25,800	2,100	90
Ausubo, *Manilkara bidentata* (A. DC) Chev.		740	36
Cacao motillo, *Sloanea berteriana* Choisy		530	50
Caoba del país, *Podocarpus coreaceus* L.C. Rich	2,800		
Capá blanco, *Petitia domingensis* Jacq.	8,900	20	
Capá prieto, *Cordia alliodora* (R&P) Cham.	9,500	18	
Cedro hembra, *Cedrela odorata* L.	18,500	12	
Cóbana negra, *Stahlia monosperma* (Tul.) Urban		70	20
Cojoba, *Pithecellobium arboreum* (l.) Urban	1,200	4	
Cojóbana, *Piptadenia peregrina* (l.) Benth.	3,500	148	
Cupey, *Clusia rosea* Jacq.		6	
Granadillo, *Buchenavia tetraphylla* Howard	390	74	
Guacima, *Guazuma ulmifolia* Lam.	1,200	370	70
Guara, *Cupania americana* L.	1,600	36	
Guaraguao, *Guarea guidonia* (L.) Sleumer	990	32	
Guayabota, *Eugenia stahlii* (Kiaersk) Krug & Urb.	145	90	
Guayacán, *Guaiacum officinale* L.	1,600	330	20
Higüerillo, *Vitex divaricata* Sw.	8,000	16	
Jácana, *Pouteria multiflora* (A. DC.) Eyma	31	7	30
Jagua, *Genipa americana* L.	6,700	15	
Jaguey colorado, *Ficus americana* Aubl.	2,676,000	3,150	
Jagüilla, *Magnolia portoricensis* Bello	3,350	70	30
Laurel avispillo, *Ocotea krugii* (Mez.) Howard	1,700		
Laurel espada, *Ocotea floribunda* (Sw.) Mez.		550	
Leche prieta, *Micropholis guyanensis* (A. DC.) Pierre	1,050	400	
Maga, *Thespesia grandiflora* DC.	1,350	8	
Masa, *Tetragastris balsamifera* (Sw.) Kuntze	400	100	32
Mago, *Hernandia sonora* L.		160	70
Maricao, *Byrsonima spicata* (Cav.) HBK		730	35
Mata-ratón, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud	3,500	10	
Moca, *Andira inermis* (W, Wr) DC.		18	28
Molinillo, *Hura crepitans* L.	460	8	
Negra Lora, *Matayba domingensis* (DC.) Radlk.	1,500	90	
Nogal, *Juglans insularis* Grisebach		59	
Nuez moscada, *Ocotea moschata* (Pavon) Mez.		28	50
Palo de matos, *Ormosia krugii* Urban		620	60
Péndula, *Citharexylum fruticosum* L.	2,300	22	
Retama, *Lonchocarpus latifolius* (Willd.) H. B. K	4,000	930	60
Roble blanco, *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britt.	21,400	12	
Sanguinaria, *Dipholis salicifolia* (L.) A. DC	4,000		
Tabonuco, *Dacryodes excelsa* Vahl.	440	220	36

Tabla 1. Pesos de frutas y semillas de árboles de Puerto Rico (continuación).

Especie	Número por libra semillas Núm.	Principio de frutas germinación Núm.	Días
Tortugo amarillo, *Sideroxylon foetidissimum* Jacq.	590	180	40
Úcar, *Bucida buceras* L.	38,750	32	
Uva de playa, *Coccoloba uvifera* (L.) Jacq.		150	30
Yagrumo macho, *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire	3,050		
ESPECIES EXÓTICAS COMUNES			
Bucayo gigante, *Erythrina poeppigiana* (Walp.)	1,900		
Casia de siam, *Senna siamea* (Lam.) Irwin & Barneby	16,300	10	
Caoba dominicana, *Swietenia mahagoni* Jacq.	3,200	18	
Caoba hondureña, *Swietenia macrophylla* King	590	28	
Casuarina, *Casuarina equisetifolia* Forst	330,000	10	
Eucalipto, *Eucalyptus robusta* Smith	1,852,400	500	4
Flamboyán, *Delonix regia* Raf.	930	8	
Flamboyán amarillo, *Peltophorum pterocarpum* (DC). Back	6,200	360	17
Majó, *Hibiscus elatus* Sw.	20,000		
Samán, *Pithecellobium saman* Benth.	3,450	6	
Terocarpus, *Pterocarpus macrocarpus* Kurz.	690	18	

Tabla 2. La viabilidad de semillas de especies comunes de árboles.

Especie	Prueba de viabilidad			
	Germinación inicial %	Edad meses No.	Temperatura 5°C %	26°C %
Ausubo	59	1	0	
Moca	100	1.5	80	
Granadillo	62	1	10	60
	9	0	32	
	12	0	0	
Caoba del país	6	3	12	0
	9	0	0	
Capá prieto	32	1	0	
Casuarina	65	3	40	56
	6	18	13	
Flamboyán	76	12	60	
	60	30		
Guaraguao	47	1	0	0
Guayacán	91	5	20	
	3	2	10	
	9	0	0	
Jácana	49	1	0	
	6	30		

Tabla 3. La adaptabilidad de las diferentes especies de árboles capaces de reforestar los distintos sitios de Puerto Rico.

Costa húmeda
1. = El tope de los mogotes calizos
2. = Laderas expuestas de los mogotes, suelos poco profundos
3. = Laderas protegidas y abras, suelos poco profundos
4. = Cerros, suelos profundos
5. = Laderas, suelos profundos
6. = Llanuras y aluviones
7. = Pantanos y manglares

Costa seca
8. = Cerros y laderas expuestas, suelos poco profundos
9. = Laderas protegidas y valles, suelos poco profundos
10. = Llanos y aluviones, suelos profundos

Interior montañoso
11. = Cerros y laderas con orintación este y sur
12. = Laderas protegidas y valles
13. = Cerros y laderas expuestos, elevación <2,200 pies
14. = Laderas y valles, elevación <2,200 pies
15. = Cerros y laderas expuestos, elevación > 2,200 pies
16. = Laderas protegidas y valles, elevación > 2,200 pies

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Almácigo						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Bucayo gigante											+	+	+	+	+	+
Cassia amarilla														+	+	+
Cassia de siam										+	+	+	+	+	+	+
Casuarina					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Caoba Hondureña												+	+	+	+	+
Emajaguilla														+	+	+
Eucalipto												+	+	+	+	+
Guaba												+	+	+	+	+
Guamá											+	+	+	+	+	+
Guaraguao											+	+	+	+	+	+
Jaguey				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Jobo											+	+	+	+	+	+
Mamey													+	+	+	+
María						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pterocarpus														+	+	+
Roble	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Saman														+	+	+
Teca														+	+	+

subiera. Observó que bajo esas condiciones la vegetación natural da protección mejor, más pronto y con menos inversión. También encontró que en todas las otras condiciones, menos las prohibitivas de Guánica, dos especies de árboles maderables nativos: roble blanco y maría, son capaces de reforestar. Para las condiciones más favorables, presenta las especies que en adición son capaces de cumplir la lucha contra la vegetación herbácea necesaria para reforestar. Un resumen editado sigue (Marrero 1949b):

LAS MONTAÑAS DEL INTERIOR

Suelos someros, picos y taludes hacia el este o el sur – reforestación natural

Suelos someros, taludes hacia el norte u oeste, valles cóncavos – caoba hondureña, pino, capá prieto, guamá, guaraguao, cassia amarilla (*Cassia spectabilis*), cassia de siam, capá blanco,

Suelos profundos, picos y taludes expuestos – eucalyptus, pino, cassia amarilla

Suelos profundos. taludes, arroyos y valles – eucalyptus, pino, capá prieto, cassia de siam, guamá

LA COSTA NORTE

Suelos someros, lomas (los mogotes) – reforestación natural

Suelos someros, las abras – caoba hondureña, pino, guaraguao, cassia de siam, capá blanco, guamá

Suelos profundos, lomas y taludes – pino, capá prieto, cassia de siam, capá blanco

Suelos profundos, arroyos y valles – caoba hondureña, teca, guaraguao, pino, capá blanco, cassia de siam, guamá

Drenaje del suelo imperfecto (no manglares) – eucalyptus, pino y bucaré (*Erythrina glauca*)

LA COSTA DEL SUR HASTA 152 METROS PIES DE ELEVACIÓN

Suelos someros, lomas expuestas – reforestación natural

Suelos someros, arroyos y valles – caoba dominicana, bayahonda, cassia de siam, pino

Suelos profundos, taludes y valles – caoba dominicana, teca, pino, cassia de siam, samán

Con tanta experiencia José logró un conocimiento de la reforestación tropical que en ese tiempo tal vez fue único en toda América tropical por estar allí la reforestación todavía naciente. Pasó José mucho conocimiento a cientos de estudiantes tropicales que por varios años asistieron a los cursos internacionales de la Estación Experimental. Tan impresionante como su amor por los árboles fue el afecto hacía José por parte de todo el personal de los bosques, tanto Federal como Insular. Completó sus 30 años con el Servicio Forestal en 1965. La herencia de José es mucho más que la reforestación que hizo en los bosques, es también las numerosas descripciones publicadas de cómo lo logró.

LITERATURA CITADA

Gilormini, J.A. 1949. Manual para la propagación de árboles y el establecimiento de plantaciones forestales en Puerto Rico. Segunda edición. San Juan, Puerto Rico : Departamento de Agricultura y Comercio. 109 p.

Marrero, J. 1939. Siembras combinadas de cosechas agrícolas y especies maderables. Revista de Agricultura de Puerto Rico 31(2):244-252.

Marrero, J. 1942a. A seed storage study of maga. Caribbean Forester 3(4):173-183.

Marrero, J. 1942b. Study of grades of broadleaved mahogany planting stock. Caribbean Forester 3(2):79-87.

Marrero, J. 1943. A seed storage study of some tropical hardwoods. Caribbean Forester 4(3):99-106.

Marrero, J. 1947a. Efectos de la poda radicular de dos especies forestales. Caribbean Forester 8(3):241-244.

Marrero, J. 1947b. La profundidad y tipo de cobertura terrestre adecuados para las semillas de varias especies de maderas duras del trópico. Caribbean Forester 8(3):228-235.

Marrero, J. 1948-49. Repoblación forestal en el Bosque Nacional del Caribe de Puerto Rico: experiences del pasado como guía para el futuro. Caribbean Forester 9(2):148-210.

Marrero, J. 1949a. Datos sobre semillas de árboles de Puerto Rico. Caribbean Forester 10(1):31-35.

Marrero, J. 1949b. ¿Qué especies forestales se adaptan a las tierras forestales de las fincas? Caribbean Forester 10(4):283-288.

Marrero , J. 1949c. What tree species are adapted to farm forest lands? Caribbean Forester 10(4):244-249.

Marrero, J. 1950a. La reforestación de tierras degradadas de Puerto Rico. Caribbean Forester 11(1):16-24.

Marrero, J. 1950b. Resultados de la repoblación forestal en los bosques insulares de Puerto Rico. Caribbean Forester 11(4):151-195.

Marrero, J. 1961. El musgo esfagno en la propagación de arbolitos de pino. Río Piedras, Puerto Rico : U.S. Forest Service, Instituto de Dasonomía Tropical. Apuntes Forestales Tropicales No. 9. 2 p.

Marrero, J. 1962. Prácticas usadas en los viveros de pinos de Puerto Rico. Caribbean Forester 23(2):87-99.

Marrero, J. 1965a. Effect of a plastic mulch on weed growth and early height growth of Honduras pine. Río Piedras, Puerto Rico : U.S. Department of Agriculture Forest Service, Institute of Tropical Forestry. Research Note ITF-4. 5 p.

Marrero, J. 1965b. Potting media for Honduras pine. Río Piedras, Puerto Rico : U.S. Department of Agriculture Forest Service, Institute of Tropical Forestry. Research Note ITF-5. 7 p.

Marrero, J. 1965c. Survival and growth of bagged and barerooted Honduras pine, cadam, and primavera. Río Piedras, Puerto Rico : U.S. Department of Agriculture Forest Service, Institute of Tropical Forestry. Research Note ITF-3. 4 p.

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

Martínez Oramas, J. 1937-44. Supervisor's annual planting reports. Caribbean National Forest. Río Piedras, Puerto Rico : U.S. Department of Agriculture Forest Service, Institute of Tropical Forestry. Unpublished reports.

Página en blanco

Acta Científica 21(1-3):37-52, 2007

ÍNDICE DE FECHAS DESTACADAS EN LA HISTORIA FORESTAL DE PUERTO RICO (1508-1953)

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

1508 Comienza a exportarse con destino a España el guayacán o palo santo (*Guaiacum officinale*). La particularidad de curar una serie de enfermedades contribuyó para que los españoles le denominaran como "palo santo".

El Valle del Toa se inicia como un jardín de aclimatación de hombres y plantas.

1520 Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés escribe la obra Historia general y natural de Indias, Indias y Tierra Firme del Mar Océano. Su autor establece un paralelismo entre la flora y la fauna de San Juan Bautista y La Española. Destaca los usos del guayacán y la utilidad y existencia del árbol de tabonuco (*Dacryodes excelsa*) en las cercanías de las minas de Loquillo.

1532 Se inicia la construcción del Palacio de Santa Catalina (La Fortaleza). La Isla pasa a ser reconocida como la Llave de las Indias. Se inicia la aportación de las maderas del país en las fortificaciones militares. Entre esas especies se ubica el ausubo (*Manilkara bidentata*).

1549 Se introduce la palma de cocos (*Cocos nucifera*) desde las islas de Cabo Verde por el canónigo, Diego Lorenzo.

1559 Corona Española señala que los cortes de madera se lleven a cabo en los tiempos convenientes a su duración y firmeza.

1571 El cosmógrafo y cronista Juan López de Velasco escribe Descripción de la isla de San Juan de Puerto Rico. La descripción destaca la amplia distribución de la guayaba (*Psidium guajava*) a consecuencia del ganado vacuno y la mención de algunos árboles maderables y frutales.

1582 Redacción de la Memoria de Juan de Melgarejo por el clérigo y presbístero Juan Ponce de León y el bachiller Antonio de Santa Clara. La Memoria destaca ciertos árboles tales como la maga (*Thespesia grandiflora*), úcar (*Bucida buceras*) y el guayacán. Este último se describe como abundante en la "banda sur de la Isla".

La Memoria describe que la Sierra de Loquillo [sic] se compone de tres abras y de tres grandes alturas denominadas: Sierra de Furidi (voz otorgada por los negros y que significa lugar que siempre está lleno de nubes), Sierra del Espíritu Santo y la Sierra de Loquillo [sic].

1598 George Clifford, Conde de Cumberland, toma posesión de la capital. El capellán de la expedición, el Reverendo John Layfield, al escribir una relación de los sucesos informa sobre la riqueza minera de Luquillo y de que los árboles de la Isla poseían la capacidad de confundir los botánicos de Inglaterra así como del potencial de éstos en la construcción naval.

1625 Ataque holandés a San Juan bajo el liderato de Balduino Enrico. Se inicia la construcción de San Juan con las maderas de los montes aledaños.

1644 La descripción de la Isla, escrita por Fray Damián López de Haro, destaca la abundancia en especies madereras para la construcción naval y la riqueza de la flora frutal de la Isla. Entre las especies madereras destacó el capá (*Cordia spp.*) y consideró a las chinas (*Citrus sinensis*) del país con una gran excelencia.

1736 Introducción del café (*Coffea arabica*) desde la isla de Martinica por Gabriel Mathieu De Clieux.

1765 Informe de Don Alejandro O'Reilly destaca, entre otras cosas, la necesidad de la distribución de las tierras con la finalidad de hacerlas productivas agrícolamente, fortalecer los recaudos del gobierno, el contrabando maderero, la riqueza forestal y la posibilidad de un proyecto de construcción naval.

Entre las especies madereras que figuraban en el contrabando, principalmente con los ingleses y holandeses, figuraban el guayacán y el palo de mora (*Manclura tinctorea*). El contrabando, incluyendo el maderero, solía ser una práctica muy generalizada en toda la Isla, pero especialmente por la zona sur, sureste del país.

1772 Fundación del pueblo de Moca. El pueblo adopta este nombre por la presencia de esta especie en el lugar seleccionado para su establecimiento.

1776 Corona Española concede al Duque de Mahón- Crillón cuatro leguas de terrenos Realengos, en recompensa por los servicios militares facilitados, en los pueblos de Naguabo, Fajardo y Humacao. El Duque constituye en la actualidad el nombre de uno de los barrios de Naguabo que colindan con el Bosque Nacional del Caribe.

1788 Fray Iñigo Abbad y Lasierra publicó Historia geográfica, civil y natural de la Isla de San Juan Bautista de Puerto Rico. Esta obra esta considerada como la primera historia de Puerto Rico. La obra posee variada información sobre la situación forestal de la Isla enfocándose en los usos, características y particularidades de un gran número de especies arbóreas. Gran parte de esa información proviene de la experiencia que su autor vivió al recorrer la Isla y del potencial que éstas poseían para con el desarrollo económico y commercial.

1795 Fundación del pueblo de Corozal. Este pueblo toma su nombre por la abundancia de palmas de corozo (*Acrocomia media*) en el lugar seleccionado para su establecimiento.

1797-1798 Expedición naturalista a cargo del capitán Nicolás Baudín. Entre el grupo de estudiosos figuraba el botánico André Pierre Ledrú. Adjunto a realizar una expedición botánica describió la capacidad forestal de la Isla para con el desarrollo de varios proyectos económicos y comerciales así como el contrabando maderero.

Su escrito señala unas particularidades que son producto de la experiencia personal en cada uno de los lugares principales. Ejemplo de ello se escenifica en Utuado cuando describe la extracción de maderas de tinte y resinas hacia la zona sur de la Isla. Por otro lado, describe la riqueza forestal de Vieques y su exportación maderera para con otras islas cercanas como Santa Cruz y San Tomás.

1809 Fundación del pueblo de Cidra, primer pueblo que durante el siglo XIX adopta un nombre de un árbol en el lugar seleccionado para el establecimiento.

1815 Otorgación de la Cédula de Gracias. La medida estaba encaminada al fomento y desarrollo de la industria, el comercio, la agricultura y la población. La distribución de tierras para con los cualificados jugó un papel destacado en este proyecto gubernamental.

1816 Gobernador Salvador Meléndez Bruna reglamenta el corte de las maderas cuyo uso estaba destinado para la construcción naval o de edificios.

El mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), el aceitillo (*Zanthoxylum flavum*), el tabonuco (*Dacryodes excelsa*), el ortegón (*Coccoloba rugosa*), el ausubo (*Manilkara bidentata*) y el capá blanco (*Petitia domingensis*) y prieto (*Cordia alliodora*) figuraban entre las especies madereras destinadas a fines navales.

1818 Creación de la Junta Superior para el Repartimiento de los Terrenos Baldíos. La concesión de terrenos conllevaba la responsabilidad de desmontar y convertirlos en zonas agrícolas o de pastos so pena de perder la concesión. Para lograr ese objetivo se estableció un mecanismo entre el número de cuerdas concedidas y el por ciento de cuerdas a desmontar al cabo de cierto número de años.

1822-1823 Expedición botánica del naturalista y científico francés Augusto Plee (Museo de Historia Natural de París).

1824 Gobernador Miguel de la Torre emite la Circular 493. Este documento estaba orientado hacia la conservación de los árboles, los suelos y las aguas.

1825 Huracán de Santa Ana. El número de palmas de cocos destrozadas por los vientos huracanados se consideró como un índice de la fortaleza de este fenómeno atmosférico. Cada municipalidad al efectuar el reporte de daños y pérdidas informó sobre este parámetro.

1826 Fundación del pueblo de Sabana del Palmar (Comerío). Este pueblo adoptó el tal nombre por la abundancia de palmas reales en el lugar de selección para establecer el nuevo pueblo.

1827 Sierra de Luquillo constituye parte de las expediciones botánicas realizadas por H. Wydler en el este de la Isla.

1831-1833 Pedro Tomás de Córdova escribe Memorias geográficas, económicas y estadísticas de la isla de Puerto Rico. Esta obra posee una descripción maderera de los pueblos fundados hasta esa época. El interes del gobierno español con respecto a esta parte de la obra era el de reconocer los recursos madereros de la Isla por municipalidad para poder establecer un mecanismo viable para el desarrollo de un comercio maderero.

Las maderas del país fueron clasificadas a base de su uso como resinosas, de tinte, aceites y construcción. Por otro lado, esta obra describe cómo se realizaba el comercio maderero en los pueblos a inicios de la década del 1830.

1837 Se conceden a Don Manuel Martínez Zerzenau los derechos sobre una mina de oro denominada Santa Isabel, en la Sierra de Luquillo, cercana al río De Los Mameyes colindante con la quebrada Don Diego.

1838 Pedro Tomás de Córdova escribe Memorias sobre todos los ramos de la administración de la isla de Puerto Rico. La información forestal que posee la obra esta basada en la clasificación de las maderas a base de su uso (construcción, pulimiento, resinosas o de tinte), descripción de una serie de especies (altura, distribución, variedades). La obra también incluye, las palmas, las plantas y árboles medicinales, los árboles frutales y los manglares.

El gobernador Miguel López de Baños en conformidad por lo expuesto por la Junta Superior de Sanidad declara la destrucción del manzanillo (*Hippomane mancinella*). Ello sucedió como consecuencia de varias muertes repentinas ocurridas en el pueblo de Isabela a causa de la ingestión de cangrejos que se alimentaban de los frutos de este arbusto. De los informes recibidos se destaca que en San Mateo de Cangrejos esta especie era muy abundante.

Fundación del pueblo de Ceiba. Este pueblo adopta este nombre por la presencia de esta especie en el lugar seleccionado para establecer el pueblo.

1839 Por disposición de la Corona Española se ordena la creación en Puerto Rico de la Junta de Protección de Bosques, Peces y Vida Silvestre. La Corona señala que la marinería debe de ser el principal elemento de la prosperidad y defensa de la Isla y de que por ende la Junta debe laborar para regular la utilización de toda clase de madera con fines a la construcción naval y la marinería.

1843 La Junta de Protección de Bosques, Peces y Vida Silvestre solicita la creación de subjuntas en todo pueblo cabecera de distrito judicial para que informase sobre todos los asuntos a consultarse de índole forestal.

1844 Corona Española secunda los trabajos efectuados por la Junta de Protección de Bosques, Peces y Vida Silvestre en lo relativo a la prohibición del corte de maderas para la construcción naval. Entre esas especies se incluyó el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y el mangle colorado (*Rhizophora mangle*). No obstante, la Junta recomendó el que debía de observarse especiales consideraciones para con las maderas descritas o clasificadas como finas o de lujo. Entre esas especies se ubicaba el aceitillo (*Zanthozylum flavum*) y el haití (*Gymnanthes lucida*). Por otro lado, se recomendó la propagación de las palmas ya que entre otros beneficios alejaban las tempestades a ciertas distancias.

Otras medidas estaban encaminadas hacia la siembra de árboles en los caminos (cada Ayuntamiento sufragaría los gastos de sus respectivas jurisdicciones), evaluar la creación de plazas de guardabosques y la prohibición de la tala y quema del arbolado de las conseciones de la Junta Superior para el Repartimiento de los Terrenos Baldíos.

1848 Por disposición de la Corona Española se le otorga el título de "MUY LEAL" al pueblo de Arecibo. Esa distinción obedecía a la destacada participación del Departamento de Arecibo en el corte de maderas efectuadas con destino al Arsenal de la Marina así como a la construcción de varios diques españoles.

No empece a la oposición del gobernador, Juan Prim y Prats, el Ministro de Ultramar le ordenó se cumpliese con el reconocimiento real al pueblo de Arecibo. Según Prim y Prats, tal acción no era meritoria y de que tales títulos debían concederse, entre otros reconocimientos, por actos heroicos a través de las armas en la defensa de los intereses españoles.

1853 Por disposición real se destacan a Puerto Rico a los ingenieros forestales Don Antonio Zechini y Don José Gomila para que integren una comisión forestal que redactaría el documento "Memoria de reconocimiento de la Comisión Forestal de Puerto Rico". Este trabajo estaba integrado por tres partes: natural (inventario de montes, extension, límites, vegetación, clima, velocidad y dirección de los vientos, posición geográfica, orográfica e hidrografía), legal (tenencia) y la forestal. Esta última se subdividía en: producción (especies dominantes y subordinadas, aprovechamientos); consumo voluntario (centros de consumo y usos); consumo involuntario (incendios, ataque de insectos, salud forestal) y la forestal (personal, colecciones de maderas, equipo).

Por recomendación del gobernador, Fernando de Norzagaray, "estos se establecieron su centro de operaciones inicial en Loíza debido a la abundancia de las maderas para uso naval en este pueblo, Luquillo y Río Grande".

Román Baldorioty de Castro, comienza a ejercer la cátedra de botánica en el Seminario Conciliar en San Juan. Por sus ideas políticas, sufrió persecución política. No obstante, llegó a ser Presidente del Partido Autonomista Puertorriqueño.

1854 Se redacta el primer informe trimestral de la Comisión Forestal de Puerto Rico.

La Real Maestranza de Artillería presentó una colección de 180 muestras de maderas del país en la 1ra feria de exposición de bellas artes, industria y agricultura celebrada en San Juan. De ella se comentó que muy bien podía participar en la Exposición Universal de París a celebrarse en 1855 para que de esa manera se reconociera la riqueza maderera del país.

Creación del Jardín Botánico de Puerto Rico en los terrenos aledaños a la cárcel de La Princesa en San Juan.

1860 Miguel Fernández Balmaceda es destacado a Puerto Rico como Ingeniero de Montes.

1861 Fernández Balmaceda informa que la riqueza forestal de Puerto Rico ascendía a 139,259 hectáreas (13.07 por ciento) de las cuales 117,279 hectáreas estaban en manos particulares. Ante esa situación destaca que el área de bosques de la Isla era "mucho menor que la necesaria para satisfacer las necesidades cosmológicas de la provincia". El informe descrito no incluía los pueblos de San Germán, Naranjito y Luquillo.

1864 Dr. Renato de Grosourdy publica El médico botánico criollo. Su obra está orientada al estudio de la botánica con aplicación a la medicina. En Puerto Rico realizó estudios botánicos en Cangrejos, Loíza, Coamo, Ponce, Mayagüez y Aguada a la vez que recopiló información sobre los nombres nativos de las especies estudiadas así como de sus particulares usos.

1865 El Reglamento del Cuerpo de Peones Camineros de Obras Públicas de Puerto Rico señaló, entre otras cosas, establecer árboles de almácigo (*Bursera simaruba*) en las casillas de los camineros, palmas de cocos y la siembra de árboles a una distancia de diez metros uno del otro en los caminos. Ello contribuiría al embellecimiento de los caminos, el proveer sombra al transeúnte, el contribuir al afirmado de los caminos y evitar la erosión.

1867 Huracán San Narciso azota la Isla afectando severamente la agricultura y la floresta del país.

Temblores de tierra causan ciertos estragos en los municipios de la zona cársica.

Juan Fernández Ledón, el Ingeniero de Montes, redacta la relación de montes de Puerto Rico. El informe destaca una extensión de montes ascendente a 106,864 hectáreas de los cuales cerca de un 18 por ciento pertenecía al Estado. Aunque nueve municipios no aparecen incluidos los de mayor extensión resultaron ser Utuado, Salinas, Mayagüez, Manatí, Patillas, Coamo, Yauco, Ciales, San Germán y Vieques. El informe posee una serie de observaciones donde destaca ciertas particularidades municipales.

1868 Se delata la existencia de una cédula revolucionaria en Mayagüez denominada Capá Prieto. Esta poseía una conexión directa con el Grito de Lares.

1870 El Ingeniero de Montes, Don Juan Fernández Ledón, presenta el inventario de los montes pertenecientes al Estado. Este estaba representado por diez pueblos que poseían en su totalidad 34 montes para una extensión forestal de 18,682 hectáreas. Río Grande, Guayanilla, Utuado y Ciales resultaron ser los pueblos con mayor extensión de bosques del Estado. No obstante, los pueblos que poseían bosques del Estado ubicados en la Sierra de Luquillo eran Río Grande, Ceiba, Fajardo, Luquillo y Naguabo.

El desglose por barrios y montes de la Sierra de Luquillo resultó ser la siguiente: Ceiba (monte Sierra en Río Arriba), Fajardo (monte Cuchilla de Palo Quemado en Río Arriba), Naguabo (monte Algodones en Santa Liriza, monte Baldío en Peña Pobre y monte Sierra de Luquillo en Río Blanco), Luquillo (monte Pitahaya de Pitahaya, monte Sabana de Sabana y monte Mameyes de Mameyes) y Río Grande (montes Lázaro, Yunque y Nacimiento de Canóvanas en Guzmán y monte Jiménez en Lapa).

Se suprime la Inspección de Montes de Puerto Rico como una medida para enfrentar la crisis económica gubernamental. Entre los que favorecían tal medida se ubicaba el Presidente del Partido Liberal Reformista, Don Pedro Jerónimo Goyco y Sabanetas. En su opinión en Puerto Rico no existían bosques de gran importancia.

Sociedad Económica de Amigos del País introduce al país semillas de *Eucalyptus globulus*.

1871 Se suprime la cátedra de botánica que sufraga el gobierno en el Seminario Conciliar de San Juan.

Se declara en Puerto Rico la venta de todos los bienes pertenecientes al Estado.

Fundación del pueblo de Las Marías. Se adopta ese nombre por la abundancia de la maría (*Callophyllum calaba*) en las inmediaciones del pueblo a fundarse.

1874 El Alcalde de Ponce, Don Rafael de León, inspirado en las teorías de Humbolt y Boussingault acerca de la influencia de la vegetación en la producción de las lluvias, expidió una circular en la que señala la urgente necesidad de fomentar y conservar los montes y arbolados con el fin de evitar la ruina agrícola.

El periódico, El Boletín Mercantil, publicó el artículo "Bosques, Maderas y Lluvias". El Alcalde de Ponce, ordenó una edición especial de trescientos ejemplares que hizo circular por los barrios y campos de la municipalidad.

1875 La Sociedad de Agricultores de Ponce procedió a importar semillas de *Eucaliptus globulus*, pino de Canarias (*Pinus canariensis*), pino marítimo, pino de bellombra y caoba para tratar de aportar en la solución de los problemas forestales del país y así influenciar positivamente en las condiciones climatológicas del país.

Alfonso XII, Rey de España, ordena el restablecimiento de la Inspección de Montes en Puerto Rico.

César de Guillerna y de las Heras, es nombrado Inspector de Montes de la Isla.

Gobernador, José Laureano Sánz y Possé, declara la publicación del "Decreto para regularizar el aprovechamiento de lo montes de Puerto Rico". Este documento era de caracter provisional en lo que se redactaban las Ordenanzas de Montes. No obstante, definió como Montes del Estado los terrenos baldíos que no habían sido concedidos y aquellos en que a pesar de estar concedidos no habían cumplido con las condiciones de la concesión original. Por otro lado, prohibió la tala y quema de árboles en terrenos particulares a menos que estuviera precedida de una autorización gubernamental.

1876 Alfonso XII, Rey de España, emitió las "Ordenanzas de Montes para el Servicio del ramo en las provincias de Cuba y Puerto Rico". Estas se constituyeron en el eje de toda la actividad forestal de la Isla. La misma cubría ocho capítulos de vital interes: disposiciones generales, servidumbre, administración, deslinde de los terrenos públicos, aprovechamientos de los terrenos públicos, policía y parte general, montes de particulares y personal. Las Ordenanzas definieron como montes a todos los terrenos destinados particularmente a la producción de maderas y leñas y las tierras de pastos no cultivados.

1876-1877 Inspección de Montes de Puerto Rico propone ante la consideración del Gobernador, el primer plan de aprovechamientos.

1877 Ministro de Ultramar propone que ante las contínuas usurpaciones a los Montes del Estado debe de iniciarse un plan de deslinde y amojonamiento el cual debía de comenzar por la Sierra de Guilarte.

El Inspector de Montes, Don César de Guillerna y de las Heras, destaca que veinte de los treinta y cuatro Montes del Estado del inventario de 1870 han sido usurpados. Éstos se ubicaban en los pueblos de Ciales, Ceiba, Guayanilla, Salinas, Utuado y Vieques.

El Monte del Estado, Sierra de Luquillo, fue catalogado entre los montes cuyos linderos y situación eran dudosas. Ante esta situación comienza a considerarse la presencia de la Guardia Civil para que preste los servicios de vigilancia. Para esta fecha la zona forestal de la Sierra de Luquillo estaba integrada por cerca de unas 10,000 hectáreas ubicadas en: Río arriba de Fajardo, Río Arriba de Ceiba; Duque, Maizales, Río Blanco y Peña Pobre de Naguabo; Río de Las Piedras; Juan Martín, Pitahaya, Sabana, Mameyes 1 y 2 de Luquillo; Jiménez, Guzmán Arriba y Abajo de Río Grande; Hato Puerco y Cubuy de Loíza.

Se tranfieren los manglares de la jurisdicción de la Comandancia de la Marina a la Inspección de Montes. No obstante, la Comandancia de la Marina retiene la vigilancia de los mismos.

1878 Ramón García Sáenz fue nombrado por mandato real como Ayudante de la Inspección de Montes de Puerto Rico. Ante la ausencia del Inspector del Montes, éste ejercía de forma interina la dirección de todos asuntos forestales del país.

1880-81 La Sierra de Luquillo se incorpora por primera vez en los planes de aprovechamiento forestal de la Inspección de Montes de Puerto Rico. No obstante, solo incluía la zona forestal de los pueblos de Río Grande y Naguabo.

1881-1883 El Lic., Domingo Bello Espinosa, un isleño canario radicado en Mayagüez publicó Apuntes para la flora de Puerto Rico en Anales de la Sociedad Española de Historia Natural. Aunque su investigación se centralizó en el oeste del país, constituye una de las investigaciones botánicas más destacadas de fines del siglo XIX. Por otro lado, la obra hace una relación de los nombres nativos de la flora del país.

1883 Agustín Stahl Stamm comenzó a publicar en folletos su obra Estudios sobre la flora de Puerto Rico.

1884-1887 Investigación botánica realizada por Paul Ernst Emil Sintenis. Muchas de las especies por él recolectadas se reportaban por primera vez. Sintenis visitó la mayor parte de los pueblos de la Isla concentrándose en 1885 en la Sierra de Luquillo. Muestras de la flora del país fueron enviadas por él a los principales herbarios y museos del mundo.

1885 Se organiza el Servicio de Montería Forestal en Puerto Rico al hacerse extensiva a la Isla la legislación correspondiente. Este sistema de vigilancia forestal estaba a cargo de una sección de la Guardia Civil. Ante esa situación, unas 26,000 hectáreas quedaron distribuidas entre cuatro comarcas o regiones forestales creadas: Luquillo, Utuado, Cayey y Yauco. La zona forestal de la Sierra de Luquillo (10057.7194 hectáreas) representaba cerca del 94.6 por ciento de la extensión total de esta comarca (10632.4020 hectáreas).

Don Joaquín Vega Calanas, fue seleccionado primer montero de la Comarca Forestal de Luquillo. Su función era, entre otras cosas, de ejercer como guardabosque. Dado que la vigilancia se realizaba montada a caballo, de ahí la denominación de "montero".

José Ramón Abad, un periodista catalán radicado en Puerto Rico, escribe la obra Puerto Rico en la feria exposición de Ponce de 1882. Adjunto a ofrecer un panorama sobre dicha feria presentó una síntesis sobre el problema forestal de Puerto Rico.

1885-1886 La totalidad de la zona forestal de la Sierra de Luquillo se integra por primera vez en los planes de aprovechamiento forestal de la Inspección de Montes de Puerto Rico. Dicho plan señala que la cabida aforada de la Sierra de Luquillo ascendía a 9,000 hectáreas.

1886 Se hace extensiva a Puerto Rico la Ley de Aguas de 1879. Entre otras cosas, se pretendía detener el corte del arbolado en el nacimiento y márgenes de los ríos. No obstante, el gobernador Luis Dabán y Ramírez de Arellano recomendó la siembra de árboles en ambos lados de la Carretera Central.

1889 Se suprime la Inspección de Montes de Puerto Rico.

1897 Celebración por vez primera en Puerto Rico del Día del Árbol. La actividad conmemoraba el primer centenario de la defensa isleña del sitio de los ingleses de San Juan. La actividad, la cual estuvo presidida por el gobernador, Ricardo Ortega y Díaz, se celebró en la Plaza de la Lealtad, en San Juan. A la actividad asistieron más de un centenar de estudiantes y se sembraron quinientos árboles. Ante esta situación, La Liga Agraria de Madrid publicó un editorial "La Fiesta del Árbol" mientras que La Gaceta de Madrid estimulaba al establecimiento de plantaciones.

1898 Ante la transferencia de poderes de España a los Estados Unidos las banderas españolas son depositadas en una caja de cedro construida para dicho propósito. Como resultado del Tratado de París todas las propiedades de la Corona de España en Puerto Rico pasaron a manos estadounidenses. Dentro de este contexto, la zona forestal de la Sierra de Luquillo, así como todas las reservas forestales quedaron circunscritas bajo la jurisdicción de la nueva administración.

1899 El informe Caroll (Report on the Island of Porto Rico) a pesar de que destaca los trabajos que Stahl realizó en el campo de la historia natural de Puerto Rico señala que los españoles nada hicieron en la Isla por adquirir conocimientos de su historia natural.

El Informe sobre el censo de Puerto Rico que realizó el Departamento de Guerra de los Estados Unidos de Norteamérica describe la situación forestal de la Isla. La zona forestal fue descrita como pequeña y circunscrita a las cúspides de las montañas en las cuales existían manchas de la vegetación catalogada como primaria. Dentro de ese contexto, se especificó que el mayor lote se ubicaba en El Yunque, en la Sierra de Luquillo. No obstante, la estadística del reporte denota la existencia de 316,016 cuedas de bosques (18 por ciento) de los cuales 171,313 eran bosques bajos o malezas (9.75 por ciento) y 144,703 estaban constituidos por bosques altos (8.23 por ciento).

Huracán de San Ciriaco devastó la floresta puertorriqueña. La tradición oral señala que hasta los árboles más corpulentos fueron arrancados y destrozados por el viento.

Robert Hill redactó "Notes of the Forest Conditions of Porto Rico". Entre otras Cosas, Hill describe que en la Sierra de Luquillo era una de los pocos lugares de la Isla donde existían bosques vírgenes y de que se estaba destruyendo rápidamente. Según Hill, en la Sierra de Luquillo existían cerca de ocho millas cuadradas de bosque virgen.

1902 Otis Warren Barrett publica "The Fall of Porto Rican Forest" en Plant World.

Estudiantes del Departamento de Instrucción de Puerto Rico seleccionan en papeleta secreta a la palma real (*Roystonea borinquena*) como el árbol simbólico la Isla. Entre los motivos para esa distinción resultaron el ser autóctono, su belleza, utilidad y resistencia a las inclemencias del tiempo.

Congreso de los Estados Unidos de Norteamérica faculta al Presidente para que luego de ser aprobada tal medida pueda éste dentro del término de un año reservar terrenos y edificios públicos en Puerto Rico para diversos fines. Como consecuencia de ello la División Forestal del Departamento de Agricultura envoi a John C. Gifford para que determinase cuales terrenos en la Isla podían ser destinados a fines forestales.

1903 Presidente Theodore Roosevelt designa la Reserva Forestal de Luquillo.

1905 Negociado Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica publicó "The Luquillo Forest Reserve, Porto Rico" de la autoría de John Clayton Gifford.

Agustín Stahl Stamn siembra una caoba dominicana en la plaza pública de Bayamón con motivo de la celebración del Día del Árbol.

1907 Reserva de Bosques de Luquillo pasa a denominarse Bosque Nacional de Luquillo.

1909 Comisionado de Agricultura y del Trabajo de Puerto Rico solicita al Servicio Forestal Federal que el Bosque Nacional de Luquillo posea un guardabosque.

1910 Servicio Forestal Federal envía un representante a examinar la situación del Bosque Nacional de Luquillo. Ante la pequeñez del área se recomendó la no consideración como bosque nacional y de que en la Isla existían muchos terrenos públicos que no podían considerarse como tierras forestales. Ante esa situación el Servicio Forestal Federal considera el traspaso del Bosque Nacional de Luquillo a la administración gubernamental de la Isla. Gobernador Colton protesta esa opción y describe que para contrarrestar la corta extension del Bosque era necesario la adquisición por donación de unos terrenos ubicados hacia la zona este del mismo. De lograrse ello, Colton aseguraba era más viable la designación de un guardabosque.

1911 Las autoridades de Puerto Rico a través de la Junta del Comisionado de Agricultura solicitan del Servicio Forestal Federal envíe varios expertos para que estudien la situación forestal del Bosque Nacional de Luquillo.

1912 J.C. Peters y Louis S. Murphy fueron enviados por el Servicio Forestal Federal para evaluar diversos aspectos del Bosque Nacional de Luquillo. Ante la corta extensión territorial del Bosque Nacional de Luquillo así como de lo que ellos determinaron un caos en el Registro de la Propiedad relativo a la zona determinaron que el Servicio Forestal Federal se retirase de la Isla y de que hiciese entrega al gobierno de Puerto Rico para que se encargase de sus bosques.

1913 Ante la presión de la Junta del Comisionado de Agricultura de Puerto Rico la cual era presidida y vicepresidida por Samuel Gromer y Eduardo Giorgetti respectivamente Murphy accedió a que se procediere a un deslinde de guardarraya utilizando para esa operación a ingenieros puertorriqueños pagados con fondos federales.

Murphy redactó "A Preliminary Report on the Forest Problems of Porto Rico". En el documento consta su intención de que al Comisionado de Agricultura de Puerto Rico se le extendiese autoridad para manejar los asuntos forestales de la Isla y de que se estableciera un servicio forestal Insular con un forestal de experiencia y cualificado de manera que se efectuara un manejo científico del bosque.

John A. Wilson, Comisionado de lo Interior, siembra un árbol de bala de Cañón (*Courupita guianensis*) en la plaza pública de Toa Alta. Este árbol motivó una pugna en 1928 entre la Alianza y la Coalición. La Alianza quería cortarlo y no logró tal iniciativa ya que el pueblo respaldó a la Coalición.

1912-1916 La División de Terrenos Públicos del Departamento del Interior de los Estados Unidos de Norteamérica efectuaron el deslinde, mensura y amojonamiento del Bosque Nacional de Luquillo. Para la realización de esta labor se utilizó el talento nativo existente. La mensura arrojó un total de 12873.62 cuerdas. También fueron mensuradas 2843.38 cuerdas del gobierno insular que se ubicaban al este del Bosque Nacional de Luquillo.

1913-1917 Academia de Ciencias de New York ante el apoyo del gobierno insular y de varias instituciones del estado de New York (Universidad de Columbia, el Jardín Botánico y el Museo Americano de Historia Natural) efectuan la investigación científica más completa que se hubiera realizado sobre la Historia natural de Puerto Rico e Islas Vírgenes. Dentro del marco escénico de las investigaciones de Puerto Rico también figuraron las islas de Mona, Desecheo, Culebra y Vieques).

1914 Gabriel Mitchell, un joven riopedrense que fue becado por la Comisión de Becas de Puerto Rico, se convierte en el primer puertorriqueño en ostentar el grado de dasónomo (Escuela Forestal de Ohio, Estados Unidos de Norteamérica).

1915 Vargas, miembro de la Cámara de Delegados de Puerto Rico presenta el Proyecto #261 "Protección y fomento del arbolado en Puerto Rico".

Domenech, miembro de la Cámara de Delegados de Puerto Rico, presenta el Proyecto #51 "Autorizando al gobernador de Puerto Rico para traspasar a los Estados Unidos determinado terreno, con el fin de que forme parte de la Reserva Forestal de Luquillo".

1916 Legislatura de Puerto Rico mediante la Ley 74 del 13 de abril transfiere a la jurisdicción federal los terrenos insulares situados al este del Bosque Nacional de Luquillo.

Arthur Yager, Gobernador de Puerto Rico, solicita al Servicio Forestal Federal un Superintendente de Bosques para el Bosque Nacional de Luquillo.

Vargas y Tous Soto, miembros de la Cámara de Delegados de Puerto Rico Presentan el Proyecto #117 "Para protejer y fomentar el arbolado en Puerto Rico".

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica publicó de la autoría de Louis S. Murphy "Forests of Porto Rico, past, present and future and their physical, and economic environment".

Ante el incremento en el número de excursionistas que visitaban la cumbre El Yunque, el abogado y notario de Río Grande, Carlos García De la Noceda, expresa al Comisionado del Interior, su intención de proveer un albergue de manera que estos pecnotaran en el lugar.

1917 Antonio y Fulgencio Piñero, miembros de la Cámara de Delegados de Puerto Rico presentan el Proyecto #23 "Estimular la siembra de árboles y mantener su conservación en Puerto Rico y para otros fines" Tous Soto, miembro de la Cámara de Delegados de Puerto Rico, presenta el Proyecto #82 "Fomentar nuevos cultivos, establecer reserves forestales y para otros fines".

Riefkohl, Huyke y Figuera Reyes, miembros de la Cámara de Delegados de Puerto Rico presentan el Proyecto #24 "Para la conservación de bosques en Puerto Rico y para otros fines".

Establecimiento del Servicio Forestal Insular. Se faculta al Gobernador de Puerto Rico para declarar como bosques públicos aquellos terrenos del Estado cuya major utilidad fuera la forestal. Ante un acuerdo entre el Departamento de Agricultura Federal y el Comisionado de Agricultura y del Trabajo de Puerto Rico se determinó que el Ingeniero de Montes a cargo del Bosque Nacional de Luquillo también actuaría como Director del Servicio de Bosques Insular.

1917-1923 Emory Murray Bruner se convierte en el primer Superintendente del Bosque Nacional de Luquillo y Jefe del Servicio Forestal Federal e Insular De Puerto Rico.

1918 Arthur Yager, Gobernador de Puerto Rico, incorpora 14,459.12 acres de manglar al Servicio Forestal de Puerto Rico. Éstos se ubicaban en los pueblos de Cabo Rojo, Carolina, Cataño, Ceiba, Fajardo, Guayama, Guayanilla, Juana Díaz, Lajas, Loíza, Mayagüez, Naguabo, Peñuelas, Ponce, Río Grande, Río Piedras, San Germán, San Juan y Yauco.

1919 Arthur Yager, Gobernador de Puerto Rico, designa el primer bosque de la altura, Bosque Insular de Maricao (Boletín 159).

1920 Mediante un convenio entre la Junta de Síndicos de la Universidad de Puerto Rico y el Servicio Forestal la institución universitaria le arrendaría para fines forestales una parcela de terreno ubicada en Río Piedras. En ella se ubicó, entre otras cosas, las facilidades de oficinas, un sistema de riego y la construcción de una docena de semilleros de concreto.

Establecimiento de la primera plantación con fines forestales (*Casuarina equisetifolia*). Esta se ubicó en las cercanías de uno de los manglares de Ceiba.

Se inician los planes de repoblación forestal en la Unidad Forestal de Maricao.

1921 Se enmienda la Ley de Bosques de 1917 con la finalidad de establecer bosques insulares mediante compra, donación o expropiación.

Plantel forestal de Río Piedras comienza a estudiar otras especies con la finalidad de experimentación. Entre ella se ubica la caoba dominicana (*Swietenia mahogany*).

1922 Se inician los planes de repoblación forestal en la Unidad Forestal de Guánica.

1923 La Junta de Síndicos de la Universidad de Puerto Rico creó un Departamento de Silvicultura en el Colegio de Agricultura y Artes Mecánicas de Mayagüez. El evento fue catalogado como uno de gran alcance ya que adelantaba significativamente la instrucción académica de la silvicultura en la América Tropical.

Revista de Agricultura de Puerto Rico inicia una sección denominada "Asuntos Forestales" con la finalidad de establecer un mecanismo para con la discusión de los antos forestales del país.

1923-1931 William R. Kramer, Supervisor del Bosque Nacional de Luquillo y Jefe del Servicio Forestal Federal e Insular de Puerto Rico.

1925 Ley #19 visualiza, entre otras cosas, la repoblación de los bosques insulares y fincas privadas y la extensión del cultivo del café concediendo ciertas reducciones en la tasación contributiva de las tierras. Para lograr ese objetivo en fincas privadas se requería de que cada cuerda destinase en una siembra planificada no menos de 600 árboles forestales y de las respectivas a café estuvieran constituidas por árboles de sombra. Ante esa legislación, el cafetal constituía una zona de bosques.

1926 Félix Córdova Dávila, Comisionado Residente de Puerto Rico, presenta ante el Congreso un proyecto encaminado hacia el establecimiento de una estación experimental de silvicultura en Puerto Rico.

1927 Creación de los subplanteles forestales de San Germán (en 2.5 cuerdas del Instituto Politécnico) y Utuado (en 1.25 cuerdas de la Granja de Demostración del Departamento de Agricultura y del Trabajo) mediante la extensión a Puerto Rico de la Ley Clark McNary de 1924. Su principal actividad consistía en producir las especies arbóreas requeridas para los planes de reforestación así como de las especies maderables nativas y el fomento de aquellas especies propias para sombra de café.

1928 Huracán de San Felipe azota la Isla destruyendo la riqueza forestal del país. Ante esa situación se iniciaron estudios conducentes a la determinación de los efectos de tal evento atmosférico en el recurso forestal de la Isla.

1929 Ley #38 da paso a la creación de los bosques auxiliares insulares. Al Comisionado de Agricultura y del Trabajo se le concede la facultad de reconocer como bosques auxiliares insulares a aquellos terrenos dedicados a la producción y desarrollo de árboles forestales cuya área no fuera menor de cincuenta cuerdas y de que estuviera localizada a una altura no menor de mil pies sobre el nivel del mar. Éstos estarían eximidos del pago de contribuciones sobre la propiedad.

Ley #39 autoriza al Departamento de Agricultura y del Trabajo, a través de la División Forestal, a adquirir mediante el proceso de compra o expropiación forzosa tierras (forestales o no) para ser destinadas a fines forestales.

Se inaugura el Servicio Forestal Silvícola. El Servicio Forestal y los agentes agrícolas se dan a la tarea de que los agricultures procedan a realizar prácticas de dasonomía en sus propiedades.

William Kramer, Supervisor del Bosque Nacional de Luquillo, destaca la necesidad de adquirir conocimientos científicos de los bosques tropicales. Dentro de esa perspectiva, estimula el establecimiento de una estación experimental de silvicultura en Puerto Rico a la vez que señala el potencial que ello representa en tiempos de guerra.

1929-1932 Durante la incumbencia de Theodoro Roosevelt hijo, como Gobernador de Puerto Rico, destacó la gran demanda de los productos forestales tropicales de parte de los Estados Unidos de Norteamérica y la importancia del Nacional de Luquillo dentro del sistema de bosques federal.

1931 Bosque Nacional de Luquillo adquiere 1422 acres adyacentes al este del mismo mediante donación que realizó el Gobierno de Puerto Rico.

1931-1935 Thomas R. Barbour, Supervisor del Bosque Nacional de Luquillo y Jefe del Servicio Forestal Federal e Insular de Puerto Rico.

1932 Huracán de San Ciprián el cual en su ruta incursionó en el Bosque Nacional de Luquillo destrozó la riqueza forestal del país.

1935-1943 Establecimiento por orden del Presidente Roosevelt de la Administración de Reconstrucción de Puerto Rico. Entre sus funciones se ubicaba la adquisición de terrenos para la producción de maderas y la protección de las cuencas hidrográficas. Mediante la División Forestal de esta agencia se fueron adquiriendo tierras para ser forestadas. Al ser donadas 17,725 cuerdas al Departamento de Agricultura y Comercio se crearon los bosques insulares de Carite, Río Abajo, Guilarte, Guajataca y Susúa.

1935 Bosque Nacional de Luquillo pasa a denominarse como Bosque Nacional del Caribe.

1936 Evan Worth Hadley, Supervisor del Bosque Nacional del Caribe y Jefe del Servicio Forestal Federal e Insular de Puerto Rico.

1939 Establecimiento del área recreativa denominada La Mina en el Bosque Nacional del Caribe.

Establecimiento de una Estación Experimental Tropical Forestal en el Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico. Arthur T. Upson se convierte en su primer Director a la vez que es Jefe del Servicio Forestal Federal e Insular de Puerto Rico.

Se inicia la publicación trimestral y trilingüe (español, inglés y francés) "The Caribbean Forester" bajo el auspicio y colaboración de la Estación Forestal del Sureste de los Estados Unidos de Norteamérica. Su propósito era servir de un medio de intercambio de experiencias, conocimiento e información entre el personal científico forestal y las ciencias aledañas del Caribe.

1943 Servicio Forestal Federal establece un acuerdo con la Autoridad de Tierras de Puerto Rico para la implantación y desarrollo de una política silvícola relativa a la administración de los bosques de la zona caliza. (Bosque Experimental de Cambalache).

1943-1948 Arthur P. Upson, Supervisor del Bosque Nacional del Caribe, Jefe del Servicio Forestal Federal e Insular de Puerto Rico y Director de la Unidad Forestal Tropical ubicada en Río Piedras.

1944 Puerto Rico ocupó el quinto lugar entre todos los estados y territorios de los Estados Unidos de Norteamérica en la siembra de árboles forestales en fincas privadas. Entre las agencias aledañas responsables de tal éxito figuraba el Servicio de Extensión Agrícola.

1945 Se establece el vivero La Catalina cerca del poblado de Palmer en Río Grande en los predios del Bosque Nacional Caribe. Dos años después de su instalación poseía una capacidad productiva de seis millones de arbolitos y plantas ornamentales. Eventualmente este vivero se dedicaría a la producción de árboles madereros.

1946 Puerto Rico es reconocido como el país de mayor progreso en las investigaciones forestales del Caribe.

1947 Se establece el vivero del Toa en las cercanías del pueblo de Dorado en unas 42 cuerdas que fueron cedidas por la Autoridad de Tierras. Este vivero se orientará hacia la producción de los árboles forestales y ornamentales.

1949-1951 William H. Cole, Supervisor del Bosque Nacional del Caribe y Jefe del Servicio Forestal Federal e Insular de Puerto Rico.

1950 Creación de dos nuevas unidades forestales las cuales estaban ubicadas en la zona cársica de la Isla: Vega y Cambalache.

Periódico El Mundo destaca la presencia de un árbol de guayacán (*Guaiacum officinale*) cuya edad estimada es de unos quinientos años como un atractivo turístico en el Bosque de Guánica.

1951-1953 Henry B. Bosworth, Supervisor de Bosque Nacional del Caribe, Director de la Región Tropical.

1951 Convención Constituyente laboró sin éxito alguno para dotar a Puerto Rico de un árbol, flor, ave y pez nacional.

1952 Periódico El Mundo populariza una postal navideña con la Ceiba Cuatro Calles de la ciudad de Ponce con el lema "Ejemplar de auténtico oro nativo".

1953 Servicio Forestal Insular se separa de la jurisdicción del Servicio Forestal Federal. Luis Rivera Santos, Secretario de Agricultura y Comercio de Puerto Rico, designa a Miguel Hernández Agosto como el Director de la Sección de Bosques, Pesca y Fauna Silvestre.

R.E.Mc Ardle, el Jefe del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica visita a Puerto Rico y determina la necesidad de planificación para convertir a Puerto Rico en un centro de investigaciones de silvicultura tropical para los Estados Unidos y América Latina.

Puerto Rico es sede del Tercer Curso Internacional de Dasonomía Tropical.

Acta Científica 21(1-3):53-60, 2007

PRESUNTOS IMPLICADOS: RATAS Y MANGOSTAS ¿PLAGAS ECOLÓGICAS?

Francisco Watlington Linares
Catedrático de Geografía
Universidad de Puerto Rico, Río Piedras 00932

RESUMEN

Las ratas comunes (Muridae: *Rattus*) y las mangostas (Viverridae: *Herpestes*) naturalizadas en Puerto Rico han sido tradicionalmente estigmatizadas como plagas ajenas al medio ecológico de la Isla, idealizado como un entrelazado trófico de plantas y animales de antigua prosapia coevolucionados en aislamiento vulnerable al desplazamiento por especies alienígenas. Sin embargo, la evidencia paleontológica, arqueológica y ecológica disponible sugiere que los animalitos 'maléficos' son reemplazos funcionales virtuales de especies prehistóricas análogas que se han extinguido.

ABSTRACT

Common rats (Muridae: *Rattus*) and mongooses (Viverridae: *Herpestes*), long naturalized in Puerto Rico, have been traditionally stigmatized as plagues foreign to the ecological environment of the Island, idealized as a complex trophic network of ancient plants and animals coevolved in isolation and vulnerable to displacement by alien species. However, available paleontological, archaeological and ecological evidence suggests that the maligned beasts are virtual functional replacements for extinct prehistoric faunal analogs.

Según el folclor ecológico, las ratas y las mangostas son antagonistas que conviven tranquilamente porque las primeros salen de noche y las segundas de día. Ambos solo comparten la maldición de los ecólogos bioxenófobos, que los condenan por extraños sempiternos perniciosos al ordenamiento edénico de nuestro reino natural isleño. El repudio a las ratas se hace con resignación, ya que han sido acompañantes inevitables de las migraciones humanas, incluso a los lugares más aislados del mundo. Para algunos puristas, sin embargo, resulta imperdonable que la temible mangosta haya sido introducida intencionalmente en islas tropicales como Puerto Rico, cuya fauna nativa se supone demasiado 'ingenua' y frágil para soportar semejante depredador.

Pero, ¿Cuánta fama merece realmente el minúsculo 'carnívoro'? Se le conoce popularmente en Puerto Rico como "ardilla", por su símil rabilargo con el esquilo, vivaz roedor vegetariano que aún no ha llegado a la Isla. Su nombre científico es *Herpestes javanicus*, una de las especies más pequeñas, aunque ampliamente distribuidas, de la subfamilia carnívora Herpestinae (Familia: Viverridae), natural de los trópicos y subtrópicos de África y Asia (Macdonald 2006). La parentela comprende unas 30 especies cuyo peso adulto va desde 300g hasta 500g. El peso promedio de la mangosta criolla es de más o menos medio kg. Es un animalito solitario, en contraste con ciertas especies emparentadas que forman complejas sociedades gregarias.

Si nuestra diminuta "ardilla" no acecha sigilosas en la noche, ni irrumpe en pandillas salteadoras, ¿A qué debe su notoriedad predatoria? Todo comenzó en 1898, el mismo año en que Estados Unidos

invadió a Puerto Rico. En el anuario federal de agricultura de ese año, el subsecretario T.S. Palmer publicó un extenso artículo advirtiendo sobre "el peligro de introducir animales y pájaros dañinos" (Palmer 1899).[1] El autor, un biólogo reconocido, destacó a la mangosta como uno de los mayores estorbos ("pest") a los "intereses del hombre" en las islas antillanas y del Océano Pacífico donde había sido introducido desde 1872.

En esa fecha, 26 años antes, un hacendado de nombre W. Bancroft Espeut, introdujo en Jamaica nueve animales de la especie, importados de la India, con intención de controlar la plaga de ratas y ratones que asolaba sus cañaverales (Vilella y Zwank 1993). Aparentemente la introducción logró su objetivo. La finca de Espeut quedó casi libre de roedores en tres años y la noticia de su éxito se propagó tan rápidamente como las mangostas, de modo que antes del fin de siglo habían sido introducidas en la mayoría de las islas antillanas con importantes empresas azucareras.

Sin embargo, T.S. Palmer inició la demonización de la mangosta con la advertencia de que su reproducción desmedida y hábitos omnívoros no solo habían disminuido las ratas y ratones en Jamaica. Según afirmaba Palmer, la mangosta:

"Había destruido cerdos jóvenes, cabritos, ovejas, gatitos, perritos, la jutía ["coney"], pollos, caza, aves que anidaban sobre o cerca del suelo, huevos, culebras, lagartijos terrestres, ranas, huevos de tortuga y cangrejos de tierra…

También se sabe que come guineos maduros, piñas, maíz tierno, aguacates, batatas, cocos, y otras frutas."

Palmer no acaba ahí. Atribuye a la mangosta haber llevado al borde de la extinción a varias especies de aves jamaiquinas: perdices, tórtolas y petreles, todas especies 'terreras' (y de paso apetecidas por los humanos). Palmer detalla además la disminución de cinco especies de culebras inofensivas, veinte especies de lagartijos, las tortugas de aguas dulces y marinas y avecillas insectívoras. Todo esto, y las plagas de insectos que siguieron a la desaparición de las especies insectívoras fue el perverso resultado de haber introducido la mangosta en Jamaica.

Tras semejante descarga, Palmer recapacita haciendo la salvedad de que "recientemente" la situación había cambiado. Anuncia que la inundación comenzaba a bajar. La gente se quejaba menos de la depredación de sus pollos, y las aves y lagartijas aumentaban. Según Palmer, las especies nativas y la intrusa se acomodaban a la convivencia y un nuevo equilibrio estaba en vías de establecerse.

En Hawaii, sin embargo, insistía Palmer, la mangosta aceleraba el exterminio de las aves endémicas, especialmente del "néné", un corpulento ganso (*Branta sandvicensis*) que apenas puede levantar vuelo, manjar de los humanos desde tiempos prehistóricos. Aunque la depredación de huevos y crías desatendidos en sus nidos terreros es un hecho (Stone *et al*. 1983), la exageración se impone. Un montaje museológico fotografiado y difundido por *National Geographic* (Royte y Johns 1995) exhibe una mangosta devorando un "néné" adulto, creando la alucinada impresión de que tan minúsculo cazador osaría desafiar la legendaria agresividad de los gansos. La fama inmerecida de la mangosta isleña parece derivar de la prepotencia de otra especie similar pero de mayor tamaño de la India (probablemente *Herpestes edwardsii*) cuya habilidad para vencer las temibles serpientes cobra fue popularizada por el escritor indo-inglés Rudyard Kipling en el clásico cuento para niños, *Rikki-Tikki-Tavi* (Kipling 1895).

Curiosamente, Palmer afirma que en Puerto Rico la mangosta era considerada beneficiosa por los hacendados cañeros, quienes le habían informado que las ratas no hacían tanto daño como antes de su introducción. Impresión similar en Jamaica avaló la rápida diseminación del vivérrido a las principales islas cañeras del Caribe y del Pacífico. No obstante,

[1]El diario ***New York Times*** adelantó un resumen noticioso de la pieza de Palmer el 21 de noviembre de 1898.

durante el siglo 20 la convergencia de teorías ecológicas bionacionalistas y bioxenófobas con el creacionismo anti-darwiniano conceptualiza un orden de la naturaleza susceptible a la devastación por la invasión de especies alienígenas. La demonización de la mangosta antillana ha servido como escarmiento ejemplar del paradigma.[2]

Al pliego condenatorio de la mangosta se añade su implicación en los brotes esporádicos de rabia ocurridos en el siglo 20. A mediados del siglo se le señaló como el portador principal del virus, zoonosis mortífera que también infecta a perros, gatos, equinos y ganados diversos (Tierkel *et al*. 1952). A pesar de evidencia contradictoria, el cargo ha persistido (Everard y Everard 1992). En otros países, como Trinidad, Hawaii, e India, no se ha vinculado la rabia a las mangostas. Aunque en Trinidad los murciélagos sí son portadores, no lo son en Puerto Rico y Hawaii, para alivio de los espeleólogos (Krebs *et al*. 2003).

Los hallazgos de un estudio más reciente indican que la subespecie del virus que de vez en cuando se presenta en nuestros perros, gatos y mangostas (los que no mueren quedan inmunizados) comparte su identidad biomolecular con la que es endémica a los zorrillos (*Mephistis*: "skunks") de la región norte-central de Estados Unidos (Nadin-Davis *et al*. 2008). Esto sugiere que el origen de la zoonosis en el país pudo deberse a la introducción de zorrillos como mascotas, o de perros y gatos provenientes de la región en cuestión. Total, entre 1960 y 2000 (40 años) solo se han reportado unos 1,500 casos de rabia en Puerto Rico, la mayoría en animales domésticos y con escasa incidencia en humanos.

Siguiendo la tradición iniciada por Palmer, los ornitólogos desde Wetmore (1927) pasando por Danforth (1936) hasta Raffaele (1998) han culpado a la mangosta del exterminio de las aves terreras de Puerto Rico, como el guabairo (*Caprimulgus noctitherus*) y el carrao (*Aramus guarauna*). Otros bioecólogos los implicarían en la extinción de diversas especies isleñas de lagartijas y anfibios (Pimentel 1955; Seaman y Randall 1962).

La tradición condenatoria parece haber culminado con el dictamen del polémico biólogo de Cornell, Pimentel *et al.* (2000), al postular que en Puerto Rico y Hawaii las mangostas causan daños montantes a $50 millones anualmente. Sin embargo, el exorbitante hallazgo resulta un contrasentido a la evidencia publicada por especialistas en años precedentes. En 1992 el herpetólogo Robert Henderson puso en duda la mítica voracidad de la mangosta como protagonista de la extinción de diversas especies de reptiles y anfibios isleños. Las verdaderas causas, argumentó, entrelazan una gama de factores biogeográficos, primando la destrucción antropogénica de los hábitats naturales.

A la postre, la difamación de la mangosta naturalizada fue contundentemente desestimada por los estudios empíricos de Vilella y Zwank (1993) en el bosque seco de Guánica y Vilella (1998) en el bosque pluvial de El Yunque. Ambas investigaciones concuerdan que la mangosta es omnívora. Entre la cuarta y la tercera parte de de su dieta se compone de frutas y semillas. Del alimento animal, no más de la tercera parte consiste de vertebrados, predominando lagartijos, sapitos, ratones y pichones, en ese orden. El grueso de la dieta carnívora, más o menos el 70 por ciento, comprende insectos como cucarachas, saltamontes y grillos (35 por ciento), cienpiés (20 por ciento), caculos y otros escarabajos (15 por ciento), y arañas y crustáceos ocasionales. Los hallazgos coinciden con los obtenidos en Hawaii donde los pájaros componen solo un 4 por ciento de su dieta (Baldwin, Schwartz y Schwartz 1952). En resumen, alrededor de la mitad de la dieta usual de la mangosta está compuesta por artrópodos variados. Se trata, pues, de un insectívoro virtual, que como depredador no compara con los gatos y perros cimarrones.

Otro hallazgo sorprendente es que en el bosque seco la mangosta convive con el guabairo pequeño, especie nativa nocturna, que durante el día, cuando

[2]El sambenito de especie "mala" por "alienígena" endilgado a la mangosta es ejemplo de la malsana proclividad de la ecología de invasiones a reificar elucubraciones sin fundamentos empíricos comprobados (Véase a Slobodkin 2001).

supuestamente las mangostas están activas, duerme y anida dentro de la hojarasca y pedregales del suelo en lugares altos, alejados de las fuentes de agua que frecuentan las mangostas. Debido a la secretividad del ave, los preclaros ornitólogos lo habían declarado extinto, culpando por ello a la maldita mangosta.

Falta por esclarecer el rol funcional de la mangosta en los ecosistemas puertorriqueños que habita. ¿Cómo encaja en la red trófica (alimenticia) de flujo de energía y nutrición que la investigación bioecológica ha desentrañado? Admirablemente, a juzgar por el flujograma descriptivo que concatena los capítulos de un compendio de investigaciones sobre el tema realizado en El Yunque (Reagan y Waide 1996). Como podrá apreciarse en la ilustración citada (Figura 1), la mangosta ocupa posición destacada entre el cuarto y quinto nivel de los "consumidores", sitial que comparte con las culebras. Solo las aves de rapiña están, (en todo sentido) por encima. Lo que implica que los grandes raptores alados como el guaraguao (*Buteo jamaicensis*) son capaces de cazar mangostas. La dieta de la mangosta, por diversificada, ha de tener un "impacto ambiental" relativamente leve, dado a que su densidad típica es de 2 a 3 animales por hectárea, menos que la mitad del promedio para islas pequeñas como Santa Cruz (Hoagland *et al.* 1989).

Desestimando sus propias conclusiones gráficas, los autores de la red ecológica ilustrada se confiesan ambivalentes sobre la inserción de la mangosta, reconociendo por un lado que "podría ejercer importante rol funcional" en el bosque, y por otro que su introducción habría tenido un efecto "disruptivo" al asumir una posición trófica sin precursores nativos y por haber "contribuido" a la extinción de eslabones específicos en la red. La ambigüedad ignora la historia biogeográfica de Puerto Rico, donde hubo desde tiempos prehistóricos remotos hasta más recientes al menos una especie funcionalmente análoga a la mangosta.

La musaraña puertorriqueña (*Nesophontes edithae*) es uno de los mamíferos terrestres no volantes más antiguos de Puerto Rico. Pertenece a un género extinto de la orden Insectívora exclusiva de las Antillas Mayores, como sus parientes más cercanos del género Solenodonte que perviven aún (Macdonald 2006). Sus cráneos y mandíbulas, hallados en yacimientos paleontológicos y arqueológicos guardan un paralelismo anatómico convergente con los de la mangosta, un insectívoro funcional tres a cuatro veces mayor. El rol trófico de los *Nesophontes* se desconoce. Presumiblemente habría sido análogo al de sus "primos" los *Solenodonte* cuyos hábitos y dieta han sido estudiados (Eisenberg y Gould 1966). Los solenodontes pasan del tamaño de una mangosta grande, pero con cerebro más pequeño y comparten sus preferencias alimenticias.

El origen de las musarañas antillanas ha sido tema de polémicas biogeográficas. Se debate si pertenecen a la familia Solenodontidae, los extintos en una subfamilia Nesophontidae, o juntos a la gran familia Tenrecidae, todos entre los mamíferos placentarios más antiguos conocidos. Algunos huesitos preservados en ámbar dominicano evidencian su presencia en el mioceno antillano, 5 a 25 millones de años antes del presente (MacPhee y Grimaldi 1996). Las características anatómicas de los *Nesophontes* son tan primitivas que su afinidad con géneros similares igualmente arcaicos es ambivalente. Algunos estudiosos argumentan una procedencia de Norteamérica (MacFadden 1980). Otros proponen el transporte en balsa expulsada por un caudaloso paleorío de África occidental y propulsada por la corriente ecuatorial del Atlántico Norte y los vientos alisios, cuando la distancia a recorrer era bastante menor a la actual (Watlington 2003).[3]

Los primeros nesofontidos habrían aterrado en Puerto Rico, puntal atlántico del incipiente arco gran antillano y trasbordado más tarde por el paleorío Borinoco al casi colindante núcleo isleño que agrupaba a la antigua Española con el oriente de

[3]Las musarañas contrastan su metabolismo hiperactivo con la capacidad de entrar en sopor por tiempo indefinido cuando escasea el alimento (Macdonald 2006).

Figura 1. Comparación de ratas euroasiaticas cosmopolitas (Muridae) con una rata espinosa suramenricana (Echimydae). Desde arriba: *Rattus rattus; Rattus norvegicus; Proechimys* (rata espinosa). Cortesía de F. Feer (Emmons y Feer 1990).

Cuba. Ninguna de las dos subfamilias de insectívoros antillanos llegaron a Jamaica, lo que avala una ruta marítima siguiendo el giro del Atlántico Norte. Aparentemente, *Solenodonte* pasó de largo por Puerto Rico, sin hacer escala. Sospecho que los "primos" más "cercanos" de nuestras musarañas sean las musarañas-nutrias de África occidental (*Potomogale*) y Madagascar (*Limnogale*), que en peligro de extinción habitan riachuelos y humedales, medio ambiente también preferido por la mangosta, que según se ha observado es manjar de nuestros caimanes (*Caiman crocodilus*) cuyos huevos y pequeños suele depredar.

En vista de su millonaria existencia, la desaparición de todas las especies de *Nesophontes* en tiempos más o menos recientes es un misterio. La especie de Puerto Rico era la mayor, con un peso adulto estimado de 200g (MacFarlane 1999a), más o menos del tamaño de las ratas espinosas que llegaron mucho más tarde de Suramérica, pero con cerebro más pequeño. Nuestra musaraña habría pasado desapercibida por los raptores, menos los múcaros, si era noctívaga como la mayoría de las musarañas. En Española los nesofóntidos perduraron hasta la Conquista, pero la especie de Puerto Rico parece haberse extinguido mucho antes, tras haber convivido con la población aborigen (MacFarlane 1999b).

Además de la mangosta, el otro mamífero terrestre introducido que se destaca en el flujograma ecológico de El Yunque es la rata euroasiática (*Rattus*), cuyas "grandes biomasas individuales y elevadas tasas metabólicas sugiere que podrían jugar importantes roles funcionales en el bosque de tabonuco" (Willig y Gannon 1996). En contradicción, por el hecho de su introducción históricamente reciente se juntan las ratas a las mangostas como elementos que han "perturbado" el orden ecológico pristino. Sin embargo, antes de la invasión europea Puerto Rico ya tenía ratas

nativas, pertenecientes a la familia suramericana de ratas espinosas caviomorfas Echimydae.[4]

Las ratas espinosas, por su propensidad a la especiación alopátrica, representan el conjunto de roedores más biodiversos en especies taxonómicas y abundantes del bosque tropical suramericano (Eisenberg 1989). Aunque la especie de Puerto Rico, presuntamente extinta, fue clasificada en un género endémico, *Heteropsomys*, la reevaluación más reciente sugiere que guarda escaza diferenciación del género *Proechimys* de amplia distribución circuncaribeña (Herrera Martínez 2008). Son casi indistinguibles en apariencia externa de las ratas de introducción más reciente, con las que coexisten. Los hábitos y funcionalidad ecológica de ambos tipos son similares.

Aunque algunos *Rattus* y géneros de echímidos son arbóreos, los *Proechimys* son terrestres. Salen de sus guaridas de noche para forrajear frutas, semillas, vegetales y hongos por el sotobosque. Juegan un rol importante en la dispersión de algunos árboles almacenando las semillas distantes de donde caen y defecando las esporas de micorrizas esenciales para el desarrollo de sus raíces (Watlington 2003).[5] Las ratas espinosas mantienen densidades de hasta diez individuos por hectárea en el espacio ecológico que comparten con las *Rattus*. Aparentemente, ninguna especie suramericana ha sido desplazada y extinguida por la competición con las introducidas.

Por consiguiente, la presuntiva desaparición del *Heteropsomys* de Puerto Rico difícilmente puede atribuirse a la introducción de las *Rattus* y sus acompañantes patógenos. Desde mucho antes, sus huesitos se depositaban en los basureros de la población neolítica, lo que sugiere la convivencia con los indígenas y sus perros, quizás como plaga de las cosechas y complemento de sus potajes. ¿Habrían llegado al antiguo Borikén en canoas aborígenes? ¿Cómo saber si realmente están extintas?[6] El problema es algo espinoso, ya que se requiere peritaje anatómico especializado para distinguir las ratas caviomorfas de las comunes (Figura 2). O quién sabe, estar dispuesto a tomarlas en mano y sobarlas a contrapelo para descubrir las finas espinas que se esconden en su pelaje.

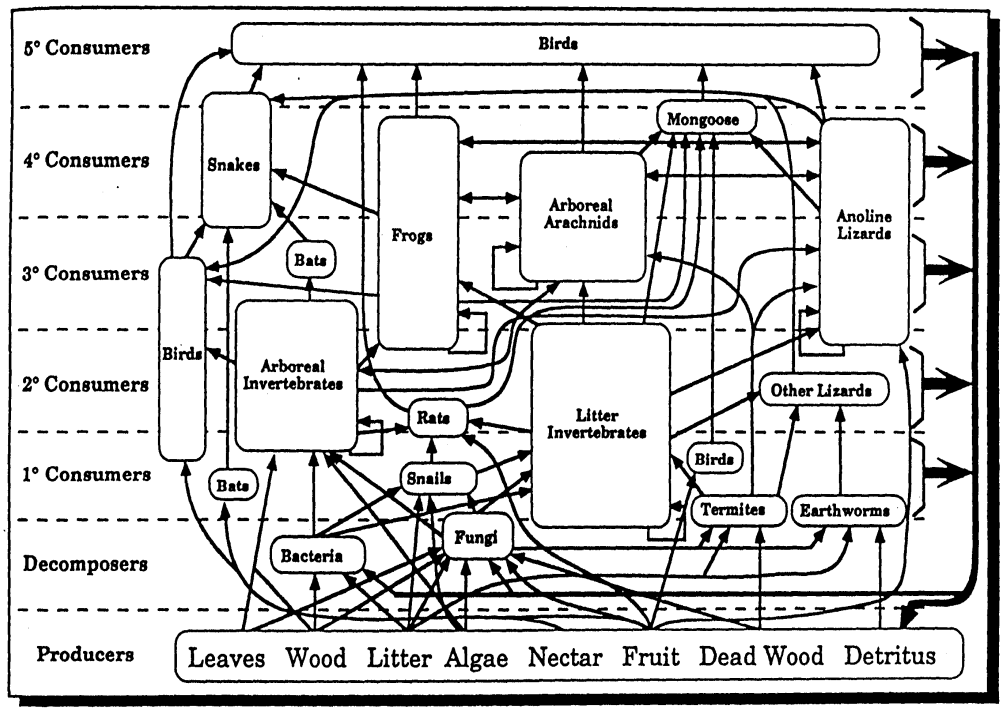
Por otro lado, es posible que la extinción de la musaraña *Nesophontes* esté ligada a la introducción de las ratas espinosas por los amerindios. Es un hecho curioso que desde que el puente terrestre panameño ofreció un corredor para la invasión de Suramérica por las musarañas de Norteamérica (Soricidae), solamente un género, *Cryptotis*, de un puñado de especies, ha logrado establecerse apenas en la esquina noroeste del continente. Análogos a los nesofóntidos en tamaño e "historia natural", dichos sorícidos habitan mayormente las montañas a elevaciones donde escasean las ratas espinosas. Aunque unos son insectívoros y los otros vegetarianos, ¿Habrá alguna incompatibilidad entre los dos tipos de mamíferos? La llegada de ratas espinosas al Borikén hace cinco milenios podría explicar la desaparición del *Nesophontes* para aquel entonces (MacPhee, Flemming y Lunde 1999; McFarlane 1999b).

[4]De la suborden continental endémica de roedores, Hystricognathi, que se distinguen de las ratas (*Muridae)* por su reproducción precocial. En contraste con los múridos, tienen muy pocos hijos, que nacen ya peludos, con los ojos abiertos y capaz de valerse por cuenta propia.

[5]Por ejemplo, la dificultad de resembrar el tabonuco (*Dacryodes excelsa*) donde se han desmontado sus bosques podría deberse a la desaparición de las ratas espinosas que habrían propagado la micorriza para el crecimiento de sus raíces.

[6]Algunos remanentes podrían persistir en parajes aislados, como ciertos islotes satétiles con el nombre sugestivo de "cayo ratones".

Figura 2. Red trófica en el bosque de El Yunque, Puerto Rico, destacando el rol funcional de ratas y mangostas (Reagan y Waide 1996).



LITERATURA CITADA

Baldwin, P.H., C.W. Schwartz y E.R. Schwartz. 1952. Life history and economic status of the mongoose in Hawaii. Journal of Mammalogy 33:335-356.

Danforth, S.T. 1936. Los pájaros de Puerto Rico. New York : Rand, McNally.

Eisenberg, J.F. y E. Gould. 1966. The behavior of *Solenodon paradoxus* in captivity with comments on the behavior of other Insectivora. Zoologica 51(1):49-58.

Emmons, L.H. y F. Feer. 1990. Neotropical rainforest mammals, a field guide. Plate 24 (adaptado en parte). Chicago : University of Chicago Press.

Everard, C.O. y J.D. Everard. 1992. Mongoose rabies in the Caribbean. Annals of the New York Academy of Sciences 653:356-366.

Henderson, R.W. 1992. Consequences of predator introductions and habitat destruction on amphibians and reptiles in the post-Columbus West Indies. Caribbean Journal of Science 28(1-2):1-10.

Herrera Martínez, A. 2008. Taxonomic review and affinities of Puerto Rican Spiny Rats (Rodentia, Echimydae, Heteropsominae). Tesis de maestría, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras.

Hoagland, D.B., G.R. Horst y C.W. Kilpatrick. 1989. Biogeography and population biology of the mongoose in the West Indies. En: C.A. Woods, editor. Biogeography of the West Indies, past, present and future. Págs. 611-634. Gainesville, Florida. Sandhill Crane Press.

Kipling, R. 1895. The Second Junglye Book. London : Macmillan.

Krebs, J.W., S.M. Williams, J.S. Smith, C.E. Rupprecht y J.E. Childs. 2003. Rabies among infrequently reported mammalian carnivores in the United States. Journal of Wildlife Diseases 39(2):253-261.

Macdonald, D. 2006. The encyclopedia of mammals. London : The Brown Reference Group.

MacFadden, B.J. 1980. Rafting mammals or drifting islands?: biogeography of the Greater Antillean insectivores *Nesophontes* and *Solenodon*. Journal of Biogeography 7:11-22.

MacPhee, R.D.E., C. Flemming y D.P. Lunde. 1999. Last occurrence of the Antillean Insectivoran *Nesophontes*: new radiometric dates and their interpretation. American Museum Novitates No. 3261, 20 p.

MacPhee, R.D.E. y D.A. Grimaldi. 1996. Mammal bones in Dominican amber. Nature 380(6574):489-490.

McFarlane, D.A. 1999a. A note on dimorphism in *Nesophontes edithae* (Mammalia: Insectivora), an extinct island-shrew from Puerto Rico. Caribbean Journal of Science 35(1-2):142-143.

McFarlane, D.A. 1999b. Late Quaternary fossil mammals and last occurrence dates from caves at Barahona, Puerto Rico. Caribbean Journal of Science 35(3-4):238-248.

Nadin-Davis, S.A., J. Vélez, C. Malaga y A.I. Wandeler. 2008. A molecular epidemiological study of rabies in Puerto Rico. Virus Research 131(1):8-15.

Macdonald, D. 2006. The encyclopedia of mammals. London : The Brown Reference Group.

Palmer, T.S. 1899. The danger of introducing noxious animals and birds. Yearbook of the Department of Agriculture for 1898. Págs. 87-110. Washington, DC. : U.S. Government Printing Office.

Pimentel, D. 1955. The control of the mongoose in Puerto Rico. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 41:147-151.

Pimentel, D., L. Lach, R. Zuniga y D. Morrison. 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. BioScience 1(1):53-65.

Raffaele, H. 1989. A guide to the birds of Puerto Rico and the Virgin Islands. Revised edition. Princeton, NJ : Princeton University Press. 272 p.

Reagan, D.P. y R.B. Waide. 1996. The food web of a tropical forest. University of Chicago Press.

Royte, E. y C. Johns. 1995. On the brink: Hawaii's vanishing species. National Geographic 188 (3):2-37.

Seaman, G.A. y J.E. Randall. 1962. The mongoose as a predator in the Virgin Islands. Journal of Mammalogy 43(4):544-546.

Slobodkin, L.B. 2001. The good, the bad and the reified. Evolutionary Ecology Research 3:1-13.

Stone, C.P., R.L. Walker, J.M. Scott y P.C. Banko. 1983. Hawaiian goose management and research -- where do we go from here? Elepaio 44:11-15.

Tierkel, E.S., G, Arbona, A. Rivera y A. de Juan. 1952. Mongoose rabies in Puerto Rico. Public Health Reports 67(3):274-278.

Vilella, F.J. 1998. Biology of the mongoose (*Herpestes javanicus*) in a rain forest of Puerto Rico. Biotropica 30(1):120-125.

Vilella, F.J. y P.J. Zwank. 1993. Ecology of the Small Indian Mongoose in a coastal dry forest of Puerto Rico where sympatric with the Puerto Rican Nightjar. Caribbean Journal of Science 29(1-2):24-29.

Watlington, F. 2003. The physical environment: biogeographical teleconnections in Caribbean prehistory. En: J. Sued Badillo (editor). General History of the Caribbean, Vol. 1: Authoctonous Societies, págs. 30-92. UNESCO-London : MacMillan.

Wetmore, A. 1927. The birds of Porto Rico and the Virgin Islands. New York Academy of Science, Scientific Survey of Porto Rico and the Virgin Islands, Vol. 9, pt. 4.

Willig, M.R. y M.R. Gannon. 1996. Mammals. En: D.P. Reagan y R.B. Waide (editors). The food web of a tropical forest. Págs. 399-430. University of Chicago Press.

Acta Científica 21(1-3):61-65, 2007

SINERGIA SOSTENIDA: LAS POLILLAS Y EL DR. WOLCOTT

Frank H. Wadsworth
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

Se describe la sinergia entre una colonia de insectos y un entomólogo curioso. Juntos determinan las preferencias relativas de los insectos entre más de 80 especies de maderas locales. Determinan también la relación entre la resistencia de la madera al ataque por los insectos y la densidad y composición química de la madera. Finalmente, comparan una gama de químicos para aumentar la resistencia de las maderas.

LA SINERGIA

La "polilla" de madera seca, (*Cryptotermes brevis* Walker) es la termita de más distribución mundial. Con una vida críptica, consume la madera en uso, generalmente dentro de residencias. El Dr. George Norton Wolcott (1889-1965), como entomólogo de la Estación Experimental de la Universidad de Puerto Rico, después de estudiar insectos de importancia agrícola en los Estados Unidos, la República Dominica, Haití, Venezuela y Perú y principiar descripciones de todos los insectos de Puerto Rico (Wolcott 1923), concentró su atención en las polillas que compartían su escritorio. Nos dejó una herencia ejemplar de la investigación científica. Esta es la termita que se acerca a las luces con alas transparentes, no el comején (*Nasutotermes*) que también se acerca a las luces pero con alas negras y produce nidos grandes exteriores.

La curiosidad del doctor fue sobre las preferencias de las polillas entre las distintas maderas y su razón. Los resultados de sus estudios se publicaron hace tiempo (Wolcott 1924, 1946b, 1950). El valor de su estudio sigue en aumento ya que la mitad de la Isla se ha reforestado naturalmente con maderas útiles. Éstas contienen carbón secuestrado del aire que queremos retener así durante su uso, evitando su liberación por las polillas.

Como una fuente de los trabajadores de sus estudios el doctor sostuvo la población de las polillas del escritorio que compartían. Concurrió el doctor con la escultura tipo "sandwich" de su madera terciada. A su progenie el doctor ofreció una dieta de 530 de las maderas del mundo. Para este banquete les proveyó un comedor oscuro en un horno a 32° C para estimular sus apetitos. Las polillas, a cambio, apoyaron al doctor durante la mayor parte de su carrera profesional, dándole evidencia para 14 publicaciones científicas.

Las polillas le hicieron al doctor otros favores, como una vez que él se ausentó de vacaciones. Sus revistas mensuales recibidas se amontonaron encima del escritorio. Las polillas debajo, curiosas por un área de uniformidad de la temperatura encima de ellas, subieron para explorar. Se comieron las revistas hasta que llegaron a "Scribners" donde ni entraron. Así le proveyeron evidencia al doctor de algo repelente en el papel. Lástima que ningunos de los representantes de Scribners que llamó el doctor lo consideró cuerdo.

LOS ESTUDIOS COMPARATIVOS

Del Servicio Forestal llegaron al doctor muestras de maderas de Puerto Rico para ofrecer a las polillas. Por iniciativa propia él obtuvo maderas de otros países y químicos para probar en soluciones como repelentes. Para demostrar las preferencias de las polillas el doctor las encerraba en placas de Petri con muestras de seis a ocho maderas, para remover las más atacadas en secuencia. Lo repetía con diferentes combinaciones de maderas hasta que pudo asignar valores numéricos de resistencia relativa a cada una.

Los valores de resistencia de las maderas asignadas por el doctor no indican directamente si una madera va a sufrir ataque por las polillas. Para una madera en uso, esto depende también de su exposición, proximidad a luces de noche y la presencia de escondites para las polillas y la cantidad en número de años expuestas (Wolcott 1946c). Los valores relativos de resistencia de las maderas que se encuentran en Puerto Rico aparecen en la Tabla 1. Una curiosidad fue la madera del árbol "tea" o "cuabilla" (*Amyris elemifera*) un árbol pequeño de la costa sur. Fue asignada "100+" por ser tan repelente que las polillas ni la pisaban y encerradas con ella, murieron.

LAS CAUSAS DE LA RESISTENCIA

Dr. Wolcott exploró también las causas de la resistencia de las maderas al ataque por las polillas (Wolcott 1946a). La densidad de la madera en sí, parece relacionada. De 8 maderas del grupo más resistente (80-100) el promedio de su peso específico (Longwood 1961) es 0.83 mientras que en 10 de las maderas más susceptibles (20-39) el promedio es 0.49. Sin embargo, la madera de la casuarina (*Casuarina equisetifolia*), con un peso específico al horno de 0.99 (Longwood 1961), es relativamente susceptible a las polillas (37), mientras que la madera del samán (*Samanea saman*), con solo la mitad de esa densidad, es mucho más resistente (78). La atracción mayor de la albura, la madera más clara cerca de la corteza, comparada con la madera del corazón de la misma especie, fue postulada por su contenido mayor de almidón y azúcares digestibles por las polillas.

Al encontrar el doctor que la excreta de las polillas variaba, según la madera, desde 50 hasta 90 por ciento de su peso consumido, él pensaba que la resistencia de la madera dependía de su proporción no digestible. La celulosa es digestible por las polillas pero otros componentes, principalmente lignina, no lo son. Las maderas más resistentes (80-100) contienen 47-51 por ciento de lignina (Marchán 1946) mientras las más susceptibles (20-39) contienen solo 20-39 por ciento. Pero también falla esto como indicador universal de la resistencia. La madera de la moca (*Andira inermis*), con el mayor por ciento de lignina (51 por ciento) tiene un valor de resistencia de sólo 45. La resistencia alta de las maderas de la caoba dominicana (*Swietenia mahagoni*) y la teca (*Tectona grandis*), (las dos de 80) además de por cientos de lignina de 36 y 50 por ciento respectivamente, depende también de componentes adicionales que las polillas no digieren.

LA PRESERVACIÓN DE LA MADERA

Dr. Wolcott también averiguó cómo hacer resistentes las maderas naturalmente susceptibles al ataque de las polillas (Wolcott 1943, 1945). Una mano superficial de un insecticida sobre la madera no es suficiente, aunque algunas láminas plásticas gruesas pueden ser efectivas. Las pruebas del estudio consistieron en sumergir muestras [de almácigo, *Bursera simaruba,* una de las maderas más susceptibles (23)] durante 10 minutos en soluciones acuáticas. Luego, las muestras secadas fueron expuestas a las polillas con la madera resistente de la caoba dominicana como una norma. Casi todos los químicos orgánicos probados eran volátiles y por lo tanto faltaba un efecto duradero. De los químicos inorgánicos los estudios probaron los metales de aluminio, cadmio, cinc, cobre, crómico, hierro, y mercurio y como acetatos, bromuros, cromados, fluoruros, fosfatos, nitratos, sulfuros, y yoduros. Entre las variadas soluciones

Tabla 1. Resistencia relativa de las maderas en Puerto Rico al ataque por la polilla.

Repelente	
Palo de tea, *Amyris elemifera*	100+
Tanto o más resistentes que la caoba dominicana (80-100)	
Algarrobo, *Hymenaea coubaril*	88
Almendrón, *Prunus occidentales*	84
Bariaco, *Krugiodendron ferreum*	83
Caoba Dominicana, *Swietenia mahagoni*	80 (albura 58)
Ciprés calvo, *Taxodium distichum*	100 (albura 38)
Gaeta, *Trichilia pallida*	84
Guayacán, *Guaiacum officinale*	100 (albura 58)
Indio, *Erythroxylon areolatum*	81
Maga, *Thespesia grandiflora*	87
Mora, *Chlorophora tinctoria*	90
Teca, *Tectona grandis,* 80 (albura 50)Tinacio, *Trichilia hirta*	86 (albura 61)
Resistencia entre la caoba dominicana y el capá prieto (60-79)	
Acacia amarilla, *Albizia lebbeck*	75
Aceitillo, *Zanthoxylum flavum*	72
Ausú, *Pimenta racemosa*	71
Capá prieto, *Cordia alliodora*	60
Caracolillo, *Homalium racemosum*	71
Cedro hembra, *Cedrela odorata*	61
Cóbana negra, *Stahlia monosperma*	73
Granadillo, *Buchenavia tetraphylla*	69
Guanacaste, *Enterolobium cyclocarpum*	67
Guaraguao, *Guarea guidonia*	70
Malagueta, *Pimenta racemosa*	71
Moralón, *Coccoloba pubescens*	72
Ortegón, *Coccoloba rugosa*	72
Samán, *Samanea saman*	76
Saúco cimarrón, *Turpinia occidentalis*	73
Úcar, *Bucida buceras*	75
Resistencia entre el capá prieto y el laurel sabino (40-59)	
Aguacate, *Persea americana*	48
Aquilón, *Neolaugeria resinosa*	52
Ausubo, *Manilkara bidentata*	58
Bayahonda, *Prosopis pallida*	50
Cacao motillo, *Sloanea berteriana*	53
California redwood, *Sequoia sempervirens*	54
Caoba hondureña, *Swietenia macrophylla*	59
Capá blanco, *Petitia domingensis*	51
Cedro macho, *Hyeronima clusioides*	47
Douglas fir, *Pseudotsuga menziesi*	55
Higüerillo, *Vitex divaricata*	42

Tabla 1. Resistencia relativa de las maderas en Puerto Rico al ataque por la polilla (continuación).

Hueso blanco, *Linociera domingensis*	46
Jácana, *Pouteria multiflora*	46
Jagüilla, *Magnolia portoricensis*	52
Laurel geo, *Ocotea leucoxylon*	48
Laurel sabino, *Magnolia splendens*	40
Leche prieta, *Micropholis chrysophylloides*	48
Mangle botón, *Conocarpus erecta*	45
Mangle colorado, *Rhizophora mangle*	50
Mango, *Mangifera indica*	48
Masa, *Tetragastris balsamifera*	45
Moca, *Andira inermis*	46
Pajuil, *Anacardium occidentale*	43
Palo amargo, *Rauwolfia nitida*	45
Péndula, *Citharexylum fruticosum*	43
Southern yellow pine, *Pinus* spp.	55
Con poca resistencia (20-39)	
Achiotillo, *Alchornea latifolia*	21
Almácigo, *Bursera simaruba*	23
Almendro, *Terminalia catappa*	32
Café, *Coffea arabica*	28
Caoba Africana, *Khaya ivorensis*	30
Casia de Siam, *Senna siamea*	33
China, *Citrus sinensis*	27
Cupey, *Clusia rosea*	30
Flamboyán. *Delonix regia*	20
Guaba, *Inga vera*	27
Guácima, *Guazuma ulmifolia*	33
Guano, *Ochroma pyramidale*	33
Guara, *Cupania americana*	23
Guayaba, *Psidium guajava*	32
Jagua, *Genipa americana*	34
Jobo, *Spondias mombin*	24
Laurel de la India, *Ficus microcarpa*	32
Mamey, *Mammea americana*	30
Mangle negro, *Avicennia germinans*	23
Manzanilla, *Hippomane mancinella*	31
María, *Calophyllum brasiliense*	36
Maricao, *Byrsonima spicata*	39
Molinillo, *Hura crepitans*	28
Nuez moscada, *Ocotea moschata*	36
Palma real, *Roystonea borinquena*	35
Panapén, *Artocarpus communis*	25
Pino australiano, *Casuarina equisetifolia*	37
Pomarrosa, *Syzygium jambos*	22
Roble blanco, *Tabebuia heterophylla*	34
Tabonuco, *Dacryodes excelsa*	31
Tamarindo, *Tamarindus indica*	29
Yagrumo hembra, *Cecropia schreberiana*	28

Dr. George Norton Wolcott

efectivas la más práctica era la de una onza del sulfato de cobre por galón de agua (Wolcott 1949). Ésta, diluida tanto que ni imparte color a la madera, no es repelente, sino tóxica.

LITERATURA CITADA

Longwood, F.R. 1961. Puerto Rican woods, their machining, seasoning and related characteristics. Washington, DC. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Handbook 205, 98 p.

Marchán, F.J. 1946. The lignin, ash, and protein content of some neotropical woods. Caribbean Forester 7(2):135-138.

Wolcott, G.N. 1923. Insectae portoricensis. Journal of Agriculture. University of Puerto Rico 7:311.

Wolcott, G.N. 1924. The comparative resistance of woods to the termite *Cryptotermes brevis* Walker. Río Piedras, Puerto Rico Departamento de Agricultura y Labor, Estación Experimental Insular. Boletín No. 33. 15 p.

Wolcott, G.N. 1943. How to make wood unpalatable to the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* Walker I With inorganic compounds. Caribbean Forester 4(4):145-156.

Wolcott, G.N. 1945. Cómo lograr que la madera no sea apetecible al termes de la madera seca, *Cryptotermes brevis* Walker III. Caribbean Forester 6(4):256-266.

Wolcott, G.N. 1946a. Factores en la resistencia natural de las maderas al ataque de los termes. Caribbean Forester 7(2):139-149.

Wolcott, G.N. 1946b. Lista de las maderas de acuerdo con su resistencia al ataque del termes de la madera seca, *Cryptotermes brevis* Walker. Caribbean Forester 7(4):335-336

Wolcott, G.N. 1946c. What to do about polilla?. Río Piedras, Puerto Rico. University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station Bulletin 68. 25 p.

Wolcott, G.N. 1949. Los compuestos de cobre que logran mayor efectividad en infundirle resistencia a la madera contra la polilla., *Cryptomeria brevis* Walker. Caribbean Forester 10(3):200-203.

Wolcott, G.N. 1950 An index to the termite resistance of woods. Río Piedras, Puerto Rico. University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station Bulletin No. 85. 26 p.

Página en blanco

Acta Científica 21(1-3):67-80, 2007

LA CONSERVACIÓN Y VULNERABILIDAD A LA URBANIZACIÓN DEL KARSO[1] PUERTORRIQUEÑO

Ariel E. Lugo y Eileen H. Helmer
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
y
Abel Vale
Ciudadanos del Karso
497 Avenida E. Pol, Box 230
San Juan, Puerto Rico 00926-5636

RESUMEN

El karso cubre el 27 por ciento de la superficie de Puerto Rico y contiene recursos naturales de enorme valor para la Isla y la sustentabilidad de su calidad de vida. En este ensayo, enumeramos las características y valores del karso puertorriqueño, revisamos las leyes, reglamentos y mecanismos disponibles para la conservación de este recurso natural y analizamos la vulnerabilidad del karso a desarrollos urbanos incompatibles con su conservación. Encontramos que Puerto Rico cuenta con excelentes leyes y políticas públicas para proteger sus recursos naturales--inclusive el karso-- pero aparenta carecer de voluntad gubernamental para hacer valer esas leyes y reglamentos. La tasa de urbanización en el karso aparenta estar en aumento. De hecho, 8.4 por ciento adicional del karso es vulnerable a urbanizarse en los próximos años. Concluimos que para asegurar la conservación del karso a perpetuidad, es necesario aumentar la proporción de estos terrenos en el dominio público a la vez que se fiscaliza con más efectividad la actividad gubernamental relacionada a la implantación de la política pública ambiental del país.

ABSTRACT

The Puerto Rican karst region covers 27 percent of the surface of the Island and contains valuable natural resources that are needed to sustain the island's life quality. We discuss the characteristics and values of the Puerto Rican karst, review the laws, regulations, and mechanisms available to conserve this region, and analyze its vulnerability to urbanization and incompatible uses. We found that Puerto Rico has an adequate body of laws and regulations, and mechanisms to protect its natural resources, including the karst. However, the island government appears to lack the will to implement them. The rate of urbanization in the karst appears to be increasing, and 8.4 percent is vulnerable to additional development in the short-term. We conclude that to assure the perpetual conservation of the Puerto Rican karst region, more land needs to be incorporated into the

[1]En América Latina se usa indistintamente karso o carso. Utilizamos karso y caliza en forma intercambiable.

public domain and at the same time ovsersight over the government's environmental actions needs to increase and improve in its effectiveness.

INTRODUCCIÓN

El karso cubre el 27.5 por ciento de la superficie de Puerto Rico (Tabla 1) y se extiende por casi toda la Isla con la excepción del sector sureste y las altas elevaciones de la Cordillera Central (Fig. 1a, b). A pesar de su amplia distribución geográfica, el karso comúnmente se asocia más a la caliza del norte y más específicamente a la franja kárstica, que es una masa continua de roca caliza expuesta a los elementos climáticos entre el norte de Bayamón y Rincón (Fig. 1b). En esta porción del karso, el drenaje es mayormente subterráneo (Fig. 1c). En el llano costero entre Luquillo y Arecibo, la roca caliza está mayormente cubierta por una gruesa capa de sedimento, producto de la erosión en las montañas volcánicas del país. Esta zona de valles aluviales recibe atención por los procesos hidrológicos en la superficie y generalmente se ignoran los procesos subterráneos en las rocas calizas subyacentes.

La zona caliza del sur ocurre en un clima seco, lo que retarda los procesos hidrogeológicos y el desarrollo de formaciones kársticas. La región se distingue más por sus atractivos bosques secos, en particular el bosque de Guánica designado como una reserva biosférica de las Naciones Unidas. En las zonas de caliza dispersas por el resto de la Isla, la masa kárstica es pequeña y por lo tanto su importancia e influencia se enmascara por el entorno volcánico en la cual se encuentra. Además, estas regiones han recibido poca atención científica y su riqueza natural no se ha documentado sistemáticamente.

Los datos en la Tabla 1 indican que la cobertura de bosques en el karso es alta (49 por ciento en la franja kárstica). Los suelos en esta región generalmente no son aptos para la agricultura. Irónicamente, en los valle aluviales del karso se encuentran los mejores suelos agrícolas de Puerto Rico (Lugo *et al*. 2001).

Independientemente de su ubicación o extención geográfica, todas las zonas kársticas de Puerto Rico tienen características y valores que contribuyen a la diversidad y funcionamiento del paisaje puertorriqueño. Las características y los valores del karso son generalmente desconocidos por el público y por eso las funciones geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y ecológicas del karso no se valorizan. Esta situación convierte al karso puertorriqueño en una región vulnerable a usos incompatibles con su naturaleza.

En este ensayo, discutimos tres aspectos de la conservación del karso. Primero, tomamos como base el análisis de Lugo *et al*. (2001) y resumimos brevemente las características y los valores del karso. Luego, examinamos el grado de protección con que cuenta este sistema usando como guía las leyes, reglamentos y designaciones de reservas públicas en la región. Finalmente, discutimos la vulnerabilidad del karso norteño ante desarrollos urbanos. El desarrollo urbano en cualquier zona kárstica transforma fundamentalmente la región a estados que eventualmente no son sostenibles y causan problemas a largo plazo para la economía (Lugo *et al*. 2001).

Características y Valores del Karso

Para entender las características del karso, es necesario tomar en cuenta aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos y ecológicos. Estos cuatro aspectos en conjunto definen lo que es el karso. Geológicamente, el karso de Puerto Rico es roca caliza producto del metabolismo de arrecifes de coral que existieron en la costa de la Isla hace millones de años. Cambios en el nivel del mar y movimientos tectónicos son responsables por el levantamiento del armazón de estos arrecifes de coral y la formación de la masa terrestre que hoy conocemos como el karso. Las rocas calizas más antiguas de Puerto Rico se remontan a sobre 30 millones de años (Tabla 2). Desde entonces, se depositaron en la Isla distintas clases de formaciones calizas de variadas edades, espesores y características físicas y químicas

Tabla 1. Algunos datos sobre la cobertura de distintos usos de terreno en el karso de Puerto Rico. Los datos son de Lugo *et al.* (2001).

Unidad (ha)	Franja kárstica	Caliza del norte	Caliza del sur	Caliza dispersa	Total
Área total	142,544	218,692	21,022	4,571	244,285
Suelos agrícolas	39,830	65,411	1,837	390	67,638
Suelos no aptos para la agricultura	102,714	153,281	19,185	4,181	176,647
Cobertura urbana (1977-1978)	14,556	36,085	1,362	402	37,849
Cobertura urbana (1994)	19,272	43,881	2,176	509	46,566
Cobertura de bosque (1977-1978)	69,553	77,320	16,300	1,826	95,446

(Tabla 2). Al ser expuestas al clima y atmósfera tropical (particularmente el viento, la lluvia, el CO_2 y las altas temperaturas) estas formaciones rocosas fueron transformadas a distintas estructuras geomorfológicas que hoy se reconocen como mogotes, sumideros, cuevas, acantilados y otras listadas en la Tabla 3. Cada formación caliza está asociada a distintos rasgos geomorfológicos, razón por la cual el karso puertorriqueño exhibe una alta diversidad de estructuras en un área geográfica relativamente pequeña. El karso puertorriqueño es altamente diverso en su expresión geomorfológica. Cada una de estas estructuras geomorfológicas tiene su propio historial y característica y sostiene distintos sistemas ecológicos e hidrológicos. Ríos subterraneos, acuíferos, humedales y manantiales son ejemplos de los sistemas hidrológicos del karso. Bosques, ciénagas, pantanos, estuarios y lagunas son ejemplos de los sistemas ecológicos de la región kárstica. Todos estos sistemas están descritos en detalle en Lugo *et al.* (2001).

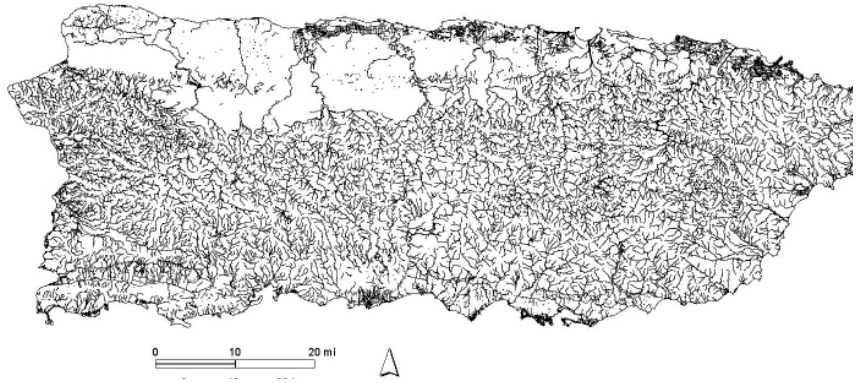
En conjunto, los sistemas geológicos, geomorfológicos, hidrológicos y ecológicos de la región del karso albergan una riqueza extraordinaria de especies de plantas y animales (Tabla 4) muchas de las cuales son endémicas a la región o a Puerto Rico y otras que se consideran en peligro de extinción (Lugo *et al*. 2001). El karso se caracteriza por un extenso caudal de valores que contribuye directamente a la calidad de vida y economía de Puerto Rico. La Tabla 5 contiene una lista de 24 recursos ambientales de la caliza del norte de Puerto Rico. Es difícil identificar uno u otro como el más importante o más valioso. Cada uno amerita reflección y motivación para conservarlo pues la sustentabilidad de la calidad de vida en Puerto Rico depende de estos recursos naturales.

El Marco de Protección Legal del Karso

La protección de los recursos naturales en Puerto Rico depende de tres factores principales:

- Quién es el dueño.
- Qué leyes o reglamentos aplican.
- Cuán celosa es la sociedad y las agencias del gobierno hacia la conservación de lugares o recursos particulares.

Figura 1. Mapas de Puerto Rico ilustrando distintos aspectos del karso (Lugo *et al.* 2001). A. Las principales divisiones fisiográficas (Monroe 1976). La franja kárstica es la zona donde abundan las formaciones kársticas. En la planicie discontinua de la costa norte, la caliza es subyace. B. La región caliza de Puerto Rico según Monroe (1976). La zona caliza del norte incluye la franja kárstica. C. Los ríos, riachuelos y canales de Puerto Rico (base de datos del Servicio Geológico de EE.UU.). La zona donde no existe una red visible de ríos y riachuelos en la costa del noroeste corresponde al sector de la franja kárstica con patrón de desagüe subterráneo. Algunos de los canales en el noroeste no son naturales, sino que pertenecen al Distrito de Riego de Isabela.



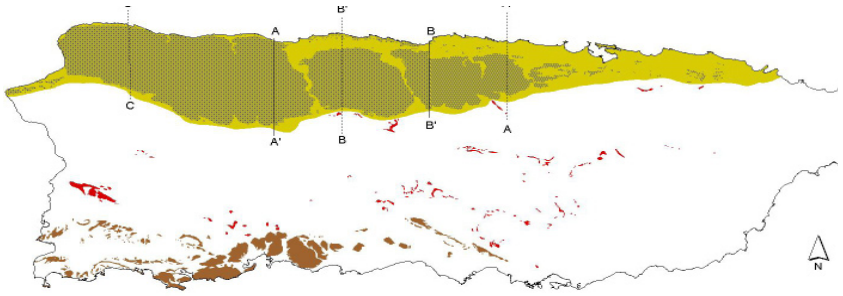


Tabla 2. Estrados del Terciario Medio en la zona norte de Puerto Rico (Monroe 1976, 1980). El grosor máximo de los estrados se indica entre paréntesis (Giusti 1978). Ma indica millones de años atrás. Traducido del inglés en Lugo *et al*. (2001) por Anne Catesby Jones.

Mioceno—Desde 23.5 a 5.2 Ma

Formación Camuy —arenisca, caliza y creta arenosa y ferruginosa (200 m).
Disconformidad.
Caliza Aymamón —creta muy pura indurada en su superficie para convertirse en caliza; creta un poco ferruginosa en la parte superior, noroeste de Puerto Rico (300 m).
Caliza Aguada —caliza dura estratificada en gradación descendiente hasta creta; arenosa en algunas partes (90 m).
Formación Cibao —(230 m).
Miembro superior; creta y caliza blanda.
Miembro Guajataca; (en la zona oeste únicamente) arcilla calcárea fosilífera
y caliza con lentes de arena y grava de grosor de hasta 15 m.
Miembro de Arena Miranda; (en la zona este únicamente) arena y grava, arena y arcilla arenosa.
Miembro de Caliza Montebello; (en la zona central únicamente) calcarenita pura friable, indurada al ser expuesta a caliza resistente a la erosión.
Miembro de Caliza Quebrada Arenas; (en la zona este únicamente) caliza estratificada de cristalización fina.

Oligoceno—Desde 34 a 23.5 Ma
Miembro de la Caliza río Indio; (en la zona este únicamente) caliza compacta, gredosa, de color amarillento-anaranjado y de estratificación débil.
Creta o marga típica; (en las zonas este y oeste) creta arcillosa, arenosa y cenagosa.
Caliza Lares —caliza casi pura, de estratificación débil a gruesa; la parte inferior contiene granos de cuarzo y arena limonita, intercalada al oeste con arena y grava, cartografiada con la Formación San Sebastián (300 m).
Formación San Sebastián —mayormente arena y arcilla, de estratificación débil
alguna caliza arenosa, en algunas partes, sobre todo al oeste, arena y grava (300 m).
Disconformidad (angular).

Cretáceo al Eoceno—De 146 a 34 Ma
Roca volcánica, sedimentaria e intrusiva.

El tercer punto lo discutimos en la próxima sección y los primeros dos los discutimos a continuación.

El 7.1 por ciento de la caliza del norte está bajo dominio público (Tabla 6), lo que implica que este terreno recibe la máxima protección posible en Puerto Rico. El resto de la caliza del norte está bajo dominio privado y su conservación depende de la sensibilidad de los dueños y de las leyes y reglamentos que protegen el uso del karso.

En Puerto Rico existe una ley que específicamente protege todo el karso y varias leyes que lo hacen indirectamente al proteger algunos aspectos o sectores del karso. La ley que lo protege específicamente karso es la Ley 292 del 21 de agosto de 1999, conocida como *Ley para la Protección y Conservación de la Fisiografía Cársica de Puerto Rico*. Esta ley tiene como finalidad en su política pública proteger, conservar y manejar para beneficio de las generaciones presentes y futuras la fisiografía kárstica de Puerto Rico. La Ley 292 tiene una visión abarcadora y es un documento que recoge muy bien la relación entre lo biótico y abiótico, entre la geología y la hidrogeología, aunque tiene unos errores de redacción que deben enmendarse para darle mayor claridad al documento.

Dicha ley entre otras cosas, define las distintas zonas kársticas del archipiélago de Puerto Rico; reconoce su importancia por recargar y tener el mayor acuífero en la Isla del cual depende parte de la población y la industria; reconoce sus

Tabla 3. Patrón general de correspondencia de los rasgos kársticos con las formaciones kársticas del Norte de Puerto Rico (Monroe 1976). La Formación San Sebastián no desarrolla rasgos kársticos. Traducido del inglés en Lugo *et al.* (2001) por Anne Catesby Jones.

Formación caliza	Rasgos geomorfológicos	Formación caliza	Rasgos geomorfológicos
Caliza Lares	Karso de cono de formación particular-- conos de cima redonda y en algunas partes irregulares. Conos y crestas dentadas. Cavernas grandes.	Caliza Aguada, cont.	Dolinas de disolución de laderas empinadas formadas por colapso, de hasta 70m de profundidad. Arcos naturales. Pequeñas depresiones que semejan poljes. Torres de laderas empinadas conectadas por crestas filosas cuando están adyacentes a la Caliza Aymamón.
Formación Cibao	Crestas. Escarpa de tipo cuesta. Karso de cono y riscos. Zanjones. Grietas acuíferas. Valles cegados.	Caliza Aymamón	Mogotes. Karso de torre. Escarpa de tipo cuesta. Pozos verticales. Pocas cavidades. Espeleotemas puntiagudas. Charcas de disolución.
Caliza Aguada	Escarpa alta orientada hacia el sur desde San Juan hasta Aguadilla, hasta de 100 m Dolinas de disolución, hasta de 30 m de profundidad, separada por crestas redondeadas Karso de cono típica.	Formación Camuy	Simas cilíndricas hasta de 30 m de profundidad. Escarpa de tipo cuesta. Sumideros de hasta 20 cm de diámetro en el miembro central.

características geológicas y sus rasgos topográficos tanto superficiales como subterráneos; reconoce su importancia por la flora y fauna que alberga, muchas legalmente designadas como amenazadas o en peligro de extinción, así como sus ecosistemas particulares; reconoce su valor estético, recreativo y de investigación científica. Dicha ley reconoce el karso como uno de nuestros recursos naturales no renovables.

Algunas de las disposiciones de la Ley 292 son:

- Cualquier extracción de corteza terrestre tiene que tener los permisos de acuerdo a la Ley 132 del 25 de junio de 1968 y no se otorgarán permisos simples ni exenciones para la extracción de corteza terrestre;
- Se prohíbe la creación de vertederos y actividad agrícola que tienda a la exterminación total de la vegetación o al uso de biocidas no degradables que puedan filtrarse a los acuíferos;
- Se prohíbe la construcción de caminos y/o carreteras sin la autorización del Secretario del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA);
- Se prohíbe la fragmentación de ecosistemas de valor natural;
- Se prohíbe la deforestación selectiva o total;
- Se prohíbe la remoción, caza o exterminio de la fauna silvestre cuyo hábitat sea la zona kárstica;

Tabla 4. Riqueza de especies en la zona caliza del norte. Detalles y más información en Lugo *et al*. (2001) y en la Tabla 5.

Grupo de organismos	Número de especies
Flora	
Bosque Río Abajo	
Plantas vasculares	1,030
Nativas	878
Forasteras	158
Endémicas	88
Fauna	
Macrofauna Acuática	
Peces	99
Crustáceos	24
Invertebrados de Cuevas	
En Puerto Rico	151
En Isla de Mona	46
Endémicos	23
Reptiles	38
Anfibios	13
Aves	223
Endémicas	16
Mamíferos	
Fósiles	20
Murciélagos	15
Terrestres	5
Murciélagos	13

- Se prohíbe la construcción o instalación de torres o antenas para líneas de transmisión eléctrica o antenas de comunicación.

La Ley 292 faculta al secretario para imponer multas por las violaciones a esta ley. Además, le impone la responsabilidad de implantar las disposiciones de esta ley, de hacer un reglamento para la ley y de apercibir de las disposiciones de esta ley a todas las agencias del Estado Libre Asociado e informar de la misma a varias agencias federales. Le impone al DRNA hacer un estudio que defina las áreas que, debido a la importancia y función geológica, hidrológica y ecosistémica, no puedan ser utilizadas bajo ningún concepto para la extracción de materiales de corteza terrestre y que se deben de conservar dentro de un máximo de dos años luego de aprobada la ley.

Otras leyes protegen indirectamente al karso. Por ejemplo, la Ley 111 del 1985, *Ley de Protección de Cuevas, Cavernas y Sumideros*. Estos rasgos fisiográficos son parte del karso y en Puerto Rico sólo se encuentran en el karso. Esta ley que antecede la Ley 292, se concentra exclusivamente en la protección de las cuevas y los sumideros. La Ley 241 del 1999, *Ley de Vida Silvestre*, establece la protección y la conservación de la vida silvestre y de la diversidad biológica o biodiversidad. La biodiversidad está constituida por todos los reinos de la vida conocidos y de lo abiótico que sostiene a la vida silvestre. Ante la gran riqueza de vida silvestre

Tabla 5. Recursos ambientales de la caliza del norte de Puerto Rico (Lugo *et al*. 2001). Traducido del inglés en Lugo *et al.* (2001) por Anne Catesby Jones.

- El sesenta y cuatro por ciento del acuífero de Puerto Rico se extiende por la zona caliza del norte. Descarga unos 0.45 Mm^3/d (120 mgd) de los cuales 0.20 Mm^3/d (52 mgd) se consumen.

La franja kárstica también contiene:

- El río más largo, el río de La Plata
- El único río que forma una delta, el río Grande de Arecibo
- La descarga fluvial de mayor tamaño, el río Grande de Arecibo
- La menor densidad de drenaje superficial
- Los estuarios fluviales de mayor tamaño
- Los humedales costeros de mayor extensión
- Los únicos ríos subterráneos de la Isla
- Las cuevas y sistemas de cavernas más grandes
- Las dunas de arena más grandes
- Una formación terrestre única en el mundo: los zanjones
- La mayor diversidad de especies arbóreas por unidad de área
- Más de 220 especies de aves
- Dieciséis de las 17 aves endémicas a la Isla
- Treinta y cuatro especies en peligro de extinción: 10 aves, 1 reptil, 1 batracio, 22 plantas
- Dos especies de plantas y nueve especies de aves denominadas como vulnerables
- Las únicas poblaciones de la especie en peligro de extinción, el Sapo Concho y de dos reptiles vulnerables
- Playas de anidaje para tres tortugas marinas en peligro de extinción
- Más de 110 especies de aves migratorias, por lo menos 11 de las cuales anidan ahí
- Más de 90 especies de peces asociados con los cuerpos de agua de la zona
- Los yacimientos de fósiles más importantes tanto como con respecto a la paleobotánica como a la paleofauna
- Los únicos yacimientos paleontológicos en la Isla
- Paisajes espectaculares
- Una verdadera zona silvestre.

Tabla 6. Protección y vulnerabilidad del karso a la urbanización. Estos datos estan basados en Helmer (2003).

Región kárstica	Área (ha)				
	Área de estudio	Bosques	Bosque protegidos	Bosques vulnerables a	Karso vulnerable a urbanización
Norte	114,115	59,621	4,234	2,128	7,808
Sur	43,659	17,979	3,150	977	5,360
Total	157,774	77,660	7,384	3,129	13,303

en las distintas zonas del karso a lo largo de Puerto Rico, hay una serie de disposiciones de esta ley que son aplicables al karso. La Ley 136 de 1976, para la *Conservación, el Desarrollo y Uso de Aguas de Puerto Rico* es otra ley que potencialmente pudiera usarse en la protección del karso ya que esta área contiene los mayores acuíferos de la Isla, así como una gran cantidad de humedales.

Las leyes de planificación y los reglamentos aprobados al amparo de las mismas, así como la *Ley de Municipios Autónomos*, son otros mecanismos que pueden afectar positiva o negativamente las zonas del karso de Puerto Rico. Estas leyes y reglamentos son quizás los mecanismos de conservación más importantes que tiene Puerto Rico, pero hasta el momento no se han utilizado efectivamente para conservar los recursos naturales. La Junta de Planificación tiene unas guías para planificar conocidas como *Objetivos y Políticas Públicas del Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico*, las cuales contienen una sección sobre el karso y la protección del mismo. Este documento es el que rige cuando se va a evaluar una variación de usos de suelos en terrenos rústicos y las decisiones que toma la Junta de Planificación son importantes ya que determinan el impacto que puede tener sobre los terrenos kársticos, al igual que cualquier otra región no kárstica. Los planes de ordenamiento territorial son una extensión de la planificación antes ejercida por la Junta de Planificación y ahora por los municipios en vías de obtener su autonomía.

La delegación de la planificación para el uso de terrenos a los municipios autonónomos pone en peligro todos los recursos naturales de Puerto Rico, incluyendo el karso. El peligro estriba en que no se coordinen los usos entre municipios adyacentes o en la misma cuenca hidrográfica. Tal falta de coordinación puede resultar en la fragmentación de recursos naturales y/o el impedimento de su funcionamiento óptimo. Además, algunos municipios pueden decidir urbanizar el 100 por ciento de sus terrenos a expensas de los recursos naturales. Esto le pondría presión a los recursos naturales de otros muncipios a la vez que crearía efectos inesperados en otros sectores de la Isla. Más aún, tales circunstancias crearían la dependencia de los municipios urbanizados en los recuros naturales de los municipios no urbanizados.

Existen otras leyes que proveen la oportunidad para que la ciudadanía contribuya a la protección del karso, tales como la nueva Ley 183 de 2001, *Ley de Servidumbres de Conservación* y la Ley 133 de 1975, *Ley de Bosques*. La ley de servidumbres de conservación permite que se le ponga un gravamen a la escritura de la propiedad a terrenos privados con valor ecológico para la conservación a perpetuidad de la misma al igual que proveer incentivos contributivos al dueño de la propiedad. La servidumbre tiene que ser asignada a una organización sin fines de lucro dedicada a la conservación. Dicha ley enmendó la *Ley de Herencias de Puerto Rico*, permitiendo el gravamen a perpetuidad en la escritura.

La Ley de Bosques se circunscribe a los terrenos públicos designados como bosques o reservas naturales. En las zonas del karso se encuentran los bosques estatales de Vega, Cambalache, Río Abajo, Guajataca, y el de Guánica y las reservas de Mona y Caño Tiburones, todos protegidos por la Ley de Bosques. La Ley de Bosques en su artículo 10, establece la categoría de *Bosque Auxiliar*. La misma le provee exención de contribuciones sobre la propiedad a un dueño de terrenos con cinco o más cuerdas localizadas en bosques que firme un convenio con el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, con la intención de mantener la mayor cantidad de terrenos en bosques.

La Vulnerabilidad del Karso al Desarrollo Urbano

Puerto Rico contiene una gran cantidad de leyes y reglamentos que protegen el ambiente en general y una excelente ley que protege el karso en particular, así como varias leyes que contienen aspectos que pueden ser usadas en la protección del mismo. No obstante lo anterior, hemos visto como el gobierno no pone las leyes ambientales en vigor, lo que ha permitido que los recursos naturales del país se utilicen en muchas ocasiones de forma

ilegal e incompatible con su conservación. Lo más desalentador es cuando en muchas ocasiones es precisamente el gobierno el mayor violador de esas leyes que debe hacer cumplir. Como dice el refrán de pueblo: "*El papel aguanta todo lo que se le pone."*

Por ejemplo, las áreas protegidas en el dominio público no necesariamente están todas protegidas porque muchas veces el gobierno no cumple con su deber ministerial y permite la privatización del karso o usos incompatibles con la conservación de este recurso. Esto ocurrió con la construcción de la carretera PR 10 (Lugo *et al.* 2001) y la expedición de permisos de uso de terreno contrarios a los requisitos de las leyes y reglamentos del país a lo largo de esta carretera. Otro ejemplo es el hecho de que el DRNA no ha hecho el estudio sobre el karso que le requiere la Ley 292. Sin antes cumplir con este requisito de ley, este departamento continúa expidiendo permisos de extracción de la corteza terrestre sin conocer las consecuencias de esas acciones y en clara violación a la política pública ambiental.

Igualmente, la Junta de Planificación y la Administración de Reglamentos y Permisos (ARPE) rutinariamente permiten usos urbanos incompatibles, no sólo con la conservación del karso, sino también con su funcionamiento como abasto de agua para la economía del país. Agencias estatales ubican la infraestructura sobre el karso pensando que ahorran dinero por ser los terrenos "de poco valor económico" y terminan gastando enormes sumas de dinero corrigiendo los errores de sus decisiones. En el ejemplo de la carretera PR 10, hay un kilómetro de carretera que se considera uno de los más caros del mundo y donde ya se han gastado sobre 30 millones de dólares sin que se logre estabilizar el terreno. La carretera continúa, bien sea cerrada, o con uno o dos carriles operacionales en lugar de los cuatro que se diseñaron con más de 30 años de esfuerzo de ingeniería. Increíblemente, la misma agencia pretende alinear un nuevo expreso (PR 22) a todo lo largo de la franja kárstica, como si no hubiese aprendido la lección durante la construcción de la PR 10.

Por todo lo anterior, no es sorpresa para nadie que a pesar de las excelentes leyes ambientales que existen, la situación ambiental en Puerto Rico es una de continuo deterioro y de continuas violaciones a las leyes, en donde el karso no es una excepción. El problema principal es que en Puerto Rico aparentemente no hay control sobre el uso del terreno. Las agencias reguladoras no han zonificado toda la Isla y son incapaces de sostener las zonificaciones que han hecho. El ejemplo de la zonificación especial para El Yunque (Lugo *et al*. 2000) es significativo pues a pesar del valor que los puertorriqueños le asignan a esta montaña, la tasa de no conformidad en los desarrollos a la zonificación aumentó por un factor de 5.8 (de 94.8 a 547.8 ha/año) después de ser anunciada la zonificación especial (López *et al*. 2003). En terrenos privados no zonificados, como la mayoría del karso, es fácil justificar el desarrollo urbano sin importar del lugar donde se proponga o los costos económicos, ambientales y sociales para el sector público.

Usando como base las tendencias históricas en el uso del terreno en Puerto Rico, Helmer (2004) llevó a cabo un estudio del potencial del cambio de uso de terrenos en el karso norteño. Para desarrollar el mapa de vulnerabilidad de desarrollo, Helmer (2004) primero muestreó al azar píxels de 30 m de resolución para desarrollar un modelo estadístico de la probabilidad de cambio en cobertura de terreno de no urbano a urbano entre el 1977-1978 y el 1994. Estas fechas corresponden a mapas de cobertura de terreno basados en imágenes de satélite o fotos aéreas. Con esos datos calculó la percentila del 75 por ciento de los valores de varios atributos estudiados en todos los píxels que cambiaron de no urbano a urbano durante el intervalo de tiempo.

Para cada píxel muestreado, se obtuvo información para cuantificar 24 atributos de cada uno. Por ejemplo, de su elevación, distancia a una carretera, etc. Estos atributos se consideran indicadores de la probabilidad de desarrollo urbano y por lo tanto se correlacionaron con el cambio a cobertura urbana de los píxels durante el intérvalo de tiempo del estudio. De los 24 atributos estudiados, 12 dieron correlaciones estadísticamente

significativas con el desarrollo urbano y en cuatro casos la correlación fue significativa a p =.005. Estos cuatro fueron la pendiente del terreno, la elevación, la distancia de una carretera y la distancia a lugares ya urbanizados y se utilizaron para completar el estudio.

De estas observaciones derivaron seis mapas binarios. Cuatro correspondían a cada uno de los cuatro atributos del modelo estadístico que se identificaron como determinantes para el cambio de cobertura a urbano. Dos de los mapas identificaban terrenos bajo dominio público u otros terrenos que ya estaban protegidos. Los terrenos protegidos no cambiaron de cobertura durante el intervalo del estudio. Para cada uno de los mapas con los atributos que correlacionaban significativamente con el desarrollo urbano, se le asignaron píxels con valores de 1 si el valor del atributo era menor al promedio para todas las tierras que cambiaron a urbano y de lo contrario el valor era cero. La vulnerabilidad de terrenos al desarrollo urbano se estableció en aquellos píxels que tenían el mismo valor binario cuando se solaparon los cinco mapas y que eran propiedad privada en el mapa 6. Los terrenos vulnerables al desarrollo urbano se caracterizaban por tener pendientes menores al 22 por ciento, elevación menor a 130 m, una distancia menor a 90 m de una carretera y una distancia menor a 240 m a lugares ya urbanizados.

Helmer (2004) encontró que el 8.4 por ciento de la región kárstica es vulnerable al desarrollo urbano (Tabla 6). Sin embargo, el problema es más agudo en el karso del sur, donde el 12.3 por ciento es vulnerable al desarrollo urbano. Sin embargo, hay una proporción mayor de bosques protegidos en el karso sureño y como consecuencia la vulnerabilidad de bosques al desarrollo urbano es menor en el karso sureño que en el norteño (3.6 vs 5.4 por ciento, respectivamente). Los mapas de Puerto Rico (Figura 2) y del karso norteño (Figura 3) contienen la ubicación de las zonas más vulnerables a la urbanización y señalan la vulnerabilidad de las tierras agrícolas ante la urbanización. Las tierras agrícolas a urbanizarse en la región kárstica son tierras de enorme fertilidad y valor agrícola para Puerto Rico. Sin embargo, la estadística más reveladora es que el área en la región kárstica que es vulnerable a urbanizarse (13,303 ha,

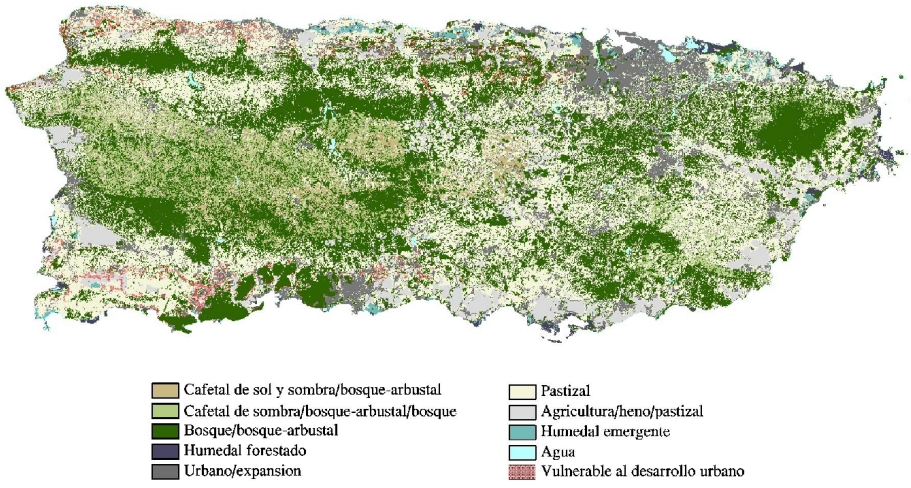


Figura 2. Mapa de cobertura de terreno para Puerto Rico que ilustra la vulnerabilidad al desarrollo urbano en el karso norte y sur.

Figura 3. Mapa del karso del norte que ilustra las áreas vulnerables al desarrollo urbano. El modelo usado para crear los mapas son de Helmer (2003); el mapa de cobertura de terreno

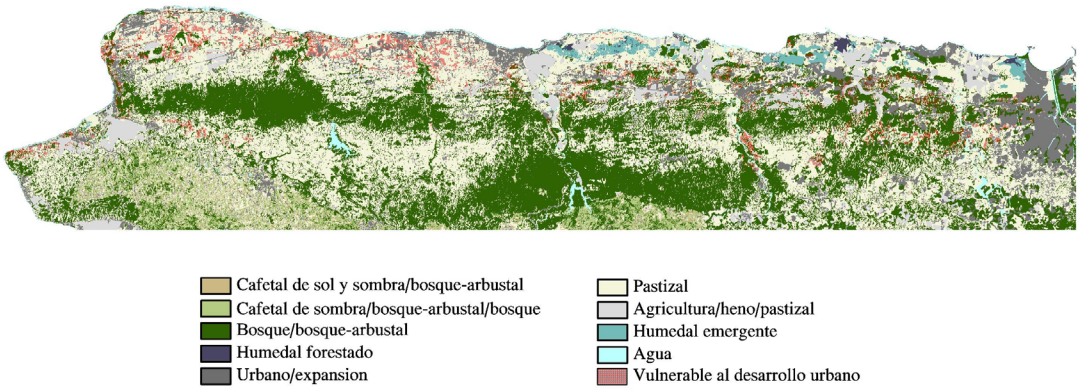


Tabla 6) es casi igual al área que estaba urbanizada en la región en el 1977-78 y es 1.5 veces mayor al área que se urbanizó entre el 1977-1978 y 1994 (Tabla 1). Esto sugiere que la velocidad de la urbanización del karso podría aumentar. El cuatro prociento del bosque del karso es vulnerable a desarrollo urbano, eso equivale al 42 por ciento del área de bosque bajo protección en la región kárstica. Un desarrollo urbano de esta magnitud en zonas boscosas comprometería los servicios y valores del karso.

Claramente, estamos en un momento crítico cuando se hace necesario tomar acción rápida para salvaguardar los recursos naturales del karso puertorriqueño. La forma más efectiva de lograr el objetivo de conservación es por medio de la adquisición de terrenos según se ha propuesto recientemente ante el Congreso de los Estados Unidos de Norte América (proyecto de ley HR 3213). Con la compra de terrenos y su transferencia al dominio público, estos bosques no estarían sujetos a presiones de desarrollos urbanos por el sector privado y sólo sería necesario fiscalizar a las agencias del gobierno para que protegiesen los valores del karso de acuerdo a las leyes y política ambiental de Puerto Rico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se llevó a cabo en colaboración con la Universidad de Puerto Rico. Parte del estudio fue auspiciado por un acuerdo entre la Universidad de Puerto Rico y la NASA-IRA (contrato NAG8-1709, subcontrato 00-CO-11120105-011). Agradecemos la colaboración de Mildred Alayón y Grizelle González y la traducción de Anne Catesby Jones.

LITERATURA CITADA

Giusti, E.V. 1978. Hydrogeology of the karst of Puerto Rico. Geological Survey Professional Paper 1012. Washington DC : U.S. Government Printing Office, 68 p. + mapa.

Helmer, E.H. 2004. Forest conservation and land development in Puerto Rico. Landscape Ecology 19(1):29-40.

López, T. del Mar, A.E. Lugo, O. Ramos y L. Vélez. 2003. Urbanización de la periferia de El Yunque. Manuscrito inédito.

Lugo, A.E., T. del Mar López y O.M. Ramos. 2000. Zonificación de terrenos en la periferia de El Yunque. USDA Forest Service, International Institute of Tropical Forestry, General Technical Report IITF-16. Río Piedras, PR. 12 p.

Lugo, A.E., L. Miranda Castro, A. Vale, T. del Mar López, E. Hernández Prieto, A. García Martinó, A.R. Puente Rolón, A.G. Tossas, D.A. McFarlane, T. Miller, A. Rodríguez, J. Lundberg, J. Thomlinson, J. Colón, J.H. Schellekens, O. Ramos y E. Helmer. 2001. Puerto Rican karst - A vital resource. USDA Forest Service, General Technical Report WO-65. 100 p.

Monroe, W.H. 1976. The karst landforms of Puerto Rico. U.S. Geological Survey Professional Paper 899. Washington, DC : U.S. Government Printing Office, 69 p. + mapa.

Monroe, W.M. 1980. Geology of the middle Tertiary Formations of Puerto Rico. U.S. Geological Survey Professional Paper 953. Washington, DC. 93 p. + mapa.

Página en blanco

Acta Científica 21(1-3):81-83, 2007

LEYENDAS INDÍGENAS DE LA ZONA DEL CARSO NORTEÑO DE PUERTO RICO: EL CALICHE DE CIALES

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

En la zona del carso norteño la génesis de sus leyendas poseen un vínculo con los asentamientos poblacionales anteriores al descubrimiento español de nuestra Isla. Ante ese marco escénico, emergen los taínos, ya que carecemos de fuentes documentales que nos provean de un testimonio de las leyendas pre-taínas de esa zona.

Las fuentes para el estudio de las leyendas indígenas del carso norteño se circunscriben entre otras, a la riqueza documental que nos legaron los colonizadores españoles, la toponimia y la tradición oral. Ante esa perspectiva, muchas de las memorias y las crónicas así como un conglomerado de informes gubernamentales o religiosos destinados a la metrópoli española, en especial durante el siglo XVI, recopilaron datos entre los cuales se describe a la sociedad taína en sus múltiples manifestaciones culturales. No obstante, los documentos que nos legaron los españoles sobre la sociedad taína fueron escritos desde la óptica o del punto de vista del colonizador y requieren ser considerados desde otros puntos de vista los que su vez constituyen las otras dos fuentes de estudio a considerar: la toponimia y la tradición oral. Ejemplo de ello lo constituyen los estimados poblacionales de fines del siglo XV el cual hoy día se establece en alrededor de 110,000 habitantes (Moscoso 2008).

La toponimia, o sea, el estudio del origen y significado del nombre o los nombres comunes de un lugar (Real Academia Española 1984) constituye un recurso muy valioso para el estudio de las leyendas indígenas de la zona del carso norteño. Ante esa perspectiva, dicha zona posee un conjunto de voces indígenas, españolas o hibridizadas que apelan o hacen referencia a tres elementos básicos del carso: las cuevas, las piedras en especial la caliza y el agua principalmente la subterránea. Por otro lado, figura como elemento homogéneo la presencia de la leyenda. Ejemplo de ello lo constituyen las cuevas denominadas Del Indio en Arecibo, (Del Valle, s.f.). De los Muertos entre Utuado y Arecibo (Coll y Toste 1996) y voz Cibao en calidad de lugar pedregoso como el nombre de los barrios contiguos de Camuy y San Sebastián (Hernández Aquino 1977) y las aguas subterráneas del río Encantado en los municipios de Florida y Ciales.

El conocimiento actual de esa riqueza cultural que representa la leyenda indígena de la zona del carso norteño, en muchas ocasiones de forma fragmentada, requirió de la presencia de una tradición oral de varias centurias de historia. Por consiguiente, era necesario en dicho proceso el componente poblacional indígena así como de sus respectivos cruces de sangre para de esa forma dar continuidad a esa tradición oral (Delgado 2001). En ese sentido se entremezcla la tradición oral con su respectiva toponimia. Ante esa perspectiva, emerge el jiba, o sea, el bosque, el cual fue destilando a un nuevo ser en el acontecer histórico del país, el hombre de campo, o sea, el jíbaro. De ello nos da testimonio Abbad y Lasierra a fines del siglo XVIII

"*…Los habitantes de Puerto Rico han adquirido de los antiguos moradores de esta Isla la… hospitalidad y otras circunstancias características de los indios, han conservado igualmente muchos*

de usos y costumbres…su establecimiento y morada en los bosques…" (Abbad y Lasierra 1979).

Desde los inicios de la colonización española de Boriquén el carso norteño emerge de forma significativa en el proceso histórico de la Isla. Ejemplo de ello lo constituye los viajes de exploración que efectúa Juan Ponce de León a través de la costa norte, la ruptura del mito de la inmortalidad de los españoles en el río Guaorabo, el establecimiento de Caparra, la utilización del rio Camuy como lindero entre los partidos de Puerto Rico y San Germán (Silvestrini y Luque de Sánchez 1987) y la presencia de un antiguo sistema de veredas indígenas que algunos historiadores han denominado como el Camino de Puerto Rico el cual se ubica prácticamente de forma paralela hacia el sur de la zona del carso norteño (Tió 1961).

La naturaleza del carso norteño ha motivado de manera significativa a la ambientación del marco escénico de las leyendas de origen indígena. Entre las características de la zona del carso que condujeron al advenimiento de las leyendas indígenas se ubican las cuevas, las aguas subterráneas y los murciélagos. No obstante, dichas características guardan una relación con la mitología taína la cual a su vez posee una influencia de las civilizaciones maya y azteca, con la amazonía continental (López Baralt 1976) e inclusive con tribus amerindias de Norte América (Rosa Vélez 2007). De ahí su fortaleza como fuerza motriz en la proliferación de aquellas leyendas relativos al mundo de los espíritus y por consiguiente, en la toponimia y la tradición oral. No obstante, debemos señalar que la conexión mitológica antes descrita está basada en gran medida en la obra Relación acerca de las antigüedades de los indios que escribió Fray Ramón Pané la cual es la fuente primaria para el estudio de la mitología antillana y a su vez la "*primera crónica europea y primer trabajo etnográfico escrito en el Nuevo Mundo*" (López Baralt 1976).

La mitología taína posee un caudal de información que ilustra de forma significativa sobre la relación entre el mundo de los espíritus y la zona del carso. Entre ese caudal de información se ubica la explicación sobre el origen de los primeros hombres taínos, los paseos nocturnos de los espíritus y la representación del murciélago como un mensajero de la muerte. Ante ese marco escénico aflora la conexión entre la mitología de la civilización maya y la taína de las Antillas Mayores.

En la mitología taína así como en la maya se describe que los primeros hombres surgieron de las cuevas y de que salían por las noches ya que al salir el Sol se convertían en piedras (García Goyco 1984). Por otro lado, también se destaca que los espíritus de los muertos solo salían por las noches, al igual que lo hacían los primeros hombres taínos (García Goyco 1984). Esos datos son de gran importancia para con el tema pues recrea a un componente del escenario de la zona del carso, las cuevas, como el lugar de origen, o sea, la génesis de los primeros hombres taínos. Al unísono la piedra, que es el componente principal del carso, pasa a constituirse en la transformación de tales habitantes a la salida del Sol. La exposición de la mitología taína de que los espíritus de los muertos salían por las noches, fue recreando un ambiente en y alrededor de las cuevas que con el correr del tiempo fue incorporando otras leyendas de apariciones, de espíritus, de almas en penas.

La presencia de los murciélagos es otro de los elementos que ha fortalecido las leyendas del mundo de los espíritus taínos. Las salidas nocturnas de éstos así como el ser considerados como representantes del dios de la muerte, al igual que en la cultura maya, contribuyó al ir ambientando sobre las cuevas del carso, el escenario de los espíritus y de la muerte misma (García Goyco 1984). Por otro lado, el uso de las cuevas por los taínos para la celebración de sus ritos mágico-religiosos, (Alegría 1988) como lugar de protección contra los huracanes y de depósitos de sus reliquias y tesoros religiosos y culturales ante la conquista militar española aportaron en las manifestaciones culturales antes descritas.

Las aguas subterráneas constituyen la tercera característica de la zona del carso que ha contribuido a la proliferación las leyendas de esa zona. Ante esa perspectiva la mitología azteca aporta un dato de vital importancia para con tema ya que éstos creían de que las deidades de la lluvia guardaban o almacenaban dicho líquido en los huecos que existían en las montañas para luego ser liberadas creando manantiales (Fernández Méndez 1979). Dentro de ese contexto se ubica la leyenda "El niño de Caliche".

La Leyenda "El niño de Caliche" fue recopilada por el profesor Juan Manuel Delgado, un estudioso de la tradición oral de Puerto Rico, en el barrio Hato Viejo de Ciales entre los ancianos del lugar durante la década del 1970 (Delgado 1983) Caliche o Calichi es voz indígena que significa fuente o manantial de la montaña alta (Hernández Aquino 1977). Caliche es también el nombre de un sector del barrio Hato Viejo de Ciales. Allí existe una cueva que muchas personas le conocen como "La cueva del niño encantao". Ante ese marco escénico existe un paralelismo entre la denominación de un río aledaño, el Encantao, ya que ofrece la particularidad de aparecer y desaparecer de un lugar a otro.

La leyenda "El niño de Caliche" describe que desde tiempos inmemoriables aparece en esa cueva un niño llorando que nunca ha dejado de llorar. El niño sale a corretear, con un llanto desesperado, a una vereda que se encuentra al frente de la cueva. Muchos han tratado de coger al niño pero cuando lo intenta éste desaparece para luego aparecer a la entrada de la cueva. Si la persona se acerca a la cueva, éste desaparece y reaparece en la vereda. Por otro lado, la leyenda también destaca el origen de las lágrimas del niño.

La leyenda señala que la madre del niño salió a recoger frutos cerca del área dejando al niño en la cueva con la promesa de volver por él al finalizar sus tareas de recolección de los frutos. El niño como un saltarín le seguía los pasos mientras que la madre volvió a ubicarle en la entrada de la cueva prometiéndole volver enseguida. Para tranquilizarle comenzó a cantarle a la vez que se alejaba de la cueva. Al pasar las horas y caer la noche y ante el no retorno o regreso de su madre el niño comenzó a llorar y desde entonces está llorando en espera de que su madre le rescate; es un alma que por los siglos seguirá penando, seguirá llorando y mientras tanto continuará emergiendo a agua de la montaña. De ahí el origen de caliche.

LITERATURA CITADA

Abbad y Lasierra Fray Agustín Iñigo. 1979. Historia geográfica, civil y natural de la isla de San Juan Bautista de Puerto Rico (Estudio preliminar por Isabel Gutiérrez del Arroyo) Río Piedras : Editorial Universitaria, p. 85.

Alegría, R. (editor). 1988. Temas de historia de Puerto Rico. San Juan : Centro de Estudios Avanzados de Puerto Rico y El Caribe, p. 44.

Coll y Toste Cayetano. 1966. Leyendas puertorriqueñas. México : Editorial Orión, p. 160.

Del Valle, P. (s.f.). La Cueva del Indio. Manatí : Imprenta Olmo, p. 47.

Delgado, J.M. 1983. "El niño de Caliche" en Ciales: ayer y hoy, La revista de los cialeños 2(1):15-16.

Delgado, J.M. 2001. "Sobrevivencia de los apellidos indígenas según la tradición oral de Puerto Rico" en Revista de Genealogía Puertorriqueña 2(1):41-80.

Fernández Méndez, E. 1979. Arte y mitología de los indíos taínos de las Antillas Mayores. San Juan : Ediciones CEMI, p. 58.

García Goyco, O. 1984. Influencias mayas y aztecas en los taínos de las Antillas Mayores. San Juan : Ediciones Xibalbay, p. 57, 59, 111.

Hernández Aquino, L. 1977. Diccionario de voces indígenas de Puerto Rico. Río Piedras : Editorial Cultural, p. 111, 140.

López Baralt, M. 1976. El mito taíno: raíz y proyecciones en la amazonía continental. Río Piedras : Ediciones Huracán, p. 11, 20.

Moscoso, F. 2008. Caciques, aldeas y población taína de Boriquén. San Juan : Academia Puertorriqueña de la Historia, p. 230.

Real Academia Española. 1984. Diccionario de la lengua española. Madrid : Editorial Espasa-Calpe S. A, Vol. 2, p. 320.

Rosa Vélez, S. 2007. Los mitos taínos: espejo de los mitos de América. Denver, Colorado : Outskirts, Press, p. 41.

Silvestrini B. y M.D. Luque de Sánchez. 1987. Historia de Puerto Rico: trayectoria de un pueblo. San Juan : Cultural Puertorriqueña, Inc, p. 96.

Tió, A. 1961. Nuevas fuentes para la historia de Puerto Rico. San Germán : Edición de la Universidad Interamericana p. 242.

Acta Científica 21(1-3):85, 2007

ASPECTS OF LAND-COVER CHANGE IN PUERTO RICO AND IMPLICATIONS FOR PUERTO RICAN KARST FORESTS

Eileen H. Helmer[1], T. Kennaway[2], T. Brandeis,[3] and Ariel E. Lugo[1]
[1]International Instituto of Tropical Forestry, USDA Forest Service
1201 Calle Ceiba, Jardín Botánico Sur, Río Piedras, Puerto Rico 00926-1119
[2]Colorado State University, Fort Collins, Colorado
[3]Research Forester, U.S. Forest Service, Southern
Research Station, Forest Inventory and Analysis

ABSTRACT

To learn more about the tropical forests that are cleared when urban and residential development spreads, we assembled the most comprehensive time series of land cover maps to date for the island of Puerto Rico and combined the data with a map of urban change from 1991 to 2000. We learned that most of the forests cleared for land development from 1991 to 2000, 55 percent, were young (1–13 yr). Only 13 percent of the developed forest was older (41–55+ yr). However, older forest on rugged karst lands that long ago reforested is vulnerable to land development if it is close to an urban center and unprotected.

To explain these spatial patterns in forest change and learn their implications for forest carbon storage and species diversity, we then combined the time series of maps with forest inventory data on tree species diversity and carbon storage. We also characterized what drives both the spatial patterns of forest clearing for urbanization and the spatial patterns of forest recovery after large scale deforestation. Based on our results and a synthesis of other work on the spatical patterns of forest recover, we concluded that accessibility, arability and spatial contagion emerge strongly as the overriding spatial controls on tropical forest age, determining 1) the pattern of agricultural abandonment that permits forest regrowth, and 2) where humans leave old-growth forest remnants. In addition, similarities between the factors patterning forest age and land development explain why most forest cleared for land development is younger. Forests are increasingly younger in more accessible and fertile areas where agriculture has lasted longer and land development is most common. All else equal, more species-rich older forest on less arable lands are somewhat less likely to undergo development, but they are still vulnerable to clearing for land development if close to urban centers and unprotected. Accounting for forest age leads to a 19 percent lower estimate of forest biomass cleared for land development than if forest age is not accounted for.

REFERENCES

Helmer, E.H.; T.J. Brandeis, A.E. Lugo, and T. Kennaway. 2008. Factors influencing spatial pattern in tropical forest clearance and stand age: implications for carbon storage and species diversity. Journal of Geophysical Research, Vol. 113, G02S04.

Kennaway, T. and E.H. Helmer. 2007. The Forest types and ages cleared for land development in Puerto Rico. GIScience and Remote Sensing, 44, No. 4, 356-382.

DINÁMICA DE HOJARASCA Y RESPUESTAS FOTOSINTÉTICAS EN UN BOSQUE SECUNDARIO DEL KARSO HÚMEDO

Jéssica Fonseca da Silva[1,2]
[1]Universidad de Puerto Rico, Programa Graduado de Biología
Apartado 23360, San Juan, Puerto Rico 00931-3360
[2]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

Bosques de crecimiento secundario, que han sido áreas de cultivo agrícola o sufrido disturbios por actividades humanas, muestran diferencias en su composición de especies de árboles después de la regeneración. En Puerto Rico la mayoría de los bosques tienen esta característica y muchos se encuentran dominados por especies introducidas. Es importante evaluar el funcionamiento de esos ecosistemas y la competencia existente entre las especies introducidas y las nativas. En la reserva biológica *El Tallonal* (66º43'53"W 18º24'27"N), localizada en el karso húmedo, los bosques en valles están dominados por *Castilla elastica* Sessé (Moraceae), una especie de árbol introducido. Las muestras de hojarasca fueron recolectadas en canastas (para la caída) y cuadrados (para el almacenaje), ambos con área de 0.25 m^2. Para una parcela, la caída de hojarasca fue analizada de febrero a diciembre de 2008 y los datos son reportados en totales para los 10 meses de colección. Los datos de intercambio gaseoso fueron recolectados en diciembre de 2008. La mayor caída de hojas de *C. elastica* se concentró entre marzo y abril, y después redujo el resto del año, siendo el total más bajo (231 g/m^2) cuando comparado a la caída de hojas de las otras especies (301 g/m^2). La caída de flores y frutos de *C. elastica* se concentró entre abril y julio, con un enorme y abrupto pico (87 g/m^2) en la primera quincena de julio, siendo el total el doble (171 g/m^2) de las otras especies presentes (79 g/m^2). El almacenaje de hojas de *C. elastica* tuvo un pico en mayo, pero se mantuvo baja en todo el año (3.4 Mg/ha), comparada con otras especies (5 Mg/ha). Hasta el momento *C. elastica* parece tener una tasa de reciclaje más rápida que las otras especies. En la curva de luz de hojas de dosel, las especies nativas *Ocotea floribunda* y *Ocotea leucoxylon* presentaron respuestas similares de máxima asimilación de carbono a la más alta intensidad de luz (13.0, 12.9 y 12.2 µmol/m^2/s para *O. floribunda*, *O. leucoxylon* y *C. elastica*, respectivamente). Sin embargo, preliminarmente no fueron encontradas diferencias en la capacidad fotosintética de *C. elastica* y especies nativas.

Acta Científica 21(1-3):87, 2007

THE EFFECT OF ANTHROPOGENIC NOISE ON THE CALLING BEHAVIOR OF AMPHIBIANS IN URBAN AREAS OF PUERTO RICO

María Isabel Herrera-Montes, T. Mitchell Aide
Biology Department
University of Puerto Rico, Río Piedras

ABSTRACT

Although studies have begun to understand the responses and consequences of noise for animal communities, most studies have focused on individual species and few have tried to understand the community level implications. The amphibian communities of Puerto Rico have high levels of diversity and endemism; providing an excellent opportunity to study how many species responds to anthropogenic noise. Although Puerto Rico has a very high density of roads and high levels of noise pollution, and is often thought to be a "concrete jungle", presently 40 percent of the Island is covered in forest. This combination of factors provides for an excellent opportunity to compare the responses of organisms in areas of high levels of anthropogenic noise with individuals inhabiting areas with low levels of noise. Furthermore, Puerto Rico has many different habitat types with different structural characteristics, which are likely to affect how noise travels and affects the organisms. Clearly, the diversity of organisms and habitats, plus a large urban center and many forested areas provide an excellent opportunity to expand our knowledge on the impacts of anthropogenic noise on amphibian communities. We collected sound recordings in areas of high levels of anthropogenic noise (<100 m from a large road) and low levels anthropogenic noise (400 m from a large road) in different habitats within and around the San Juan Metropolitan Area. We sampled sounds in two different habitat types (karst forest, moist forest, riparian forest, mangroves, grasslands). These habitats represent the most common habitats associated with roads with high levels of traffic in Puerto Rico. Within each habitat we sampled ten areas with low levels of anthropogenic noise and ten areas with high levels of anthropogenic noise, for a total of 20 sites. In each site, we will place a recording device that will be programmed to record for seven consecutive days. Each device will record one minute every 20 minutes for a total of 504 recordings per week. With this sample scheme, I will generate a total of 40,320 recordings (2 habitats x 10 sites/habitat x 2 points/sites x 2 season/point x 7 days/season x 72 recordings/day). The technology used for sound recordings has been developed by our research group Automated Remote Biodiversity Monitoring Network (ARBIMON). Specifically, we have developed automated recording devices and software to manage and analyze the recordings. This level of detail will allow us to answer questions that could not be addressed by traditional monitoring methods. Currently, we are analyzing sound recordings for amphibian species.

ACTA CIENTÍFICA

TABLA DE CONTENIDO

EDITORIAL 1

ARTÍCULOS

Casabe y capacidad de carga en Borikén al quinto centenario del ocaso taíno 3
Francisco Watlington Linares

Substrate-induced respiration in Puerto Rican soils: minimum glucose amendment 11
Marcela Zalamea and Grizelle González

NOTAS

El bosque urbano intramural de la escuela intermedia urbana Rafael Martínez Nadal del distrito escolar de Guaynabo: proyecto modelo educativo interdisciplinario 19
Carlos M. Domínguez Cristóbal

Trayectoria de una década de investigación forestal e interdisciplinaria de la Escuela Superior Juan Ponce de León del distrito escolar de Florida 1999-2009 21
Carlos M. Domínguez Cristóbal

Manual de investigación forestal 25
Carlos M. Domínguez Cristóbal

José Marrero Torrado, regalo puertorriqueño a los árboles 29
Frank H. Wadsworth

Índice de fechas destacadas en la historia forestal de Puerto Rico (1508-1953) 37
Carlos M. Domínguez Cristóbal

ENSAYOS

Presuntos implicados: ratas y mangostas ¿Plagas ecológicas? 53
Francisco Watlington Linares

Sinergia sostenida: las polillas y el Dr. Wolcott 61
Frank H. Wadsworth

SECCIÓN ESPECIAL SOBRE EL KARSO

La conservación y vulnerabilidad a la urbanización del Karso puertorriqueño 67
Ariel E. Lugo, Eileen H. Helmer y Abel Vale

Leyendas indígenas de la zona del carso norteño de Puerto Rico: el caliche de Ciales 81
Carlos M. Domínguez Cristóbal

ABSTRACTOS

Aspects of land-cover change in Puerto Rico and implications for
Puerto Rican karst forests 85
Eileen H. Helmer, T. Kennaway, T. Brandeis, and Ariel E. Lugo

Dinámica de hojarasca y respuestas fotosintéticas en un bosque
secundario del karso húmedo 86
Jessica Fonseca da Silva

The effect of anthropogenic noise on the calling behavior of amphibians in
urban areas of Puerto Rico 87
María Isabel Herrera-Montes and T. Mitchell Aide