USDA

BOSQUE NACIONAL **EL YUNQUE**

ATLAS



Servicio Forestal

Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

General Technical Report IITF-GTR-47

JUNIO 2018

De conformidad con la Ley Federal de Derechos Civiles y los reglamentos y políticas de derechos civiles del Departamento de Agricultura de los EE. UU. (USDA, por sus siglas en inglés), se prohíbe que el USDA, sus agencias, oficinas, empleados e instituciones que participan o administran programas del USDA discriminen sobre la base de raza, color, nacionalidad, sexo, credo religioso, discapacidad, edad, creencias políticas, o en represalia o venganza por actividades previas de derechos civiles en algún programa o actividad realizados o financiados por el USDA.

Las personas con discapacidades que necesiten medios alternativos para la comunicación de la información del programa (por ejemplo, sistema Braille, letras grandes, cintas de audio, lenguaje de señas americano, etc.), deben ponerse en contacto con la agencia (estatal o local) en la que solicitaron los beneficios. Las personas sordas, con dificultades de audición o con discapacidades del habla pueden comunicarse con el USDA por medio del Federal Relay Service [Servicio Federal de Retransmisión] llamando al (800) 877-8339. Además, la información del programa se puede proporcionar en otros idiomas.

Para presentar una denuncia de discriminación, complete el Formulario de Denuncia de Discriminación del Programa del USDA, (AD-3027) que está disponible en línea en: http://www.ocio.usda.gov/sites/default/files/docs/2012/Spanish_Form_508_Compliant_6_8_12_0.pdf. y en cualquier oficina del USDA, o bien escriba una carta dirigida al USDA e incluya en la carta toda la información solicitada en el formulario. Para solicitar una copia del formulario de denuncia, llame al (866) 632-9992. Haga llegar su formulario lleno o carta al USDA por:

(1) correo: U.S. Department of Agriculture
Office of the Assistant Secretary for Civil Rights
1400 Independence Avenue, SW
Washington, D.C. 20250-9410;
(2) fax: (202) 690-7442; o
(3) correo electrónico: program.intake@usda.gov.

Esta institución es un proveedor que ofrece igualdad de oportunidades.

Atlas del Bosque Nacional El Yunque

y el Bosque Experimental de Luquillo

Maya Quiñones
Isabel K. Parés
William A. Gould
Grizelle González
Kathleen McGinley
Pedro Ríos

IITF-GTR-47
JUNIO 2018











Autores

MAYA QUIÑONES es geógrafa y cartógrafa profesional en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, ubicado en Río Piedras, Puerto Rico. Email: mquinones@fs.fed.us

ISABEL K. PARÉS RAMOS es científica ambiental, geógrafa y urbanista. Trabaja como consultora para Urbánica, P.C. y es la coordinadora del Centro Climático del Caribe del Departamento de Agricultura de Estados Unidos en San Juan, Puerto Rico.
Email: iparesramos@fs.fed.us

WILLIAM A. GOULD es ecólogo investigador con el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical y director del Centro Climático del Caribe del Departamento de Agricultura de EE.UU. en Río Piedras, Puerto Rico.
Email: wgould@fs.fed.us

GRIZELLE GONZÁLEZ científica y líder de proyectos de la Unidad de Investigación y Desarrollo del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, y profesora asociada en el Departamento de Biología y del Departamento de Ciencias Ambientales en la Universidad de Puerto Rico en Río Piedras. Dirige la Estación de Investigación de Campo de Sabana en Luquillo. Es investigadora principal en el Programa de Investigación Ecológica a Largo Plazo y del Observatorio de Zona Crítica de Luquillo.
Email: ggonzalez@fs.fed.us

KATHLEEN McGINLEY trabaja como científica social de investigación para el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical y es profesora asociada en el Departamento de Dasonomía y Recursos Ambientales de la Universidad del Estado de Carolina del Norte.
Email: kmcginley@fs.fed.us

PEDRO RÍOS es biólogo y ocupa el cargo de Líder del Equipo del Plan de Manejo y Ecosistemas del Bosque Nacional El Yunque del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos en Río Grande, Puerto Rico. Email: prios@fs.fed.us

El Yunque National Forest Atlas

U.S. Department of Agriculture, Forest Service,
International Institute of Tropical Forestry
Jardín Botánico Sur
1201 Calle Ceiba,
Río Piedras, Puerto Rico 00926-1119
T: (787) 766-5335 F: (787) 766-6302
@USFS_IITF
https://www.fs.usda.gov/iitf

General Technical Report IITF-GTR-47
Abril 2018

Contenido

Agradecimientos 5
Prefacio 6

INTRODUCCIÓN **8**
- Direcciones para llegar al bosque 10
- Cronograma 12
- Datos básicos sobre el bosque 14
- Servicios ecosistémicos 17

CAPÍTULO 1—RECURSOS TERRESTRES **19**
- Topografía 20
- Relieve 21
- Geología 22
- Suelos 24
- Cobertura del terreno 26

CAPÍTULO 2—AGUA **27**
- Hidrografía 28
- Recursos de agua 30

CAPÍTULO 3—PLANTAS Y ANIMALES **31**
- Vegetación 32
- Animales vertebrados 36
- Especies de interés para la conservación 37

CAPÍTULO 4—GENTE **39**
- Municipios y otras áreas protegidas 40
- Población 41
- Estadísticas socioeconómicas 43

CAPÍTULO 5—INVESTIGACIÓN Y MANEJO **45**
- Investigación 46
- Áreas designadas 47
- Infraestructura 48

CAPÍTULO 6—RECREACIÓN **51**
- Horario de operación e información de contacto 52
- Áreas recreativas 53
- Corredor recreativo en el trayecto de la PR-191 54
- Veredas para caminar 55

Referencias 57
Glosario 61
Abreviaturas 63

Agradecimientos

Los autores agradecemos a cada uno de los fotógrafos por donar sus hermosas imágenes que ayudan a darle vida al atlas. Estos incluyen a Gerald “Jerry” Bauer, Luis Andrei Muñoz, Gary Potts, Joel Mercado, la familia Baker, María M. Rivera, Carlos Estrada, Federico Moscoso Cintrón y Omar Pérez-Reyes.

También agradecemos a José “Pepe” Ortega, Frank H. Wadsworth y a Luis A. Rivera por sacar tiempo para reunirse con nosotros y compartir sus conocimientos sobre la historia, biología y estructura del bosque. Sus aportaciones mediante entrevistas y comunicaciones personales constituyen un recurso valioso para la producción de este atlas.

Les damos gracias a los autores de las citas utilizadas al principio de cada capítulo; Marixa Maldonado por ayudar con la traducción al español; Sylvia Zavala Trías por sus comentarios y sugerencias sobre varias versiones de los borradores y por su revisión y ediciones del texto en español; Enrique Martín Brea y Sandra Soto Bayó por revisar el texto en español; Yaira Sofía Quiñones por su ayuda con el diseño de la portada; Ariel E. Lugo, Tamara Heartsill Scalley, Gary Potts, Alejandro Torres, Luis Villanueva, Christian Torres Santana y Peter L. Weaver, por sus comentarios y correcciones; y Thomas J. Vázquez y Michael Hermann por revisar el diseño cartográfico. Apreciamos su tiempo y entusiasmo.

La Biblioteca del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, a través de su bibliotecaria, Gisel Reyes, fue un recurso esencial al proveer libros y literatura necesarios para nuestra investigación y al ayudarnos en el proceso de publicación, al igual que Frank Vanni, Keith D. Routman y todos en el Programa de Comunicaciones y Aplicaciones del Pacific Northwest Research Station.

La creación y publicación de este atlas fue posible gracias al apoyo de la División de Investigación y Desarrollo del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los EEUU, el Bosque Nacional El Yunque, el Centro Climático del Caribe, la Cooperativa para la Conservación del Paisaje del Caribe, el Programa de Bosques Estatales y Privados y el Programa de Recursos Biológicos y Terrestres de la Región 8 del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de EEUU. Muchas de las investigaciones científicas descritas aquí fueron hechas a través de las subvenciones DEB-0218039 y 1239764 otorgadas por la Fundación Nacional de las Ciencias al Instituto de Estudios de Ecosistemas Tropicales, la Universidad de Puerto Rico y el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos como parte del Programa de Investigación Ecológica a Largo Plazo en el Bosque Experimental de Luquillo.

Gracias a los revisores quienes ofrecieron su tiempo para ayudar a mejorar este atlas. Finalmente, queremos agradecer a todos los científicos, técnicos, administradores y guardabosques que dedican sus vidas al estudio y manejo del Bosque Nacional El Yunque y el Bosque Experimental de Luquillo. Ellos han ayudado no solo a expandir la ciencia y el manejo de los bosques tropicales, sino también a iluminarnos sobre este lugar tan especial en la cultura puertorriqueña.

Toda investigación del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical es llevada a cabo en colaboración con la Universidad de Puerto Rico.

Prefacio

Esta publicación es un esfuerzo colaborativo entre el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical y el Bosque Nacional El Yunque para proveer mapas y análisis de información espacial actualizados sobre una importante reserva natural en Puerto Rico y el único bosque tropical dentro del Sistema de Bosques Nacionales de los Estados Unidos.

El Atlas del Bosque Nacional El Yunque sirve como una herramienta complementaria del *Informe de Evaluación del Plan del Bosque Nacional El Yunque del 2014*, Fase Uno, bajo el Reglamento de Planificación del Servicio Forestal de EE.UU. de 2012. El informe documenta el estado actual de las condiciones ecológicas, socioeconómicas y culturales del bosque y terrenos circundantes, como parte del proceso de revisión del plan de manejo del Bosque Nacional El Yunque, el cual establecerá los requisitos y restricciones para las decisiones de manejo dentro del bosque. El *Informe de Evaluación del Plan del Bosque Nacional El Yunque del 2014*, está disponible en internet a través del siguiente enlace: https://go.usa.gov/cS5Tk.

Este atlas resume de forma visual información sobre El Yunque y las montañas donde yace, el agua que fluye desde sus picos, y los animales y plantas que lo consideran su hogar; datos socioeconómicos de los municipios que lo albergan; el manejo e investigación dentro del bosque, y las actividades recreativas y turísticas con las que disponemos. La información geográfica representada en los mapas de este atlas incluye los datos más recientes (hasta marzo 2016). Utilizamos un estilo de citas numeradas sobreíndice dentro del texto, cuyos números corresponden a las referencias incluidas al final del atlas.

La información incluida en esta publicación está basada en la mejor ciencia disponible, según compilada por los autores del atlas y el Equipo Interdisciplinario del Plan de Manejo del Bosque Nacional El Yunque, un grupo de profesionales científicos, forestales y administradores que trabajaron en la revisión del plan de manejo y el *Informe de Evaluación del Plan del Bosque Nacional El Yunque de 2014*. A continuación, la lista de los colaboradores e integrantes del Equipo Interdisciplinario del Plan de Manejo del Bosque Nacional El Yunque.

Equipo interdisciplinario y colaboradores del plan de manejo del Bosque Nacional El Yunque

Nombre, rol y afiliación

Equipo interdisciplinario

- Alejandro Torres, recursos culturales, Centro para la Conservación del Paisaje (CCP)
- Alexis Dragoni, hidrología, CCP
- Carmen Guerrero, planificación, Iniciativa Para Un Desarrollo Sustentable (IDS)
- Carolyn Krupp, relaciones públicas, USDA Forest Service
- Edgardo González, manejo de bosques, CCP
- Emrys Treasure, cambio climático, Template for Assessing Climate Change Impacts and Management Options
- Federico Moscoso Cintrón, participación pública, CCP
- Felipe Cano, biología de vida silvestre, USDA Forest Service
- Grizelle González, líder de investigación y ciencia, USDA Forest Service
- José Ortega, programa de recreación, USDA Forest Service
- Kathleen McGinley, investigación científico-social, USDA Forest Service
- Lisa Jennings, recursos naturales, USDA Forest Service
- Luis A. Rivera, dasonomía, USDA Forest Service
- Luis Jorge Rivera Herrera, planificación, IDS
- Nicole Hills, arquitectura paisajista, USDA Forest Service
- Pedro Ríos, líder de equipo manejo y planificación del ecosistema, USDA Forest Service
- Sharon Meléndez, arqueología, CCP
- Tinelle Bustam, recreación, USDA Forest Service
- William Jones, sistemas de información geográfica (GIS), USDA Forest Service

Apoyo administrativo

- Delia Gómez, apoyo administrativo, USDA Forest Service
- Elba García, apoyo administrativo, USDA Forest Service
- Ivette Martínez, oficial de presupuesto financiero, USDA Forest Service
- Lucy Cruz, asistente ejecutiva del Supervisor del Bosque, USDA Forest Service
- Maple Taylor, escritora/editora, USDA Forest Service
- Marian Rodríguez, apoyo administrativo, contratista
- Michelle Ramos Morales, apoyo administrativo, contratista
- Rosa Ávila, oficial de presupuesto, USDA Forest Service
- Yiraliz Rivera, apoyo administrativo, contratista

Apoyo científico

- Christian Torres Santana, salud del bosque, USDA Forest Service
- Isabel Parés, apoyo cartográfico, Urbánica
- Maya Quiñones, apoyo cartográfico y de GIS, USDA Forest Service
- William A. Gould, apoyo de investigación ecológica, USDA Forest Service

INTRODUCCIÓN



Foto por Jerry Bauer

EL BOSQUE

Nacional El Yunque significa muchas cosas para muchas personas. Es el bosque más al este y sur, más húmedo y de mayor diversidad biológica del Sistema de Bosques Nacionales de los Estados Unidos. Se le ha reconocido como una fuente de recursos forestales desde los tiempos de la Corona Española, y como recurso cultural desde que los indígenas habitaron Puerto Rico. En este Atlas presentamos alguna de la más reciente información geográfica sobre El Bosque Nacional El Yunque y los terrenos circundantes.

Los picos de la Sierra de Luquillo que forman el bosque sobrepasan los 1000 metros de elevación, y es ahí donde las masas de aire que traen los vientos alisios cargados de humedad desde el este se acumulan y liberan lluvia en abundancia. La precipitación anual es cuatro veces mayor en los picos que en la costa cercana.

Los bosques nubosos, abundantes en especies endémicas, ocupan los picos, y los arroyos fluyen por todas las laderas de las montañas llevando agua limpia al pueblo de Puerto Rico y conectando los ambientes marinos y terrestres. En sus ríos viven anguilas, peces y camarones que desovan en el mar. Es el hogar de aves, murciélagos, coquíes y boas. La mayoría de los remanentes de los bosques primarios más antiguos de Puerto Rico se encuentran en las elevaciones más altas, mientras en las tierras bajas hay bosques noveles secundarios. Juntos, albergan más especies de árboles que la combinación de todos los otros bosques nacionales y praderas.

Este Atlas presenta en sus mapas la historia, los recursos de agua y tierra, los hábitats y especies silvestres, y los usos humanos del bosque de manera que sus administradores, investigadores, visitantes y vecinos logren una visión compartida del valor del Bosque Nacional El Yunque.

Cómo llegar a El Yunque

desde el Aeropuerto Internacional Luis Muñoz Marín en San Juan, Puerto Rico





Direcciones para llegar en auto:

- En la carretera principal del aeropuerto (PR-17) entre al Expreso Baldorioty de Castro (PR-26) hacia el este.
- La PR-26 se convertirá en la Autopista de peaje PR-66.
- Continúe en la PR-66 hasta su final conectando con la carretera PR-3. Vire a la derecha, hacia el este.
- Manténgase en la PR-3 por aproximadamente 6.3 km.
- Vire a la derecha en la calle Triunfo hasta que termine en la calle Principal (PR-955).
- Vire a la derecha y luego a la izquierda hacia la PR-191— hay muy poca distancia entre los dos virajes.
- Continúe en la PR-191 hasta que llegue al bosque. Cerca de la entrada encontrará el Centro de visitantes El Portal, a su derecha.



¡Disfrute el bosque y todas sus maravillas!



Coordenadas GPS

Oficina central Catalina	18° 20' 18.7" N, 65° 45' 39.9" W
Centro de visitantes El Portal	18° 20' 22.2" N, 65° 45' 43.2" W
Centro de visitantes Palo Colorado	18° 18' 03.3" N, 65° 47' 07.5" W

Bosque Nacional El Yunque (1876 –2017)[1]

1876

El Rey Alfonso XII proclama 10 000 ha (24,710 acres) en las montañas de Luquillo como una reserva forestal.



1903

El Presidente Theodore Roosevelt proclama la Reserva Forestal de Luquillo.

El valle del río Sabana es severamente deforestado.

1905

El USDA publica su primer informe detallado sobre el bosque y sus recursos.

1931

Primeras plantaciones de caoba.

La población de la cotorra puertorriqueña se estima en 2,000 individuos.

1932

Primera Declaración de Política Forestal Nacional para la adquisición de 20 234 ha (50,000 acres) de bosque a través de la isla.



1934-1948

Los bosques de Puerto Rico:

- Se estima que solamente el 6% del suelo de Puerto Rico es bosque.
- Comienza un programa de reforestación masiva.
- Se reforestan 1589 ha (3,926 acres) de tierra en El Yunque.
- El Cuerpo Civil de Conservación (CCC) completa la construcción de 105 km de carreteras, 80 km de veredas, torres, áreas de pícnic, cabañas, vivero de peces, piscinas y un restaurante en los bosques de la isla.
- Entrega de 60 millones de árboles a los agricultores de la isla.

1935

Compra de terrenos adicionales alrededor de El Yunque.

Abre el área recreativa La Mina.

1939

Creación de la Estación Experimental de Bosque Tropical del Servicio Forestal en Río Piedras—hoy día llamado el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical.



1940-1943

Se completa la carretera hacia el bosque (PR-191) y la Estación Experimental El Verde, y comienzan las parcelas de investigación a largo plazo.

El periodo de guerra aumenta las ventas de madera del Yunque para carbón.

1946

Cesa la minería de oro en el río Mameyes dentro del bosque.

1949

852 ha (2,105 acres) del valle de Mameyes se designan como el área de investigación Baño de Oro.



1953

La poca demanda detiene la extracción de madera para la producción de carbón.

1956

En reconocimiento de la importancia de la investigación, se designa el bosque como el Bosque Experimental de Luquillo.

1961

Inauguración de un arboretum con más de 100 especies de árboles tropicales.


Foto histórica, archivo del IITF

1963

Abre la torre de observación Yokahú.

Juan A. Rivero descubre el *Eleutherodactylus hedricki*, una nueva especie de coquí arbóreo.

El cuervo de cuello blanco se avista por última vez.

1968

La cotorra puertorriqueña (*Amazona vittata*) entra a la lista de especies en peligro de extinción; quedan solo 13 cotorras silvestres. Comienzan esfuerzos formales para intentar salvar la especie.


Foto por Jerry Bauer

1971

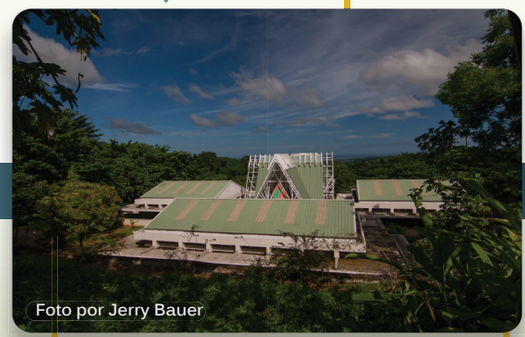
Avistamiento de la reinita del bosque enano (*Dendroica angelae*), un ave endémica, en las zonas altas del bosque.

1976

Las Naciones Unidas designa el bosque como una reserva de la biosfera.

1988

En colaboración con la Universidad de Puerto Rico, comienza el Programa de Investigación Ecológica a Largo Plazo.


Foto por Jerry Bauer

1996-1997

Abre el área de exhibición en el Centro de visitantes El Portal para promover la educación al público y la conservación forestal.

Aprobación del Plan de manejo de terrenos y recursos del bosque.

2002

Designación de los ríos Icacos, La Mina y Mameyes como "ríos naturales y panorámicos."

2005

Se establece el Área natural El Toro.


Foto por Federico Moscoso Cintrón

2009

Establecimiento de la Zona Crítica de Observación de Luquillo dentro de El Yunque.

2012

Comienzo de la revisión del plan de manejo para el bosque basado en los mejores conocimientos científicos y con participación del público.

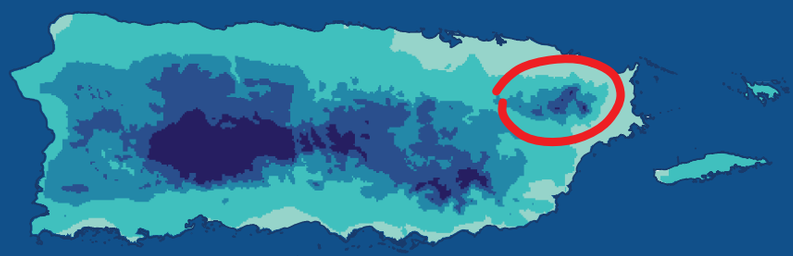
2017

Nuevo plan de manejo en proceso final de revisión.

Un vistazo al clima de Puerto Rico

Temperaturas máximas





Temperaturas mínimas

Temperatura (promedio anual) [2]

(°F)	(°C)
87–91	31–33
86–87	30–31
82–86	28–30
78–82	26–28
69–78	21–26
69–73	21–23
66–69	19–21
64–66	18–19
62–64	17–18
57–62	14–17

Precipitación anual (pulgadas y mm) [2]



28"–39"	701–1000 mm
39"–59"	1000–1500 mm
59"–79"	1500–2000 mm
79"–118"	2000–3000 mm
118"–181"	3000–4598 mm
	El Yunque

Condiciones climáticas en el Bosque Nacional El Yunque [3]

Clima	Tropical marítimo
Precipitación anual	3860 mm (152") promedio para el bosque completo; aumenta con la elevación
Récord de precipitación	485 mm (19") registrado el 19 de mayo de 1969 en Pico del Este
Temperatura promedio	72 °F (22 °C) en invierno a 86 °F (30 °C) en verano
Extremos de temperatura	Mínimo = 52 °F (11 °C) Máximo = 87 °F (32 °C)
Huracanes (incluye los huracanes Irma y María del 2017)	16 documentados que han pasado cerca o sobre las montañas desde 1738

El Yunque dentro del Sistema de Bosques Nacionales de los EE.UU. [3, 4, 5]

- El Yunque es el único bosque tropical dentro del Sistema de Bosques Nacionales de los Estados Unidos.
- Es el único bosque nacional de los EE.UU. designado como un bosque experimental en su totalidad.
- Es el único bosque nacional de los EE.UU. localizado en una isla.
- Tiene el porcentaje mayor de áreas silvestres (35%).
- Tiene la mayor biodiversidad con 225 especies nativas de árboles y 165 especies de vertebrados documentadas.
- Es el bosque nacional de los EE.UU. más lluvioso.

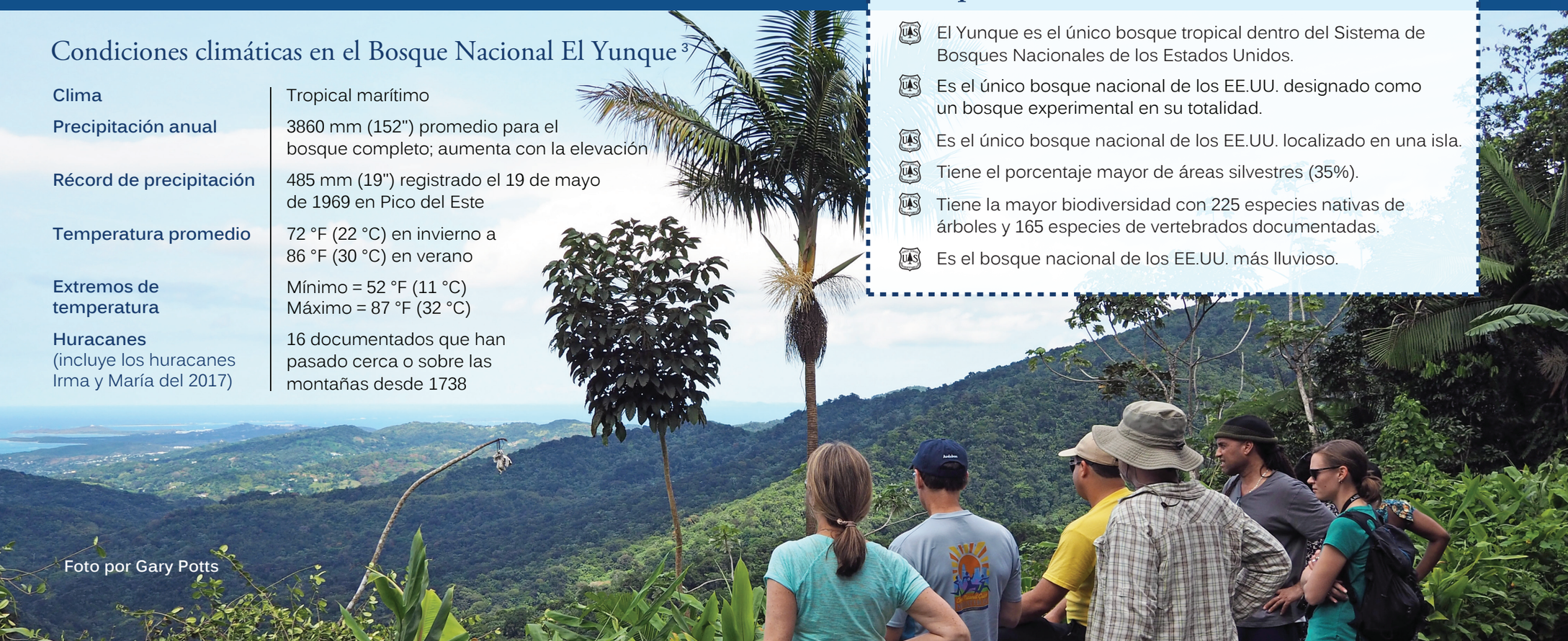
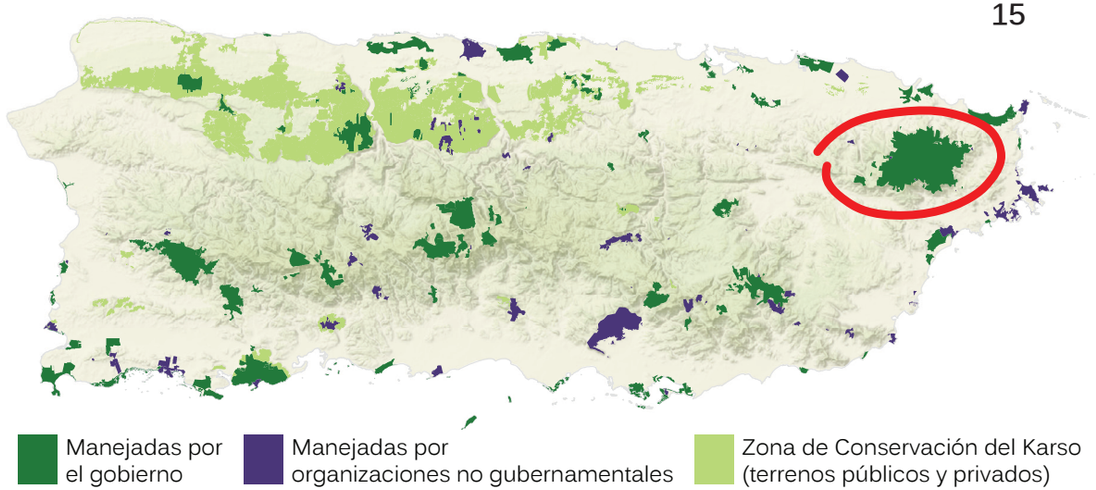


Foto por Gary Potts

Datos breves sobre El Yunque

Fauna [3] **(vertebrados)**	164 especies (24 endémicas) Aves = 107 especies Reptiles = 19 especies Mamíferos = 16 especies Anfibios = 15 especies Peces = 7 especies
Flora [3] **(vegetación)**	Más de 1,000 especies diferentes de plantas 225 especies nativas de árboles 60 endémicas a Puerto Rico 8 endémicas a la Sierra de Luquillo 636 especies nativas de flora
Árbol más alto [3]	*Dacryodes excelsa* y *Manilkara bidentata* >30 metros
Árbol más antiguo [3]	*Cyrilla racemiflora* y *Magnolia splendens* ≈1,000 años
Hidrología [3]	10 ríos y 7 cuencas hidrográficas dentro del bosque 11 especies migratorias de camarones viven en sus ríos 35 tomas de agua dentro del bosque suplen ≈750,000 personas
Topografía [3]	Elevaciones de 120 a 1074 metros sobre el nivel del mar 5 picos con elevación de más de 1000 m
Geología [3]	Rocas volcanoclásticas marinas elevadas del periodo Cretácico y rocas



Áreas protegidas de Puerto Rico [6]

Área y otras medidas: [7]

- ✓ **11 540 ha (28,516 acres)**—área total
- ✓ **122 km (76 miles)**—perímetro
- ✓ **53 km (33 miles)**—carreteras
- ✓ **30 km (19 miles)**—veredas
- ✓ **1.1 millón de visitas al año**

NOMBRE OFICIAL [3, 8, 9]	AÑO
Yukiyú (por los Taínos)	<1500
Sierra de Luquillo	1885–1898
Luquillo Forest Reserve	1903–1907
Luquillo National Forest	1907–1935
Caribbean National Forest	1935–2007
El Yunque National Forest	2007–presente

Fisiografía de Puerto Rico [10]





Los Servicios Ecosistémicos del Bosque Nacional El Yunque

Los servicios ecosistémicos se definen como los beneficios que obtiene el ser humano de la naturaleza. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio,[11] un estudio de valoración realizado por las Naciones Unidas sobre la condición y las tendencias de los ecosistemas mundiales, clasifica los servicios en cuatro categorías principales:

Servicios de Provisión	Proveen alimento, agua dulce, combustible, fibras y otros bienes.
Servicios de Regulación	Procesos que ayudan a regular el clima, la calidad del aire, la cantidad y calidad del agua, las enfermedades, y la producción de plantas a través de la polinización, entre otros.
Servicios Culturales	Beneficios no físicos para los seres humanos como lo son la ciencia y la educación, estética, recreación y valores espirituales e históricos.
Servicios de Apoyo	Procesos que sostienen a los ecosistemas y hábitats que nos proveen estos servicios como por ejemplo la formación del suelo, el ciclo de nutrientes y la diversidad genética.

El Bosque Nacional El Yunque provee una variedad de servicios ecosistémicos—como aire limpio, agua dulce y recreación—que son esenciales para el bienestar de la gente en las comunidades que circundan el bosque y más allá.[12] Muchos de estos bienes y servicios se perciben tradicionalmente como beneficios gratuitos para la sociedad o “bienes públicos,” por ejemplo, hábitats de vida silvestre y biodiversidad, servicios de cuencas hidrográficas, almacenaje de carbono y paisajes panorámicos. Cuando se subestima el valor de nuestros bosques, estos se vuelven susceptibles ante las presiones de desarrollo. El reconocimiento de los ecosistemas forestales como un bien natural con valor tanto económico como social puede ayudar a promover la conservación y una toma de decisiones más efectiva.

Foto por Luis Andrei Muñoz

CAPÍTULO 1—RECURSOS TERRESTRES



"Las montañas de Luquillo se elevan abruptamente desde el mar sobre los 1000 metros de elevación, creando una topografía empinada que sobresale en el área noreste de Puerto Rico. Ninguna otra formación obstruye la vista hacia y desde las magníficas montañas desde cualquier punto dentro de un radio de 30 kilómetros. Sistemas de nubes que se originan en el Atlántico Norte, en África Occidental y el noreste de Estados Unidos ocupan la Sierra de Luquillo a unos 600 metros de altura."

—Ariel E. Lugo,
director del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

Foto por Gary Potts

TOPOGRAFÍA
Elevación y picos de El Yunque

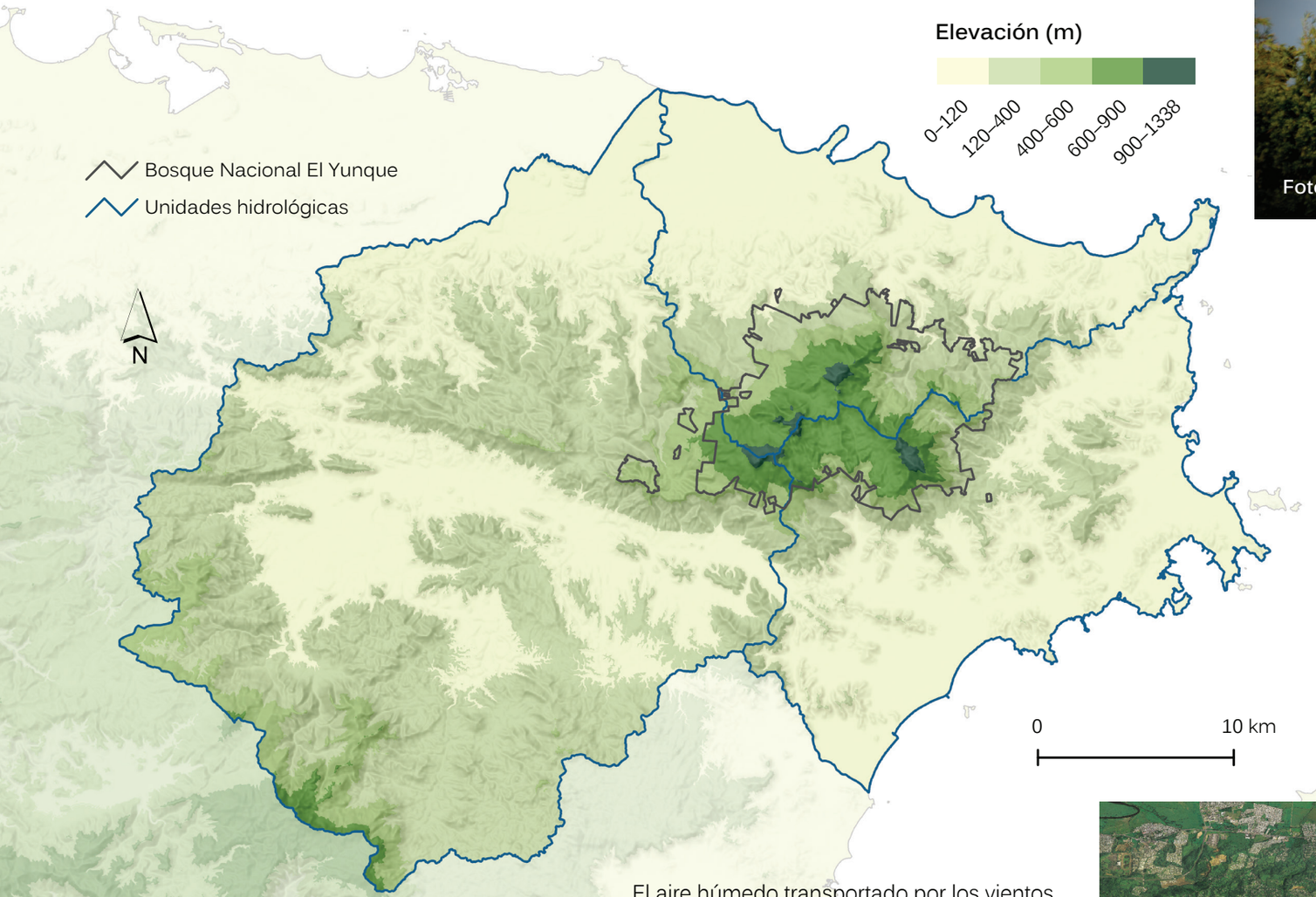



Foto por Jerry Bauer

La mayor parte del Bosque Nacional El Yunque queda entre 400 a 900 m de elevación; el cinco por ciento está sobre 900 m. Cinco picos del bosque exceden los 1000 metros de elevación: El Toro, El Yunque, Pico del Este, Pico del Oeste y El Cacique. El punto más bajo es en la frontera noreste, cerca del barrio Sabana.

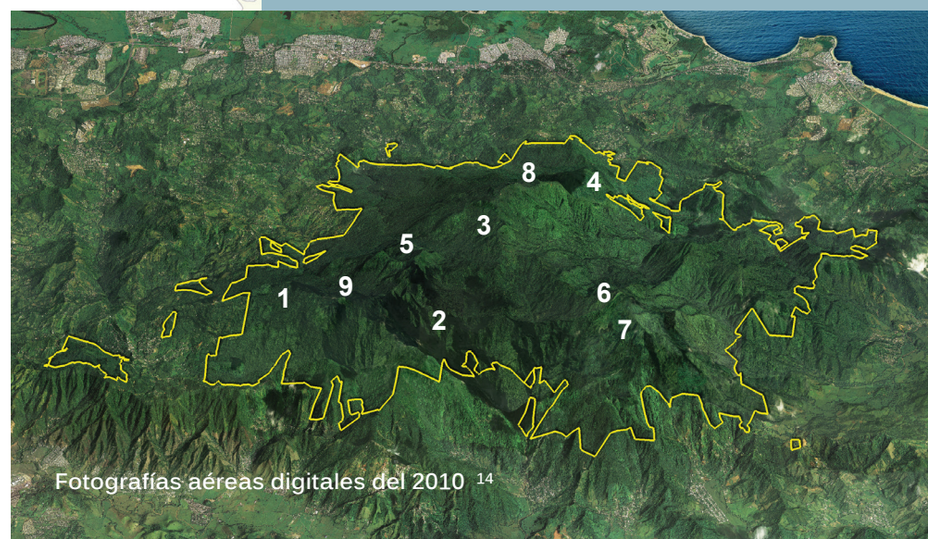
LOS PICOS DEL BOSQUE [3]

	Nombre	Elevación (m)
1.	El Negro	750
2.	La Mina	931
3.	Mount Britton	941
4.	Los Picachos	968
5.	Cacique	1020
6.	Pico del Oeste	1025
7.	Pico del Este	1051
8.	El Yunque	1065
9.	El Toro	1074

El clima en los picos del bosque

El Bosque Nacional El Yunque se sitúa en la Sierra de Luquillo, la cual se eleva desde la costa hasta más de 1000 m sobre el nivel del mar. El pico El Toro (1074 m) es el punto más alto dentro del bosque. Muchos de los gradientes ambientales llegan a sus valores extremos en los picos montañosos, por ejemplo: las velocidades del viento más altas, las temperaturas del aire más bajas, la menor cantidad de luz solar, la mayor precipitación y las concentraciones más bajas de oxígeno en el suelo. [3, 7, 13]

El aire húmedo transportado por los vientos alisios procedentes del Océano Atlántico se enfría y condensa según se eleva por las laderas escarpadas, lo que trae como resultado el que los picos estén cubiertos de nubes la mayor parte del tiempo. Febrero y marzo son los meses con mayor probabilidad de que los picos estén libres de nubes.[3] Las lluvias casi constantes en los picos forman los seis ríos principales del bosque: Río Espíritu Santo, Río Grande de Loíza, Río Blanco, Río Mameyes, Río Fajardo y Río Sabana.



Fotografías aéreas digitales del 2010 [14]

RELIEVE
La forma del bosque

El relieve describe el contorno de la superficie terrestre. Diez de las doce clasificaciones del relieve descritas para Puerto Rico se observan dentro del Bosque Nacional El Yunque.[15] El terreno escarpado de la Sierra de Luquillo, donde se ubica el bosque, está formado en su mayoría por pendientes desde bajas a empinadas. El terreno plano es poco frecuente en el bosque en forma de llanos, fondos de pendientes y altiplanicies.

El asentamiento humano, incluida la agricultura y la siembra de árboles en las elevaciones más bajas del bosque, ha impuesto cambios en el paisaje de El Yunque desde principios de 1800.[3] Sin embargo, la mayoría de los terrenos sobre los 600 m de elevación, con sus pendientes escarpadas y fuertes lluvias, se mostraron inaccesibles para la actividad agrícola y el desarrollo urbano.[16]

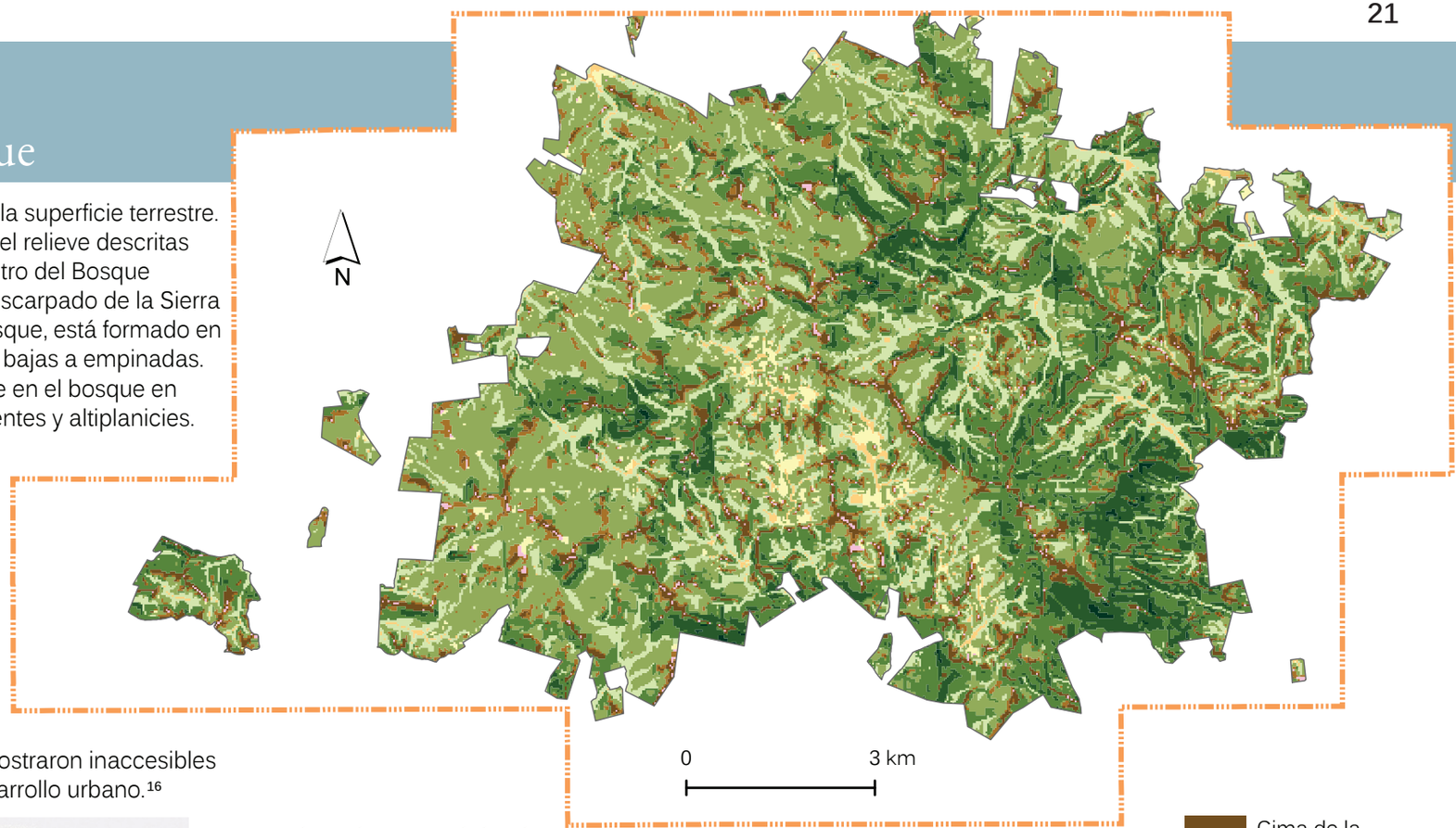
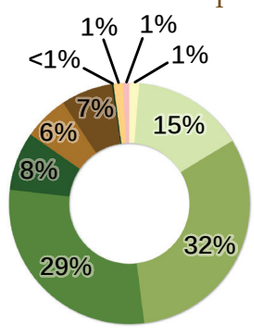



Foto por Jerry Bauer

DESLIZAMIENTOS DE TIERRA[3]

Más de la mitad de los deslizamientos de tierra en Puerto Rico son causados por las intensas lluvias y vientos asociados a disturbios atmosféricos, tales como huracanes, tormentas y depresiones tropicales. La mayoría de los deslizamientos en el Bosque Nacional El Yunque ocurren entre los 600 y 800 m de altura, usualmente durante la época de huracanes entre junio y octubre.

La distribución del relieve dentro de El Yunque



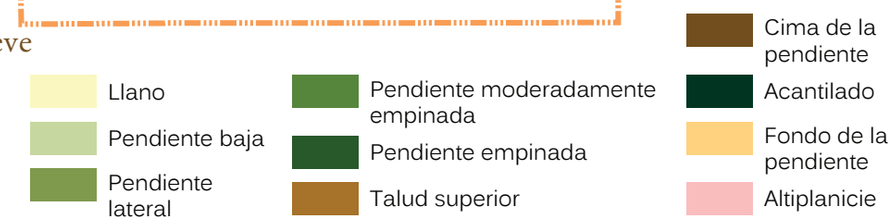
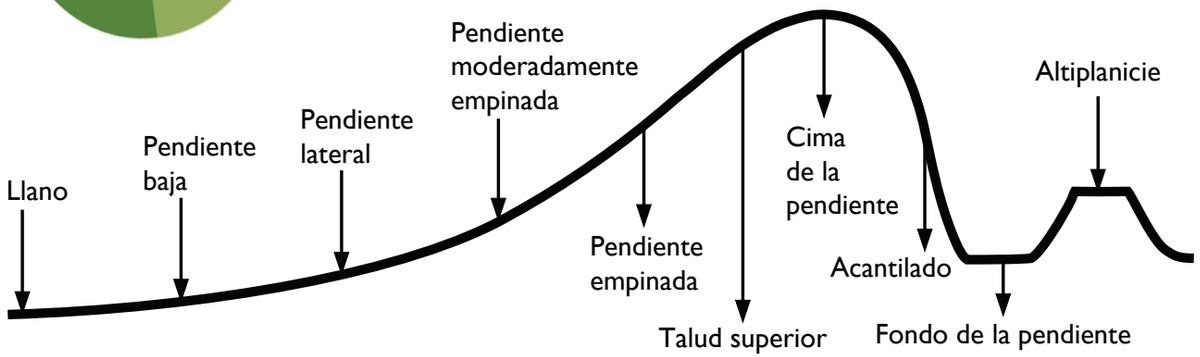
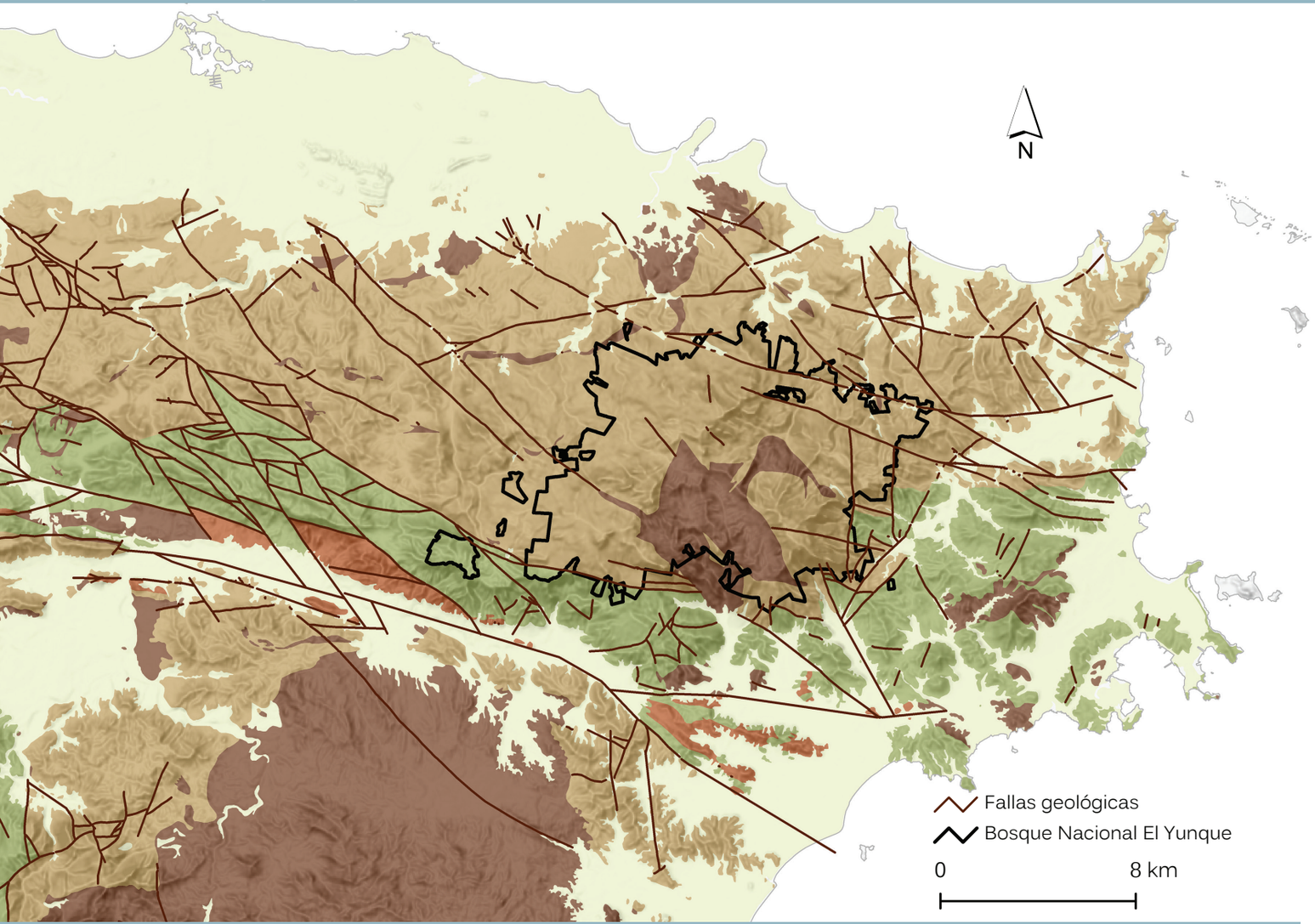


Diagrama de las clasificaciones del relieve [15]



GEOLOGÍA

Terrenos geológicos de El Yunque y sus alrededores



Terrenos geológicos [17]

No volcanoclástico

Depósitos de rocas de material biogenético y otras rocas carentes de material volcánico. En Puerto Rico, este terreno consiste en depósitos superficiales de aluvión, depósitos de playa y pantano, áreas de deslizamientos, relleno artificial y brecha de falla—rocas formadas por fuerzas tectónicas con los fragmentos rotos de minerales y otras rocas.

Alteración hidrotermal

Áreas formadas por rocas metamórficas de origen volcánico o rocas de origen desconocido con alteración hidrotermal. La alteración hidrotermal ocurre cuando el agua caliente cambia la composición química de una roca. En Puerto Rico, las rocas alteradas son muy comunes y representan muchos niveles diferentes de intensidad de la alteración.

Intrusivo

Áreas constituidas por rocas intrusivas—rocas ígneas que se forman por la solidificación de magma subterráneo. En Puerto Rico, el cobre, el oro y otros metales y minerales con valor económico se encuentran en los terrenos intrusivos.

Basalto submarino y chert

Áreas de roca de basalto que se formaron a partir de un rápido enfriamiento de lava bajo el océano y roca sedimentaria chert. En Puerto Rico, el chert se encuentra en asociación con basalto.

Volcanoclástico

Áreas de roca formada por el magma de una erupción volcánica. En Puerto Rico, la mayor parte del terreno volcanoclástico se origina a partir de la erupción de volcanes submarinos durante el período Cretácico. También están presentes en la isla pequeños depósitos de rocas volcanoclásticas formadas fuera del agua.

Geología de Puerto Rico [17]

Puerto Rico es una isla volcánica. Las formaciones geológicas más antiguas se encuentran en la parte suroeste de la isla y datan del periodo Jurásico hace 150 millones de años. Más de la mitad de Puerto Rico está formado por rocas ígneas y metamórficas generadas por la actividad volcánica que duró desde finales del periodo Jurásico hasta el Eoceno. El movimiento tectónico giró, arqueó, hundió y levantó las masas terrestres definiendo la complejidad de los terrenos y creando las fallas geológicas que atraviesan la isla actualmente. Depósitos de sedimentos marinos y aluvión se encuentran a lo largo de la región norte, la zona costera y los valles de Puerto Rico, productos de los procesos de meteorización y erosión y de la historia tectónica.

La mayor parte del Bosque Nacional El Yunque yace sobre rocas marinas volcanoclásticas y rocas ígneas intrusivas de los periodos Cretácico y Terciario.

GEOLOGÍA

Formaciones geológicas en el Bosque Nacional El Yunque [17]

Cretácico temprano

Kd **Formación Daguao**
Rocas volcánicas intercaladas, arenisca y formaciones de cristales de cenizas volcánicas consolidadas.

Kf **Lava Figuera**
Rocas volcánicas intercaladas con otras rocas volcánicas, rocas volcánicas submarinas, arenisca y limolita.

Kfa **Formación Fajardo**
Rocas sedimentarias de cenizas consolidadas, con piezas más grandes de roca volcánica intercaladas con arenisca y limolita con chert.

Kta **Formación Tabonuco**
Granos calcáreos finos o gruesos que contienen carbonato de calcio, arenisca y lutolita con pedazos pequeños de roca volcánica.

Cretácico tardío

Kh **Formación Hato Puerco**
Rocas sedimentarias, como la arenisca y la lutolita, formadas por pedazos de roca volcánica y minerales.

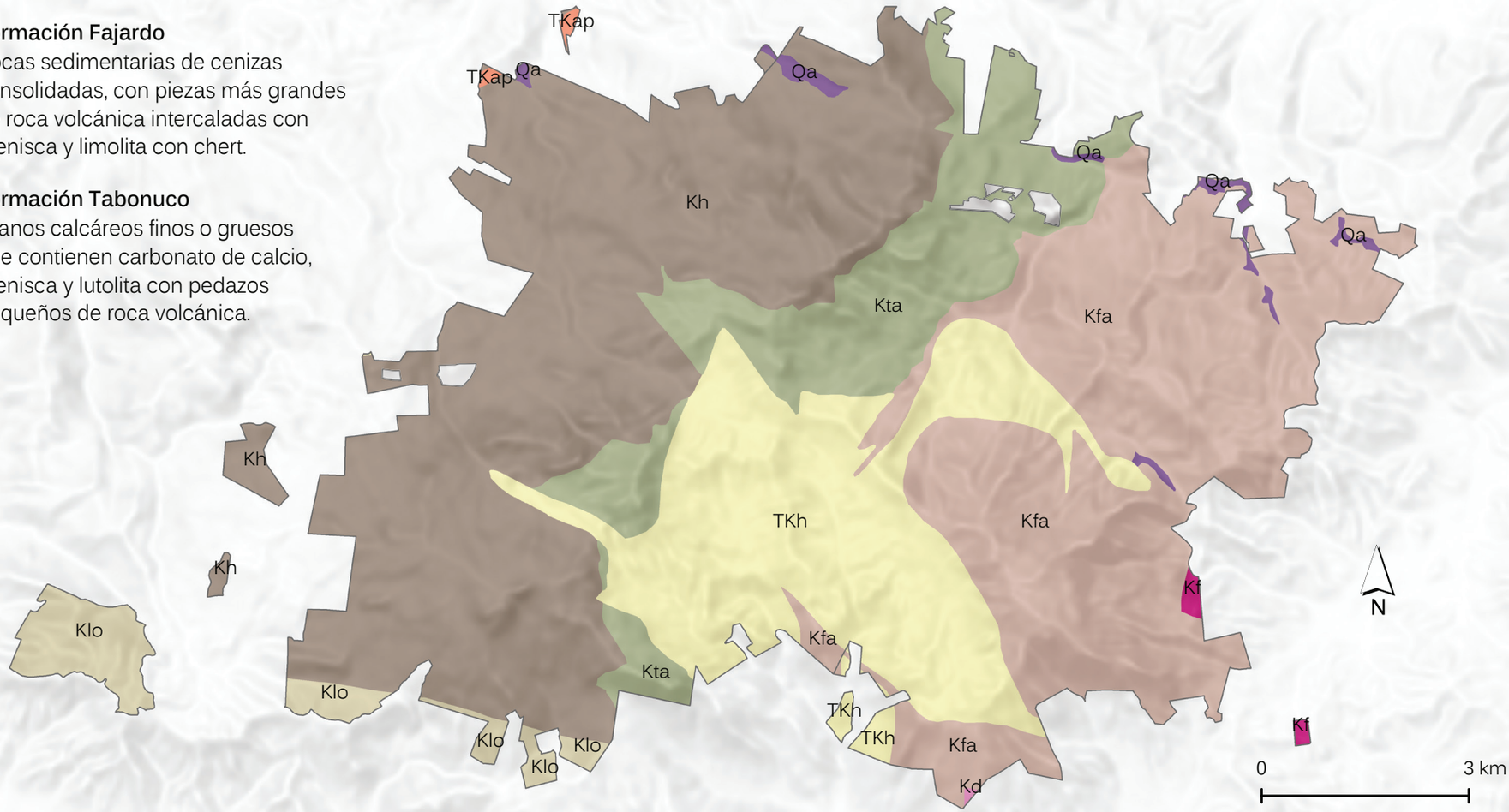
Klo **Formación Lomas**
Rocas volcánicas, rocas volcánicas submarinas y vidrio, y arenisca volcánica y lutolita.

TKap **Pórfido de andesita de augita**
Rocas volcánicas, rocas ígneas con cristales de grano grueso, y los minerales augita y plagioclasa.

TKh **Cuarzo diorita hornblenda**
Rocas ígneas plutónicas que se formaron bajo la superficie terrestre. También contiene minerales como cuarzo, plagioclasa y biotita.

Cuaternario

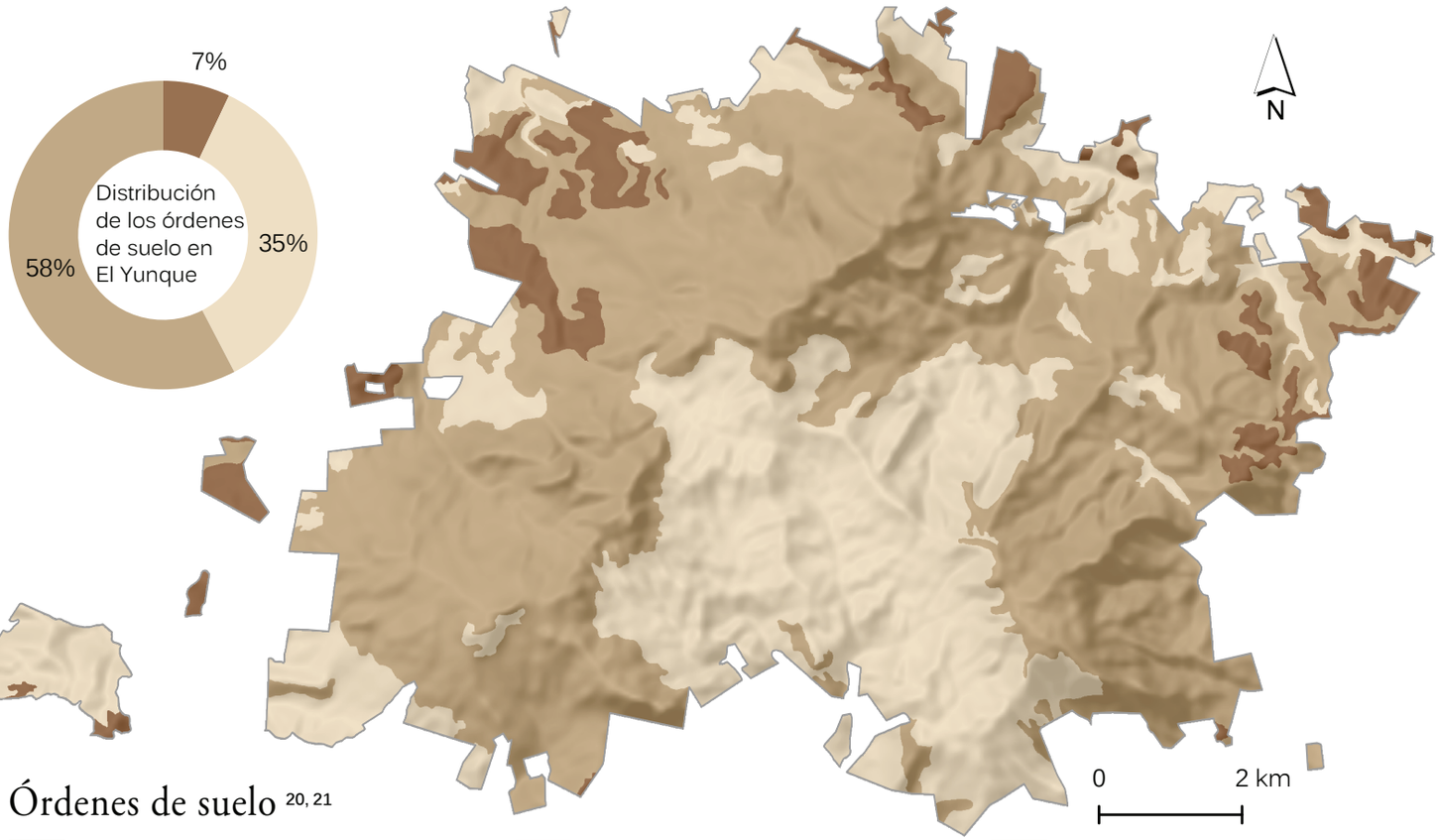
Qa **Aluvión**
Arena y grava no consolidadas.



SUELOS
Órdenes de suelos

Los suelos del Bosque Nacional El Yunque se clasifican en tres órdenes de suelos.[18] Los órdenes de suelos constituyen el nivel superior de la Taxonomía de Suelos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). De los 12 órdenes de suelos a nivel global, diez están presentes en Puerto Rico.[19]

La clasificación de los órdenes de suelos está basada en los horizontes y los procesos de formación del suelo.[20] Se denomina horizontes del suelo a las capas horizontales dentro del suelo, las cuales son producto de los proceso de formación y proveen información sobre la historia y las características del suelo.



Órdenes de suelo [20, 21]

Ultisoles

Estos suelos cubren el 8% de la superficie terrestre libre de hielo del mundo. Se desarrollan en climas húmedos, producto de procesos intensos de meteorización y lixiviación. En El Yunque, los ultisoles se forman en rocas desgastadas y porosas y depósitos de sedimento no consolidado. Por lo general tienen un bajo contenido de nutrientes con el material orgánico limitado a la parte superior del suelo.

Inceptisoles

Estos son los suelos más comunes del mundo cubriendo el 17% de la superficie terrestre libre de hielo. Se desarrollan en una amplia gama de climas y exhiben una gran variedad de características. En El Yunque, los inceptisoles están poco desarrollados y se encuentran principalmente en depósitos de sedimentos no consolidados de poca profundidad con la roca madre.

Oxisoles

Estos suelos altamente erosionados cubren el 8% de la superficie terrestre libre de hielo del mundo y se desarrollan en climas húmedos característicamente en las regiones tropicales y subtropicales. La mayoría de los oxisoles son de baja fertilidad y tienden a tener una alta permeabilidad y resistencia a la compactación. En El Yunque, los oxisoles se encuentran en superficies geomorfológicamente estables.



Perfil de suelo; estudiando los suelos del Bosque Nacional El Yunque [21]

Suelos en El Yunque

En el Bosque Nacional El Yunque, los científicos han descrito 23 tipos de suelos y complejos—suelos formados por una combinación de dos o más tipos de suelos.[3, 21, 22]

Los suelos se forman como resultado de los efectos del clima, los organismos que habitan el lugar, la topografía, y el tiempo en las rocas y el material parental de un área.[20] El material parental dominante en El Yunque son las rocas ígneas y volcánicas, las cuales están fuertemente influenciadas por el clima, mayormente por la lluvia, y la topografía escarpada del área.[21]

Otros factores que influencian las propiedades del suelo en El Yunque son los deslizamientos de terreno, los huracanes, los patrones globales de viento, el polvo del Sahara, la proximidad a la costa y las comunidades de vegetación que crecen en el bosque.[21] La historia del uso del terreno también ha afectado a los suelos de El Yunque, especialmente en las laderas inferiores donde las actividades agrícolas y de pastoreo han causado la degradación y erosión del suelo.[3]

SUELOS
Suelos hídricos

Los suelos hídricos se forman en áreas inundadas o saturadas de agua, en las que se desarrollan condiciones anaeróbicas en el suelo. Estas condiciones alteran las reacciones biológicas y químicas en el suelo, y crean propiedades únicas donde solo plantas y microorganismos especializados pueden sobrevivir. Los suelos hídricos, la vegetación hidrófila y la condición hídrica son las tres características esenciales de los humedales.[22]

La mitad de la superficie de El Yunque está cubierta por suelos predominante o parcialmente hídricos.[22] Los suelos parcialmente hídricos tienen componentes hídricos no dominantes. La mayor parte de los suelos hídricos se encuentran cerca de los picos a más de 600 m de altitud. Esta es la elevación aproximada donde se forman las nubes en El Yunque.[3, 7]

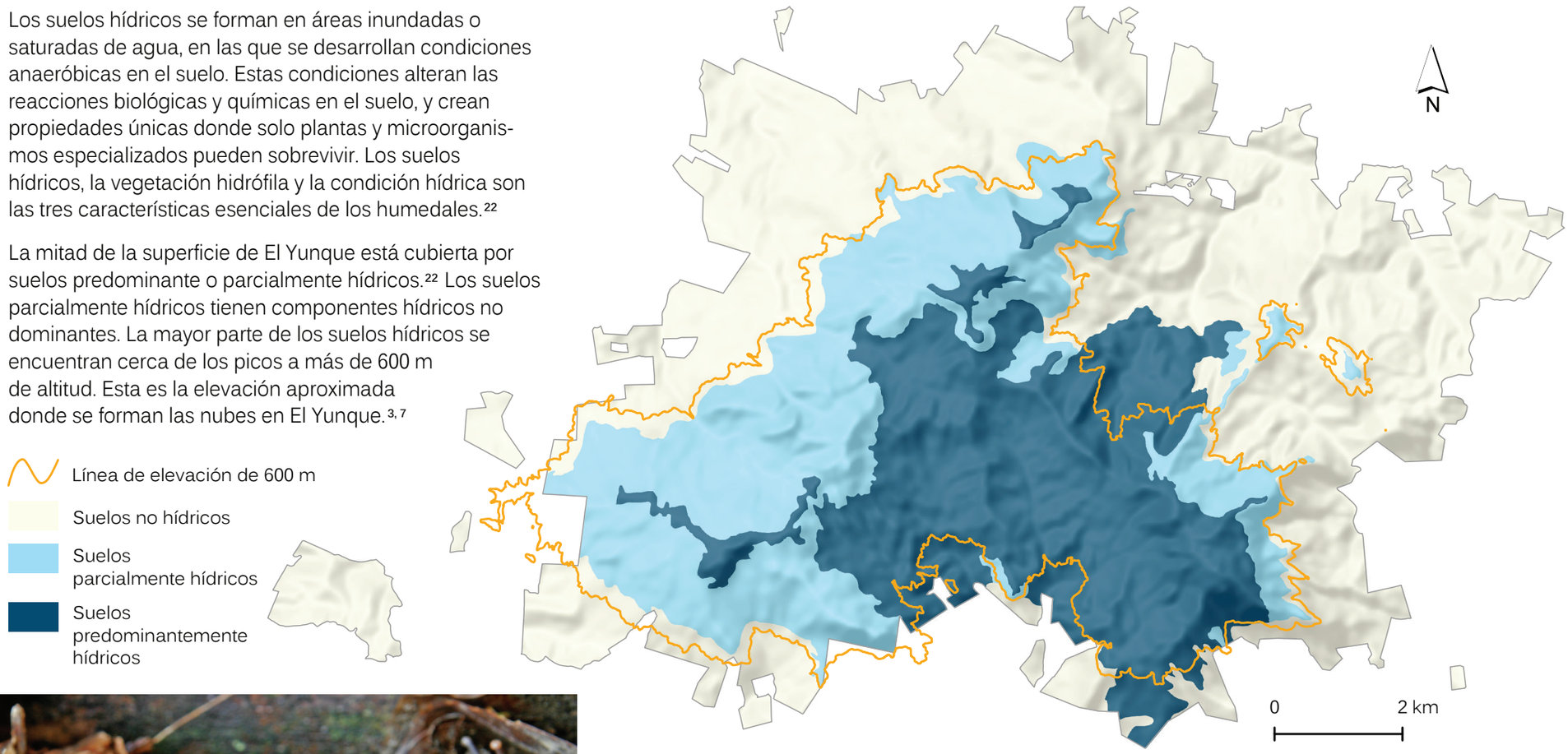



Foto por Jerry Bauer

Polvo del Sahara

Los suelos de El Yunque pierden nutrientes esenciales para las plantas, como el calcio y el fósforo, debido a la lixiviación intensa causada por las lluvias frecuentemente fuertes sobre la topografía escarpada.[21] Sin embargo, a través de décadas de investigación en el Bosque Nacional El Yunque, se encontró que las nubes que llegan a la Sierra de Luquillo están cargadas con aerosoles marinos, polvo, ceniza y contaminación, los cuales influencian y suplementan los nutrientes y químicos en el suelo.[21, 23, 24]

El polvo del desierto del Sahara, en particular, provee componentes geoquímicos vitales a los suelos de la Sierra de Luquillo, lo que contribuye a la fertilidad de los ecosistemas de El Yunque.[23, 24] El polvo de la región del Sahara-Sahel en África es transportado a los trópicos americanos por los vientos alisios; en Puerto Rico, la temporada pico es en junio y julio.[23, 24] En algunas áreas del Bosque Nacional El Yunque, el polvo del Sahara se mezcla en el perfil del suelo hasta más de un metro de profundidad.[21]

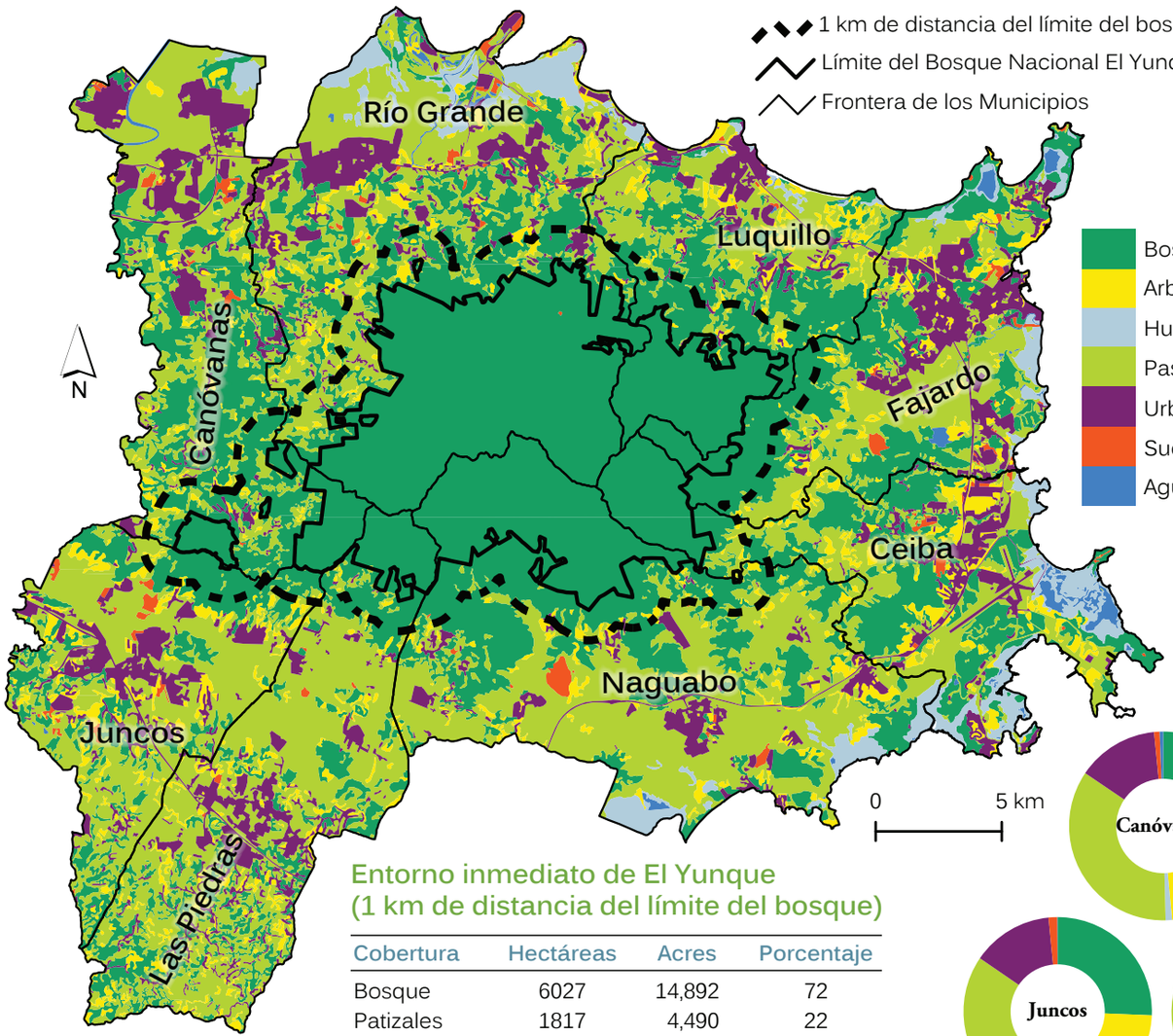
COBERTURA DEL TERRENO

El entorno de El Yunque en 2010

El Bosque Nacional El Yunque provee varios bienes y servicios ecosistémicos tales como aire limpio, agua, biodiversidad y recreación. La disponibilidad de estos servicios ecosistémicos está influenciada no solo por la conservación de los árboles y otros hábitats naturales dentro del bosque, sino también por cómo se utilizan los terrenos que lo rodean. Por ejemplo, los bosques en el entorno ayudan a proteger las cuencas hidrográficas de la erosión del suelo, sirven como filtros que producen agua limpia y proveen hábitat y alimentos para la fauna de El Yunque.[12] La conservación de estas áreas es especialmente importante para los animales que se mueven de la costa hacia las montañas y viceversa durante sus ciclos de vida como es el caso de los camarones que habitan en los cuerpos de agua de El Yunque.



Imagen de satélite Landsat 8.[25]



Mapas de la cobertura del terreno

Los mapas de cobertura del terreno muestran la vegetación, las áreas urbanizadas, y otras cubiertas físicas sobre la superficie terrestre, lo que facilita la descripción, el análisis y la investigación del mundo que nos rodea. Los científicos y técnicos utilizan frecuentemente fotos aéreas o imágenes satelitales para crear estos mapas. La cobertura terrestre de la región de El Yunque que mostramos fue creada por Tania López-Marrero y Annie Hermansen-Báez utilizando fotografías aéreas tomadas en 2010.[26]

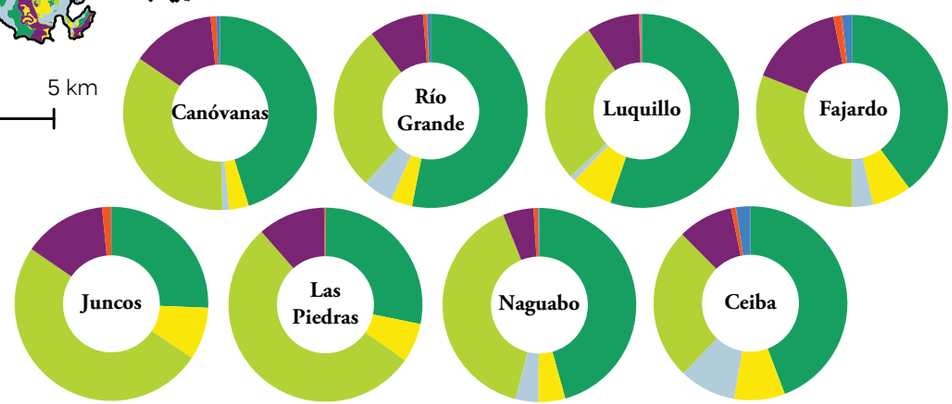
Municipios de El Yunque [26]

Cobertura	Hectáreas	Acres	Porcentaje
Bosque	32 638	80,649	43
Pastizales	27 017	66,760	36
Urbano	7745	19,138	10
Arbustos	4227	10,444	6
Humedales	2423	5,987	3

Entorno inmediato de El Yunque (1 km de distancia del límite del bosque)

Cobertura	Hectáreas	Acres	Porcentaje
Bosque	6027	14,892	72
Patizales	1817	4,490	22
Arbustos	309	763	4
Urbano	208	514	2

Distribución de la cobertura del terreno del 2010 por municipio



CAPÍTULO 2—AGUA

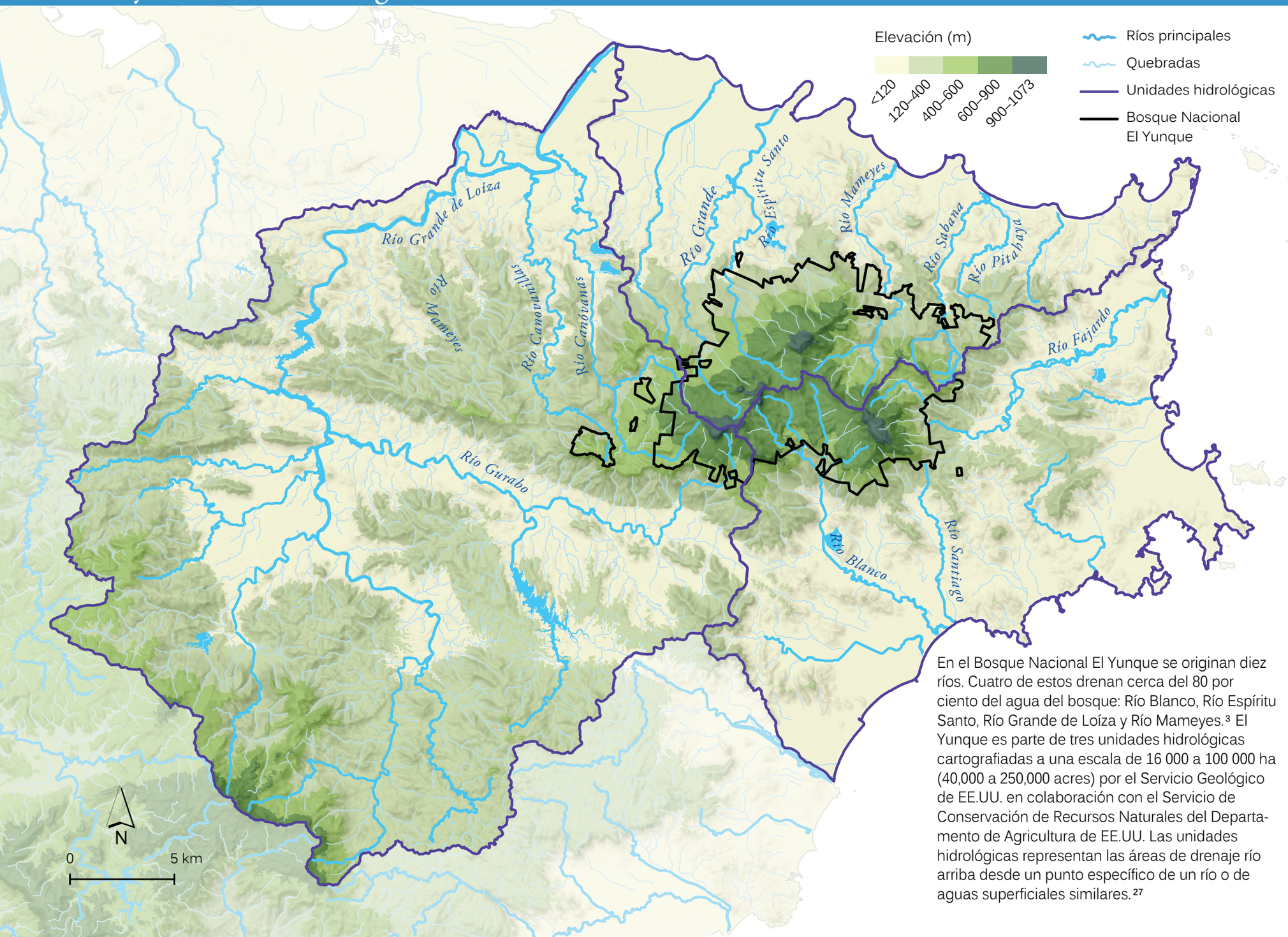


"¡El Yunque es una historia que nunca concluye! Documentar cómo la humedad cargada por el viento crea escenarios cubiertos de niebla en el tope de la montaña para producir el agua fresca que tomamos, fue la primera de muchas historias fascinantes. A través de los años, he compartido con los investigadores e intérpretes de El Yunque relatos protagonizados ya sea por la magnitud de la flora que se adapta a condiciones extremas para sobrevivir o de cómo nuestros taínos veneraron estas Tierras Blancas. Comunicar historias tales como las de supervivencia de nuestra carismática cotorra o de la importante función de una simple lombriz, es cumplir con mi responsabilidad social en un intento porque más puertorriqueños entiendan cómo funciona nuestro Bosque y lo protejan."

—María Falcón, comunicadora y educadora

Foto por Maya Quiñones

HIDROGRAFÍA
Ríos y unidades hidrológicas



En el Bosque Nacional El Yunque se originan diez ríos. Cuatro de estos drenan cerca del 80 por ciento del agua del bosque: Río Blanco, Río Espíritu Santo, Río Grande de Loíza y Río Mameyes.[3] El Yunque es parte de tres unidades hidrológicas cartografiadas a una escala de 16 000 a 100 000 ha (40,000 a 250,000 acres) por el Servicio Geológico de EE.UU. en colaboración con el Servicio de Conservación de Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de EE.UU. Las unidades hidrológicas representan las áreas de drenaje río arriba desde un punto específico de un río o de aguas superficiales similares.[27]

MORFOLOGÍA DE LOS RÍOS

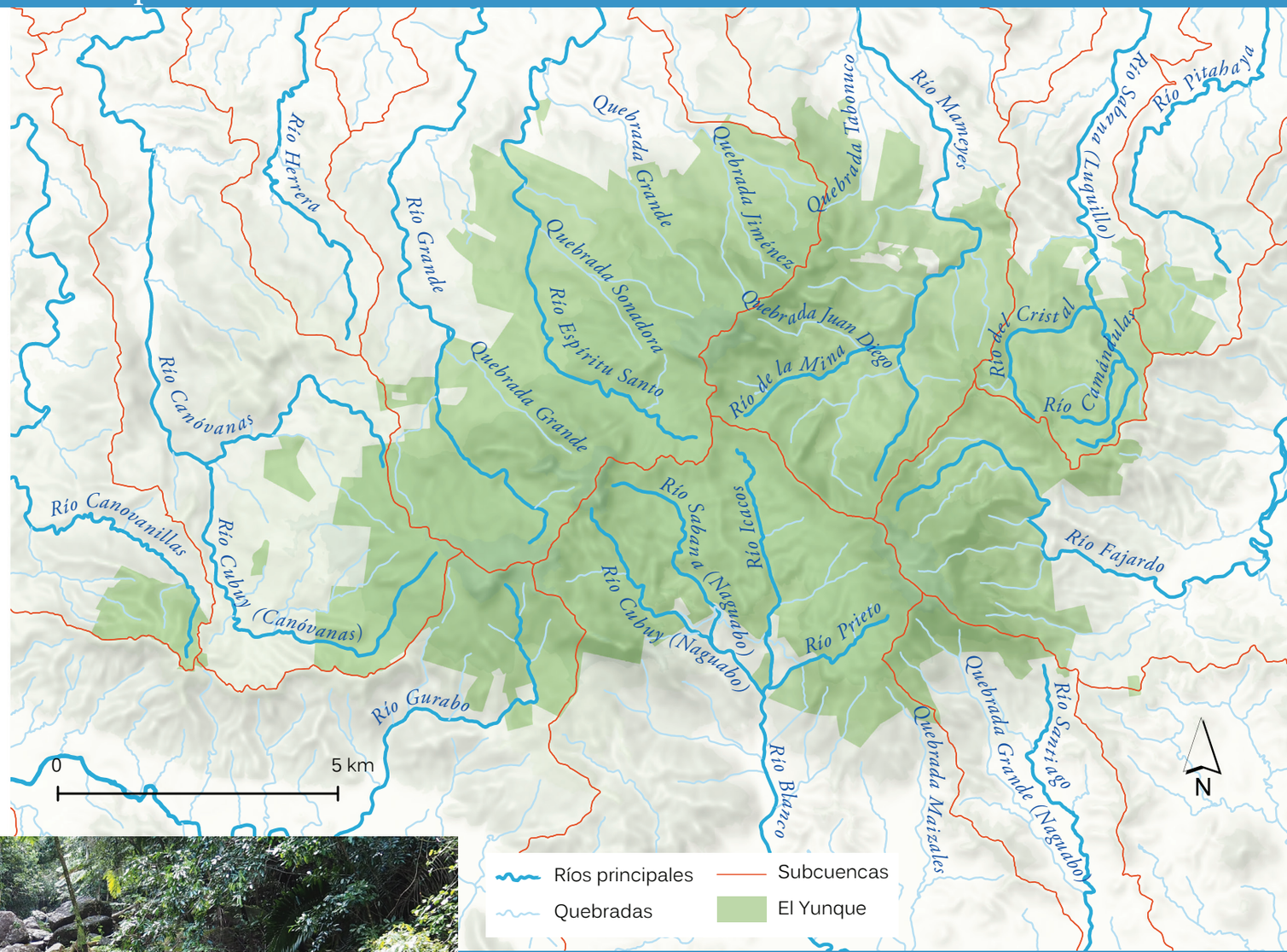
La forma de los ríos en El Yunque

Los ríos en el Bosque Nacional El Yunque se caracterizan por sus riberas profundas y estrechas con agua cristalina y una acumulación de grandes piedras. Las corrientes de agua fluyen a través de largas pendientes empinadas, por cascadas y rápidos sobre roca expuesta y piedras, y se mueven río abajo hacia valles donde las piedras se tornan más pequeñas y dispersas.[28] Típico de las regiones montañosas en las Antillas Mayores del Caribe, los factores principales que influencian la forma y el comportamiento de los ríos en la Sierra de Luquillo son las laderas empinadas, los altos niveles de lluvia anual, los eventos periódicos de lluvias intensas causados por tormentas y huracanes y los lechos de roca volcánica.[28]

La precipitación abundante y la topografía escarpada también crean peligrosas inundaciones repentinas durante las cuales un gran volumen de agua fluye río abajo a gran velocidad en pocos minutos u horas después de las lluvias.[3, 28] Estos eventos de lluvia en las cimas de las montañas pueden causar inundaciones repentinas en las áreas bajas de las montañas sin previo aviso.



Quebrada Sonadora,
Foto por Gary Potts



Precipitación en El Yunque

La precipitación promedio anual en El Yunque es de 3860 mm (152 pulgadas), equivalente a más de 100 mil millones de galones de agua al año.[3, 4] Algunas de las áreas en las partes más elevadas del bosque nuboso reciben más de 5000 mm (200 pulgadas) anualmente.[4] Usualmente llueve más durante la primavera y el otoño. En promedio, entre 60%–65% de la lluvia en el bosque se convierte en escorrentías, mientras que entre 35–40% se pierde por la evapotranspiración.[3, 7]

RECURSOS DE AGUA
Extracción y uso del agua

El agua para consumo público es un servicio importante que provee el Bosque Nacional El Yunque. La cobertura boscosa está asociada con buenas condiciones de agua para los procesos ecosistémicos y el consumo, mientras que los terrenos baldíos y las áreas urbanizadas aumentan la sedimentación y las inundaciones repentinas, y contribuyen a una calidad inferior del agua.[29]

El agua de los ríos de El Yunque ha sido documentada como la más limpia de la isla con condiciones de alta calidad.[7, 29] En 2014, Puerto Rico tenía 3.5 millones de habitantes, de los cuáles cerca del 20% dependía del agua que suple el Bosque Nacional El Yunque.[7, 29]

¿SABÍA USTED?

En un día típico, sobre la mitad de todo el agua que fluye del bosque es extraída para uso municipal y el consumo humano.[3] Basado en el costo pagado por los consumidores, el agua que se extrae de los ríos que fluyen desde la Sierra de Luquillo tiene un valor de cerca de 25 millones de dólares anuales.[7]

Agencias reguladoras[7]

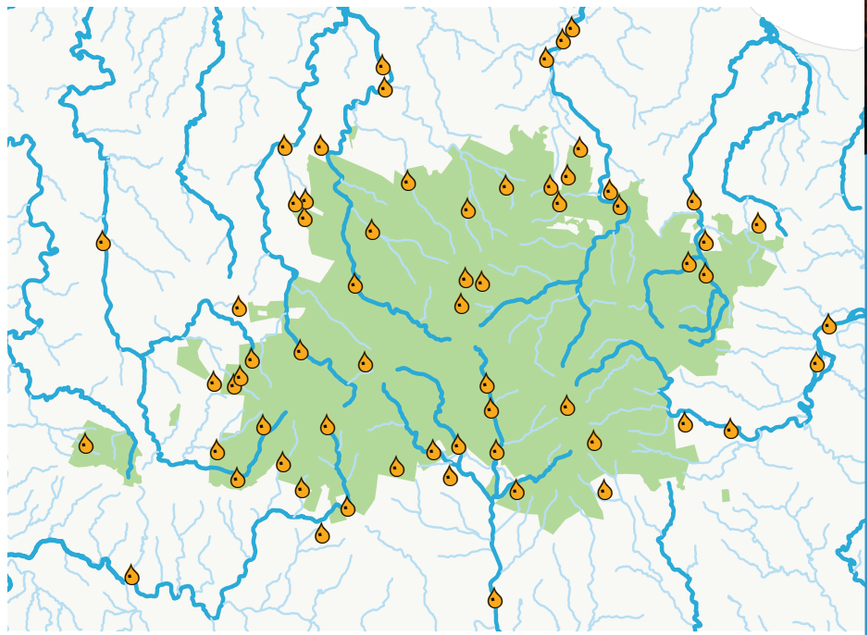
Calidad del agua
- Junta de Calidad Ambiental
- Agencia de Protección Ambiental de EE.UU.

Extracción (regulación)
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Extracción (monitoreo)
- Servicio Geológico de EE.UU.

Tomas de agua

En el 2004, había 34 tomas de agua dentro del bosque extrayendo sobre 66 millones de galones de agua al día, comparado con 51 millones de galones al día en 1994.[30]



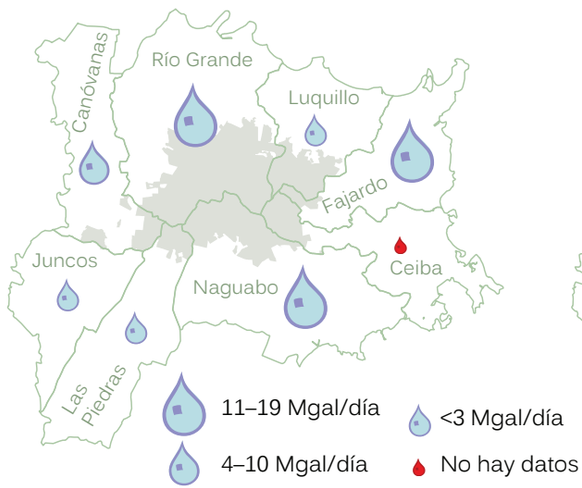


Camarón de agua dulce, *Atya innocuous*
Foto por Omar Pérez-Reyes

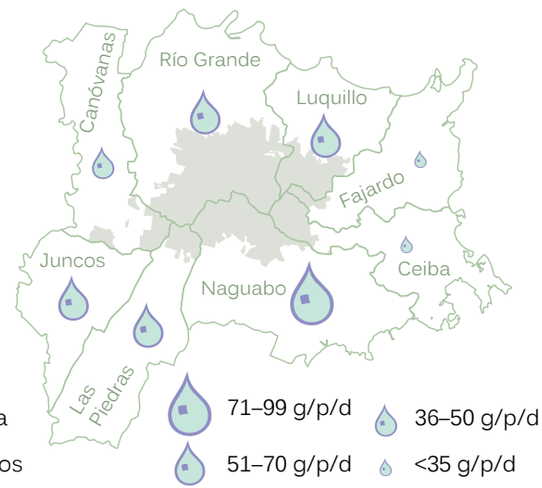
Camarones de agua dulce

Los camarones representan el 95% de la biomasa que vive en los ríos y quebradas de El Yunque.[32] Estos pequeños crustáceos son descomponedores importantes que contribuyen a la salud de los ecosistemas acuáticos rompiendo y consumiendo las hojas y algas que se acumulan en los ríos.[3, 32] Durante su ciclo de vida los camarones migran río arriba hasta la Sierra de Luquillo desde las aguas costeras donde nacen. Las represas y las tomas de agua interrumpen la conectividad de los ríos que es necesaria para dicha migración. Sin embargo, las tomas de agua como la instalada en el Río Mameyes, están diseñadas especialmente para minimizar la alteración al cauce del río y así disminuir el efecto en las especies migratorias acuáticas.[3]

Extracciones de agua en 2010[31]



Agua para uso doméstico en 2010[31]



Según datos publicados por el Sistema Nacional de Información de Agua del Servicio Geológico de EE. UU., para el 2010 en Puerto Rico se extrajeron 667 millones de galones por día (Mgal/día), de los cuales 230 millones fueron para uso doméstico.[31] En los municipios de El Yunque, las extracciones totalizaron 58 millones por día, mientras que el uso doméstico fue de 15 millones por día. El uso doméstico promedio por persona fue de 26 a 99 galones por persona por día (g/p/d).[31]

CAPÍTULO 3—PLANTAS Y ANIMALES



"El Yunque es una belleza de bosque tropical. Para mí es también dasonomía tropical. Para proteger sus suelos y calidad de agua, resistió la deforestación circundante. Más de la mitad del bosque se mantuvo en su estado natural. Su cuenca hidrográfica fue reforestada exitosamente, probando con diversos árboles tropicales. La fauna terrestre y acuática se ha retenido. Entrenó a más de 200 estudiantes de dasonomía de otros países tropicales. Las mediciones a largo plazo nos mostraron las tasas de crecimiento y el volumen de madera por árbol. Entonces los árboles me enseñaron que la capacidad de la madera en madurar (recuperación del bosque) tarda la mitad del tiempo normal que en los bosques no manejados."

—Frank H. Wadsworth,
dasónomo y conservacionista,
exdirector del Instituto de Dasonomía Tropical

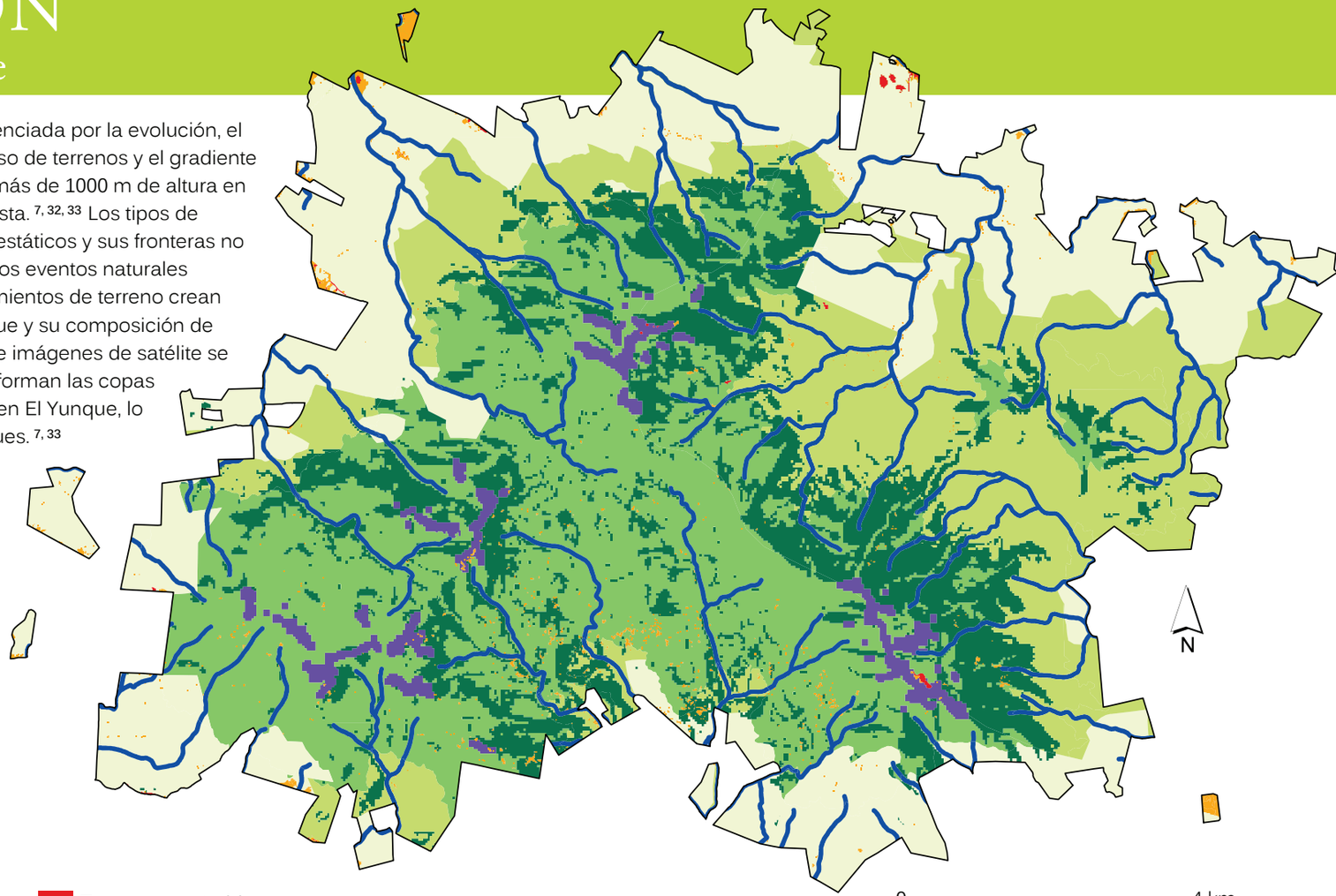
Foto por Gary Potts

VEGETACIÓN
Clasificación del bosque

La vegetación en la Sierra de Luquillo es influenciada por la evolución, el clima, los disturbios naturales, la historia del uso de terrenos y el gradiente de elevación que se levanta abruptamente a más de 1000 m de altura en una corta distancia de 8 km (5 millas) de la costa.[7, 32, 33] Los tipos de bosque en El Yunque no son homogéneos ni estáticos y sus fronteras no siempre son fáciles de demarcar.[32] Además, los eventos naturales recurrentes como los huracanes y los deslizamientos de terreno crean constantes cambios en la estructura del bosque y su composición de especies.[33] Sin embargo, en las fotos aéreas e imágenes de satélite se pueden apreciar los patrones espaciales que forman las copas de los árboles de las comunidades vegetales en El Yunque, lo que facilita la cartografía de los tipos de bosques.[7, 33]

El mapa mostrado aquí simplifica las asociaciones vegetales en El Yunque y sirve como herramienta para describir y manejar el bosque.[7] Los tipos de bosque aparecen indentificados según la cubierta de nubes y las zonas de vida en las siguientes páginas.





Tipos de bosque

- Bosque ribereño
- Bosque secudario
- Bosque maduro de tabonuco
- Bosque maduro de palo colorado
- Bosque maduro de palma de sierra
- Bosque maduro de *Tabebuia* y *Eugenia*
- Terreno construido
- Terreno no boscoso (pastizales, arbustos y terreno al descubierto)

EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL BOSQUE

Los efectos del cambio climático en los ecosistemas forestales tropicales como El Yunque son complejos y aún se continúan estudiando.[7, 34] Los récords muestran que en el último siglo ha habido una disminución de la cantidad de lluvia y un aumento en las temperaturas en la Sierra de Luquillo,[34] mientras que modelos estadísticos sobre el futuro climático de Puerto Rico predicen para el próximo siglo un aumento en las temperaturas de 4-9 grados Celsius, una disminución en la precipitación anual, y un aumento en la intensidad de las sequías y eventos extremos.[35] En general, el cambio climático tiene el potencial de transformar la estructura y función del bosque, alterando la composición y distribución de sus especies a lo largo del gradiente de elevación.[34]

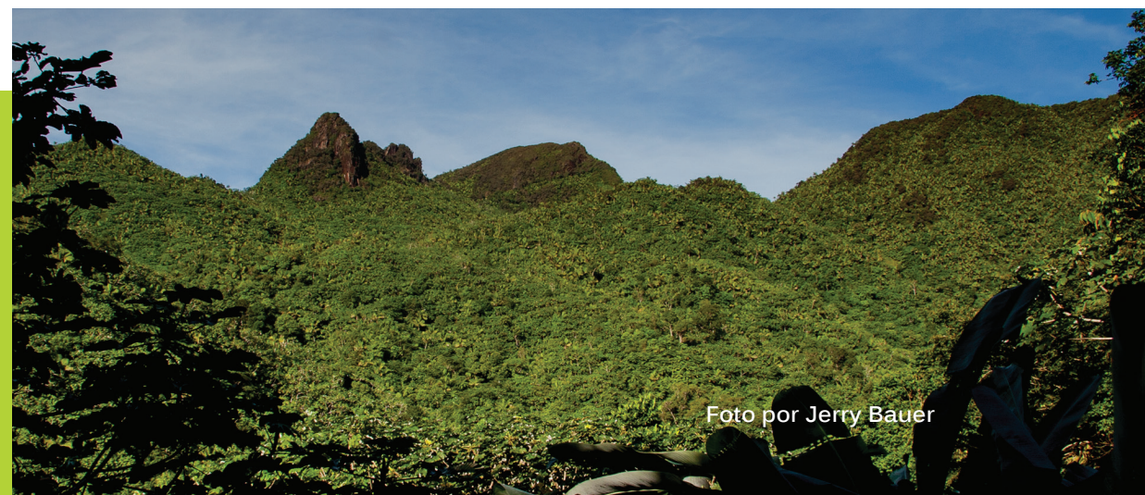

Foto por Jerry Bauer



Foto por Jerry Bauer

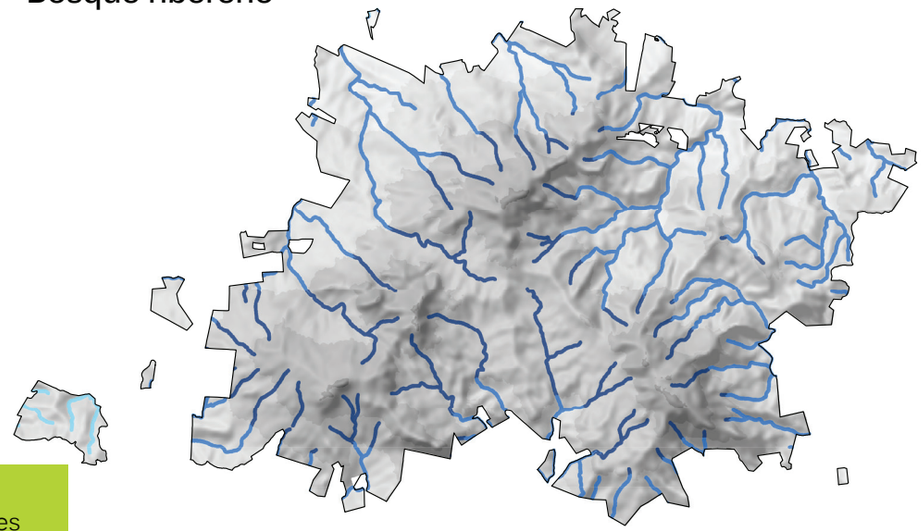
La zona ribereña está localizada en la interfaz entre la tierra y el río o quebrada. La vegetación en estas zonas es similar a la encontrada en las pendientes aledañas. Para propósitos de manejo, la zona de bosques ribereños dentro del Bosque Nacional El Yunque se define como el área directamente aledaña a los ríos y quebradas hasta 30.48 m (100 pies) de sus riberas.[7]



Foto por Jerry Bauer

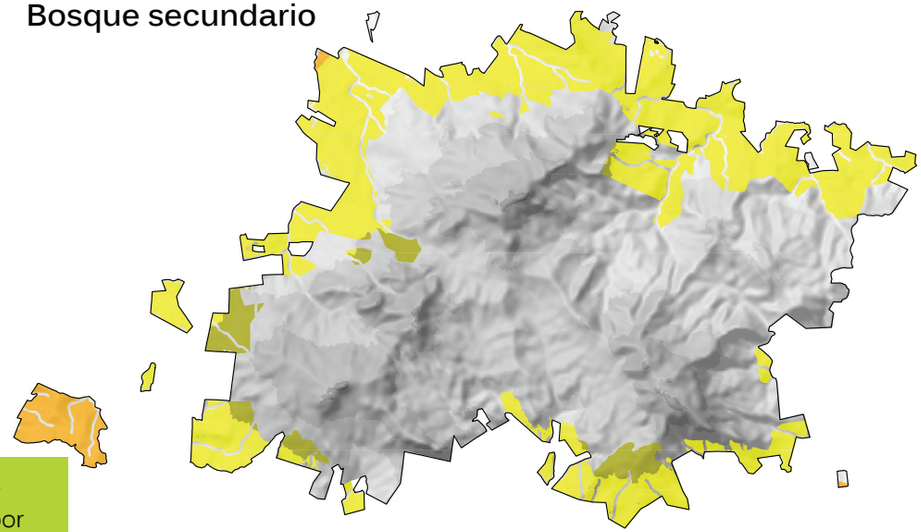
Los bosques secundarios son el resultado de la regeneración del bosque después de haber sido deforestado por la actividad humana. Estos bosques nuevos tienen una composición de especies diferente a la del bosque original y tienden a incluir una combinación de especies nativas e introducidas las cuales forman comunidades nuevas adaptadas a las condiciones antrópicas.[36] El bosque secundario que se encuentra en el Bosque Nacional El Yunque es el resultado de la reforestación de terrenos agrícolas y la siembra de especies maderables comerciales, mayormente caoba, durante las décadas de 1930 y 1960.[7]

Bosque ribereño



Bosque ribereño submontano húmedo
Bosque ribereño montano lluvioso y muy húmedo
Bosque ribereño nublado montano lluvioso y muy húmedo

Bosque secundario



Bosque secundario submontano húmedo
Bosque secundario montano muy húmedo
Bosque secundario nublado montano muy húmedo

N

0 4 km

Los tipos de bosques: altitud, humedad y las nubes

Los principales tipos de bosque en El Yunque se definen además por su localización dentro del bosque.

La cubierta de nubes frecuente sobre la vegetación en las montañas afecta la estructura del bosque. En El Yunque, las nubes se forman aproximadamente a 600 m de altura, por lo que los tipos de bosque sobre esta elevación se clasifican como bosque nublado.[7]

Las zonas de vida describen amplias unidades climáticas que guardan una estrecha relación con el entorno natural a nivel biológico.[37] Estas fueron creadas con el modelo Holdridge, en el cual se utilizan datos de precipitación y biotemperatura para delinear las zonas, las cuales son clasificadas según su región latitudinal, altitud y provincia de humedad. Las zonas de vida de El Yunque ayudan a subdividir los tipos de bosque en: húmedo, muy húmedo o lluvioso, y montano o submontano.[7]

Elevación (metros)

> 1000
800–1000
600–800
300–600
100–300
< 100

Los tipos de bosque por elevación [32, 33]

1. **BOSQUE RIBEREÑO**: este tipo de bosque se encuentra aledaño a los ríos y quebradas en todas las elevaciones.

2. **BOSQUE SECUNDARIO**: los registros históricos documentan parcelas de plantaciones de árboles maderables desde 180 m hasta 600m, sin embargo, en los mapas históricos las plantaciones se encuentran de 50 m a 800 m.

3. **BOSQUE DE TABONUCO**: se sitúa entre 150 m a 700 m de elevación. Predominan las especies tabonuco (*Dacryodes excelsa*) y motillo (*Sloanea berteriana*).

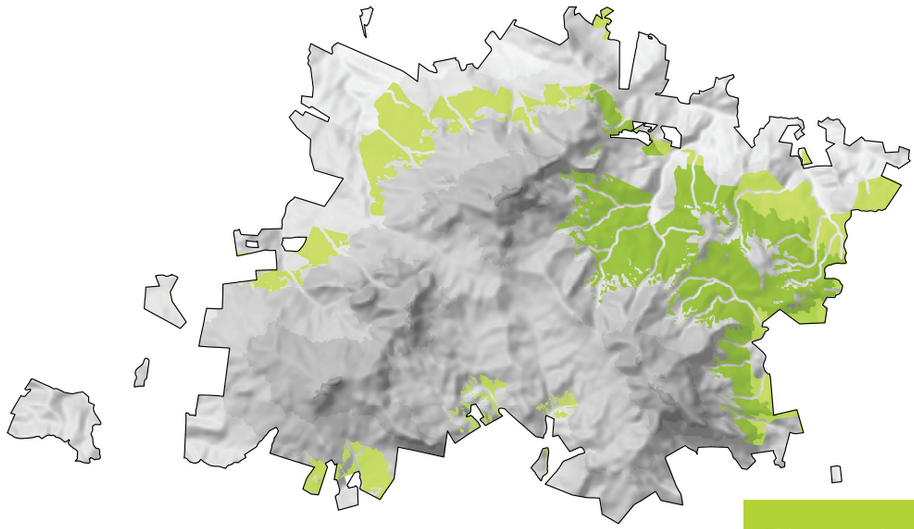
4. **BOSQUE DE PALO COLORADO**: llamado así por el árbol palo colorado (*Cyrilla racemiflora*), este tipo de bosque está situado entre 600 m a 800 m de elevacón, mayormente en suelos saturados.

5. **BOSQUE DE PALMA DE SIERRA**: la palma de sierra (*Prestoea montana*) predomina este tipo de bosque el cual se encuentra en elevaciones mayores a los 450 m, principalmente en pendientes escarpadas y suelos saturados.

6. **BOSQUE DE *TABEBUIA* y *EUGENIA***: situado en los picos montañosos sobre los 900 m, dos de las especies más abundantes son el roble de sierra (*Tabebuia rigida*) y guayabota (*Eugenia borinquensis*). Otras plantas comunes en este tipo de bosque incluyen los arbustos, los musgos, las epífitas y la palma de sierra.

N 0 4 km

Bosque de tabonuco



Bosque maduro de tabonuco montano muy húmedo

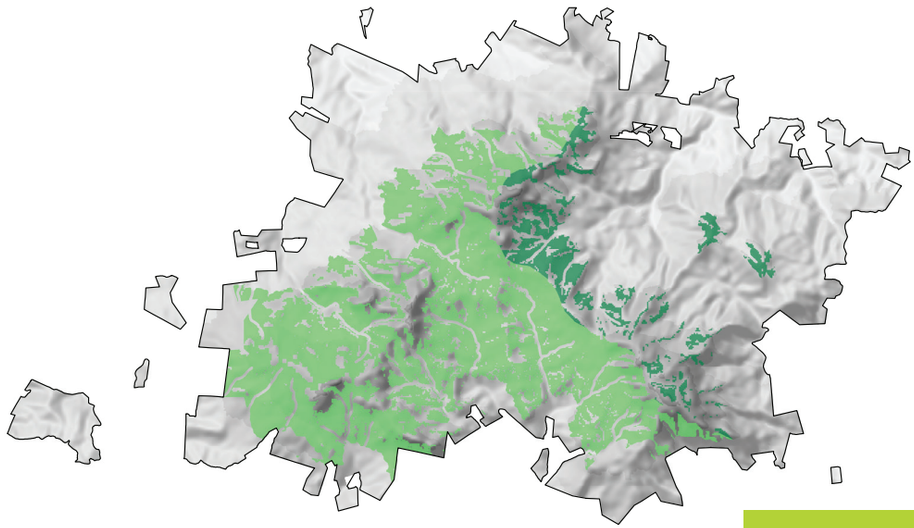
Bosque maduro de tabonuco montano lluvioso



Foto por Jerry Bauer

El bosque de tabonuco, en el que predominan árboles altos con copas que alcanzan 30 m de altura (98 pies) y bejucos leñosos, alberga más de 80 especies de árboles.[32, 33] La parte de este bosque que queda dentro de la zona de vida de bosque lluvioso subtropical, se caracteriza por lluvia abundante con escorrentías anuales de 3400 mm (130 pulgadas), más del doble de la lluvia anual recibida en muchas otras partes del mundo.[7]

Bosque de palo colorado



Bosque maduro de palo colorado nublado montano muy húmedo

Bosque maduro de palo colorado nublado montano lluvioso

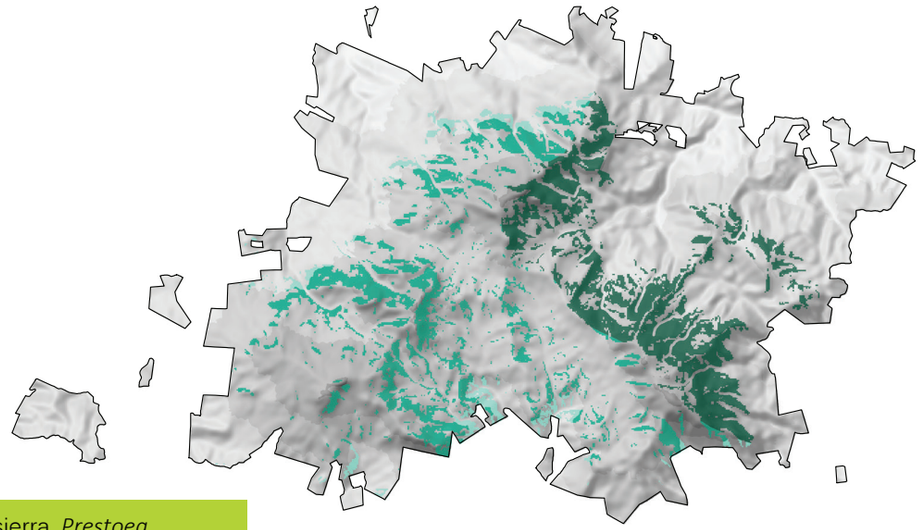


Foto por Jerry Bauer

En el bosque de palo colorado las copas alcanzan unos 15 m (50 pies) de altura.[3] Se han documentado 65 especies de árboles, de las cuales 10 representan más del 70% del conteo total.[3] Su distribución varía según la topografía, con diferentes especies dominantes en los barrancos, crestas y pendientes.[3] En el suelo del bosque son comunes, las bromelias, las esteras de raíces y el suelo expuesto.


Foto por Joel A. Mercado Díaz

Bosque de palma de sierra



Bosque maduro de palma de sierra montano muy húmedo

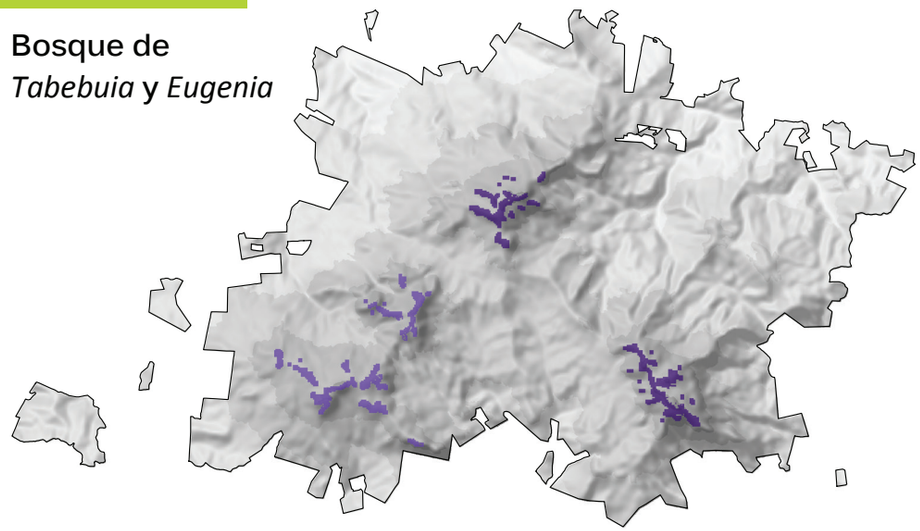
Bosque maduro de palma de sierra nublado montano muy húmedo

Bosque maduro de palma de sierra nublado montano lluvioso

En el bosque de palma de sierra predomina la palma de sierra, *Prestoea montana*, que representa más de la mitad del total de árboles encontrados en este tipo de bosque.[3] Las copas de la palma de sierra pueden llegar a 15 m (50 pies) de altura y tienden a sobrevivir a los huracanes.[3, 32] Las especies de árboles de otros tipos de bosques circundantes se pueden encontrar dispersas entre las palmas. El suelo está cubierto por escasas hierbas o rocas. La fruta de la palma es parte de la alimentación básica de la cotorra puertorriqueña.[3, 7]


Foto por Joel A. Mercado Díaz

Bosque de *Tabebuia* y *Eugenia*



Bosque maduro de *Tabebuia* y *Eugenia* nublado montano muy húmedo

Bosque maduro de *Tabebuia* y *Eugenia* nublado montano lluvioso

El bosque de *Tabebuia* y *Eugenia*, conocido también como el bosque enano, ocupa los picos de las montañas en El Yunque en las cuales la combinación de temperaturas bajas, humedad alta, lluvia abundante, vientos fuertes y una cubierta nubosa casi constante, crean condiciones en el hábitat que reduce y atrofia el crecimiento de los árboles. Solamente algunas especies se han adaptado a sobrevivir en las cumbres expuestas, de las cuales cuatro representan el 70% del conteo total de árboles en este tipo de bosque: *Tabebuia rigida, Eugenia borinquensis, Ocotea spathulata* y *Cyathea bryophila*. Las copas de los árboles fluctúan entre 1 a 6 metros de altura y sus troncos tienden a estar torcidos. Este bosque alberga 20 especies endémicas de árboles y protege de la erosión a las cimas y pendientes más altas.[3, 33]

Una mirada breve a la historia de los bosques en Puerto Rico

Los bosques de Puerto Rico, abundantes en toda la isla a la llegada de los europeos en el siglo 16, fueron convertidos en campos de cultivo y pastos, y sus árboles utilizados para madera y carbón. A finales de la década de 1940, se estima que solo el 6% de la isla eran bosques, lo que la hacía "una de las regiones más deforestadas y erosionadas del mundo."[38]

La combinación de cambios socioeconómicos, el abandono de la agricultura, la migración del campo a la ciudad y a los Estados Unidos, las campañas gubernamentales de reforestación y silvicultura, la regeneración natural del bosque, y el establecimiento de una estación experimental de dasonomía tropical, permitieron y alentaron la regeneración forestal en todo el país.[39] Para el año 2009, los bosques de Puerto Rico cubrían el 55% de su territorio.[40]

El Bosque Nacional El Yunque, único entre los bosques de Puerto Rico, posee algunos de los pocos remanentes de bosque primario en la isla. Esto es, un bosque que no ha sido alterado en gran medida por lo que ha conservado su estructura original y la composición de especies.[16]

Elevación (metros)

- > 1000
- 800–1000
- 600–800
- 300–600
- 100–300
- < 100



Foto por Gary Potts

VERTEBRADOS

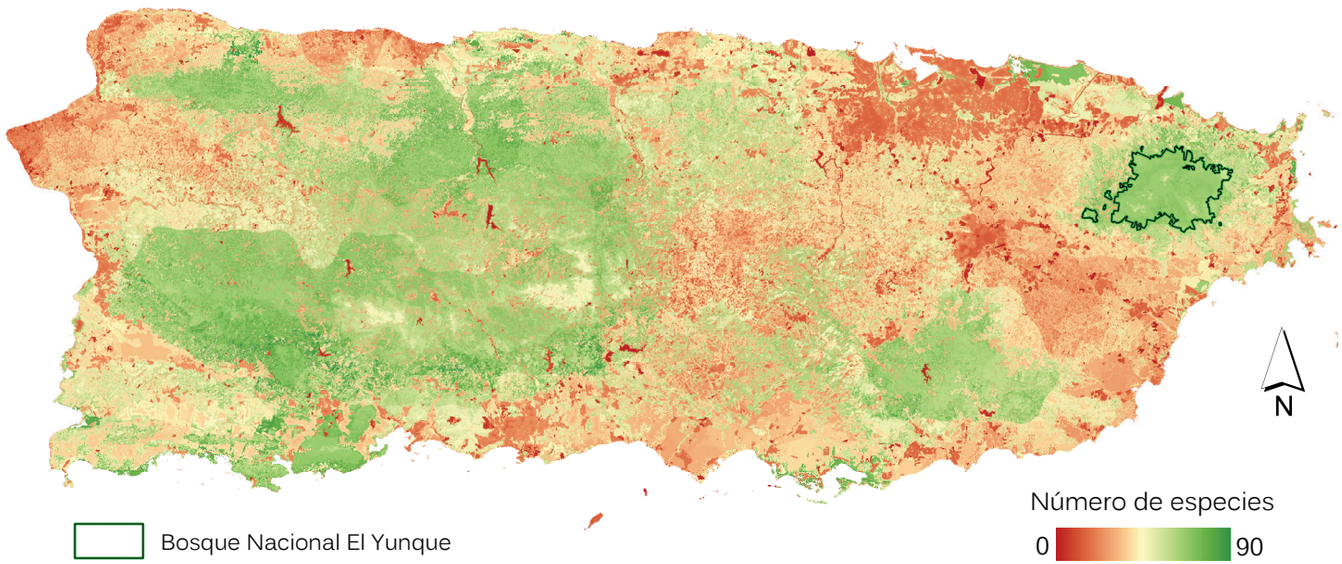
Biodiversidad

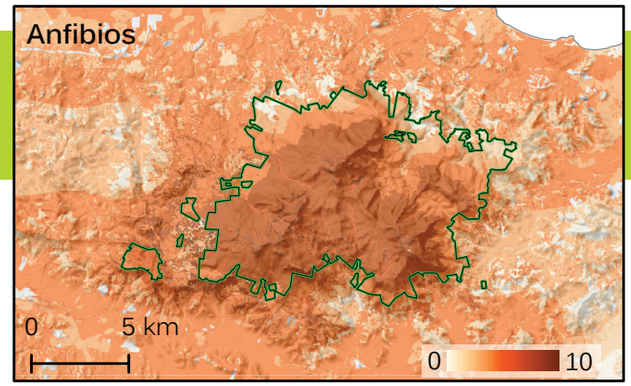
El Yunque alberga 164 especies de animales vertebrados, de las cuales 157 son terrestres y 7 acuáticas.[7]

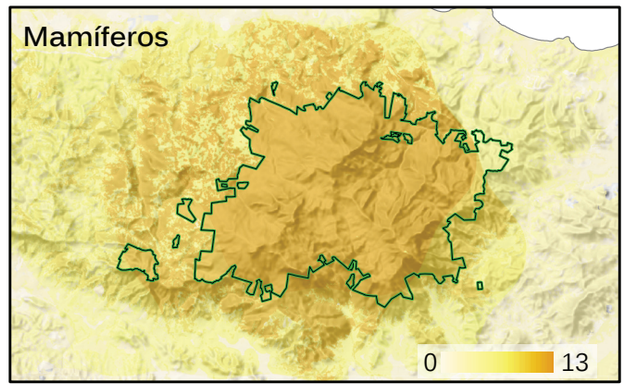
VERTEBRADOS	NÚMERO DE ESPECIES	DESCRIPCIÓN[7]
Aves	107	61 residentes (54 nativas y 7 introducidas) + 46 migratorias
Reptiles	19	1 endémica + 18 nativas: 11 lagartijos + 3 gecos (1 introducida) + 5 culebras
Mamíferos	16	11 murciélagos nativos + 5 especies introducidas
Anfibios	15	14 ranas nativas (12 endémicas) + 1 introducida
Peces	7	6 nativas + 1 introducida

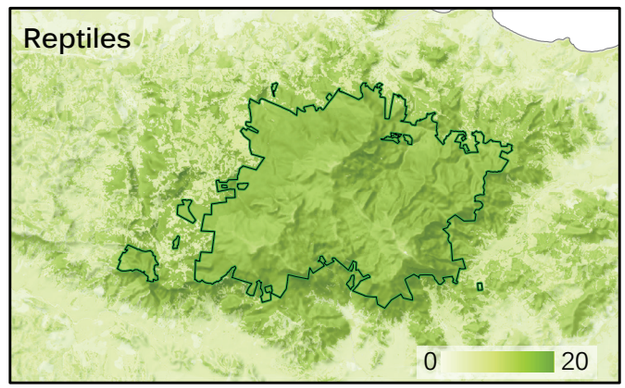
El Bosque Nacional El Yunque alberga muchas plantas y animales, incluyendo especies amenazadas y endémicas—aquellas que solo se encuentran en Puerto Rico o la región del Caribe. Estos mapas ilustran la riqueza de especies de vertebrados terrestres en Puerto Rico y el Bosque Nacional El Yunque. La **riqueza de especies** se refiere al número de especies de animales o plantas que viven en un espacio. Los mapas de riqueza de especies se crearon modelando los hábitats de 202 vertebrados terrestres que viven en todo Puerto Rico, incluyendo 18 anfibios, 123 aves, 14 mamíferos y 47 reptiles.[41]

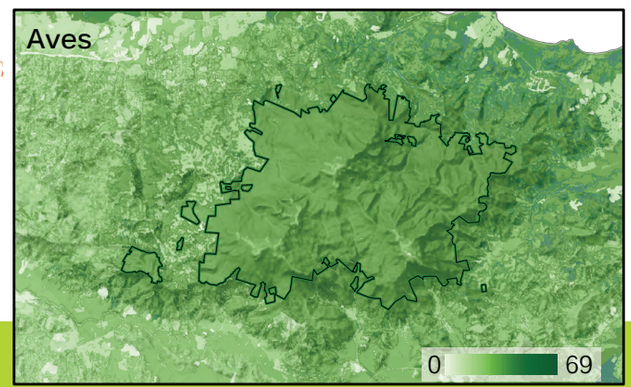
Riqueza de especies de los animales vertebrados terrestres [41]











Las culebras son comunes en El Yunque, pero raramente avistadas. La más grande es la boa puertorriqueña que puede medir hasta 2.25 m (90 pulgadas). El bosque es un refugio de vida silvestre por lo que no se permite la caza.

ESPECIES DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN
Plantas

El Bosque Nacional El Yunque es un ecosistema complejo que fomenta la vida de una amplia gama de especies, desde cientos de especies de árboles [7, 33] y más de 160 de vertebrados [7] hasta casi 200 líquenes [42] y miles de hongos e invertebrados,[43, 44] algunas vulnerables o amenazadas. Se considera que una especie está amenazada cuando el número de sus individuos son suficientemente bajos como para estar en peligro de desaparecer completamente.

Los administradores de los bosques identifican las especies para las cuales hay una inquietud sustancial sobre su capacidad para persistir a largo plazo, de manera que se puedan tomar decisiones de manejo que puedan ayudar a estas especies a sobrevivir; estas se denominan especies de interés para la conservación. [7]

LÍQUENES [42]

Los líquenes son organismos simbióticos en los cuales especies de hongos y algas, o en algunos casos, hongos y cianobacterias, se asocian para formar una estructura vegetal distintiva. La simbiosis se refiere a la relación interdependiente entre dos o más organismos. Los líquenes se encuentran usualmente en los troncos y ramas de los árboles, en las piedras, y en el suelo, pero pueden colonizar cualquier tipo de sustrato. Crecen en muchos colores y formas.



Líquenes en el tronco de un árbol
Foto por Joel A. Mercado Díaz

Especies de plantas de interés para la conservación dentro de El Yunque [7]

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Hierbas	
Justicia martinsoniana	Puerto Rico water-willow*
Pilea multicaulis	Luquillo mountain clearweed*
Pilea yunquensis	mountain clearweed*
Orquídeas	
Brachionidium ciliolatum	hairy cup orchid*
Brachionidium parvum	small brachionidium*
Lepanthes caritensis	Carite babyboot orchid*
Lepanthes dodiana	island babyboot orchid*
Lepanthes eltoroensis	Luquillo mountain babyboot orchid*
Lepanthes selenitepala	mountain babyboot orchid*
Lepanthes stimsonii	Stimson's Lepanthes orchid*
Lepanthes woodburyana	Woodbury's babyboot orchid*
Lepanthes veleziana	Puerto Rico babyboot orchid*
Arbustos y árboles pequeños	
Brunfelsia lactea	jazmín de monte
Brunfelsia portoricensis	jazmín portoricensis
Callicarpa ampla	capa rosa
Cybianthus sintenisii	Puerto Rico ridgerunner*
Eugenia stahlii	guayabota
Eugenia eggersii	palo de murta
Eugenia haematocarpa	uvillo
Ilex obcordata	cuero de sapo
Marlierea sintenisii	beruquillo
Solanum woodburyi	Woodbury's nightshade*
Urera chlorocarpa	ortiga
Varronia wagnerorum	Luquillo mountain manjack*
Miconia foveolata	camasey
Ternstroemia heptasepala	saintedwood*
Ternstroemia subsessilis	el yunque colorado
Xylosma schwaneckeana	palo de candela
Plantas rastreras	
Lindsaea stricta	smallstalk necklace fern*
Enredaderas	
Gonocalyx portoricensis	Puerto Rico brittleleaf*
Miconia pachyphylla	camasey racimoso



Líquenes en una roca
Foto por Joel A. Mercado Díaz

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Árboles	
Ardisia luquillensis	mameyuelo
Banara portoricensis	caracolillo
Calyptranthes luquillensis	Luquillo forest lidflower*
Calyptranthes woodburyi	Woodbury's lidflower*
Coccoloba rugosa	ortegon
Conostegia hotteana	camasey peludo
Eugenia borinquensis	limoncillo
Garcinia portoricensis	palo de cruz
Laplacea portoricensis	maricao verde
Magnolia splendens	laurel sabino
Maytenus elongata	cuero de sapo
Miconia pycnoneura	camasey
Morella holdrigeana	palo de cera
Pleodendron macranthum	chupacallos
Psidium sintenisii	hoja menuda
Ravenia urbanii	tortugo prieto
Styrax portoricensis	palo de jazmín
Symplocos lanata	níspero cimarrón
Ternstroemia luquillensis	palo colorado
Ternstroemia stahlii	palo de buey

*Nombre común en inglés. No se encontró nombre común en español al momento de esta publicación.

El Bosque Nacional El Yunque ha sido ampliamente estudiado pero su vasta riqueza en tan pequeño espacio todavía tiene secretos por descubrir. En 2014, científicos en El Yunque describieron 12 nuevas especies y dos géneros de líquenes previamente desconocidos.[45]

ESPECIES DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN

Animales



Coquí caoba
Eleutherodactylus richmondi
Foto por Jerry Bauer

¿Sabía usted?

Los coquíes arbóreos son endémicos a la isla de Puerto Rico. Diferente a muchos anfibios, de los huevos nacen ranitas pequeñas, sin pasar por la etapa de renacuajo. Los coquíes machos protegen a sus crías durante varios días después que eclosionan.[7]



Coquí caoba
Eleutherodactylus richmondi
Foto por Jerry Bauer

Especies de animales de interés para la conservación dentro de El Yunque[7]

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Anfibios	
Eleutherodactylus eneidae	coquí de Eneida
Eleutherodactylus karlschmidti	coquí palmeado
Eleutherodactylus unicolor	coquí duende
Eleutherodactylus locustus	coquí martillito
Eleutherodactylus richmondi	coquí caoba
Eleutherodactylus gryllus	coquí grillo
Eleutherodactylus hedricki	coquí de Hedrick
Eleutherodactylus portoricensis	coquí de la montaña
Eleutherodactylus wightmanae	coquí melodioso
Especies acuáticas	
Anguilla rostrata	anguila americana
Awaous banana	guavina, oliva
Dormitor maculatus	mapiro
Eleotris pisonis	spinycheek sleeper, moroncillo
Gobiomorus dormitor	bigmouth sleeper, guavina
Macrobrachium carcinus	camarón de río
Macrobrachium crenulatum	camarón bocú
Aves	
Accipiter striatus venator	falcón de sierra
Amazona vittata	cotorra puertorriqueña
Buteo platypterus brunnescens	guaraguao de bosque
Falco peregrinus	halcón Peregrino
Icterus dominicensis	turpial de la Española
Setophaga angelae	reinita de bosque enano
Setophaga caerulescens	reinita azulada
Mamíferos	
Stenoderma rufum	murciélago rojo frutero
Reptiles	
Anolis cuvieri	lagarto verde
Anolis occultus	lagartijo Pigmeo
Chilabothrus inornatus	boa puertorriqueña



La cotorra puertorriqueña
Amazona vittata
Foto por Jerry Bauer

¿Sabía usted?

La cotorra puertorriqueña, en lenguaje taíno Iguaca, está en la lista de especies amenazadas desde 1968. En 1976 se estima que había solamente 13 cotorras silvestres.[7] Gracias al Programa de Recuperación de la Cotorra Puertorriqueña, el estimado del Departamento de Recursos Naturales para 2015 es de 500 individuos, incluyendo los que se encuentran dentro de los aviarios.[46]

CAPÍTULO 4—GENTE



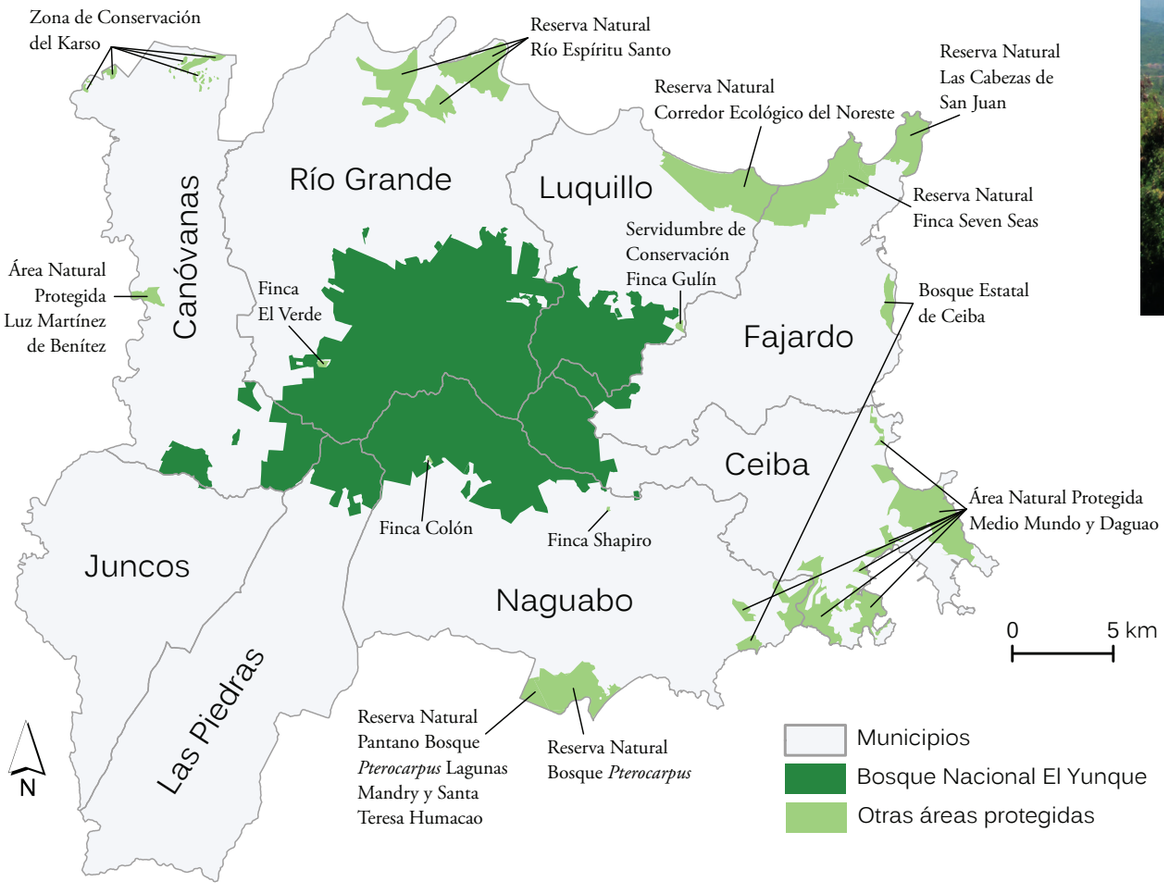
Vista de la costa este desde El Yunque en 1983. Foto por Jerry Bauer

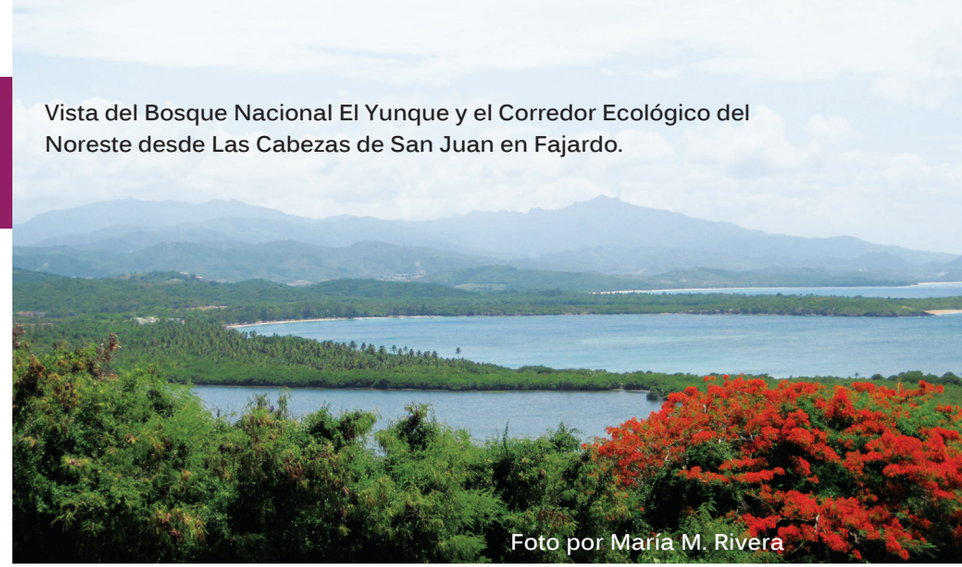
"El Yunque es una bendición para Puerto Rico. Su oxígeno, agua limpia, aire fresco, sitios de recreación, flora y fauna son únicos en el mundo. Tengo la bendición de vivir cerca y ver y gozar de sus encantos todos los días. Espero que la gente hoy y las generaciones futuras lo cuiden para disfrutar de su grandeza para siempre."

—Richard Washburn, líder comunitario de Naguabo

LA REGIÓN DE EL YUNQUE

Municipios y otras áreas protegidas



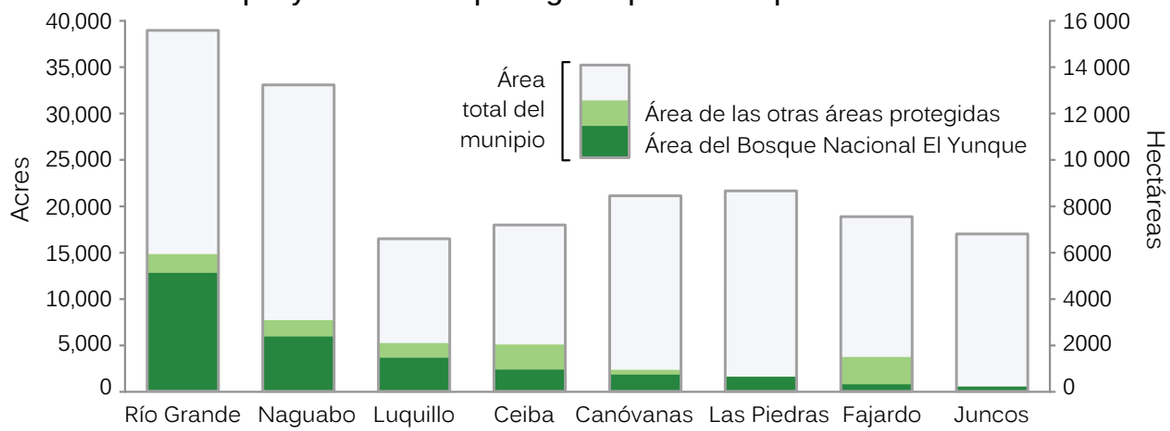


Vista del Bosque Nacional El Yunque y el Corredor Ecológico del Noreste desde Las Cabezas de San Juan en Fajardo.

Foto por María M. Rivera

El Bosque Nacional El Yunque se extiende a través de ocho municipios del noreste de Puerto Rico los cuales cubren un total de 75 270 ha (186,000 acres) de terreno. El Yunque acapara 11 540 ha (28,516 acres), el 15% del área total de la región. Otras áreas protegidas en esta región abarcan 4157 ha (10, 273 acres) o el 5.5% del área total. Hasta principios de la década de 2000, estos municipios acomodaban una población en crecimiento. Siguiendo una tendencia observada a través de toda la isla, el crecimiento poblacional en la región comenzó a declinar a partir de 2010 debido a un aumento en la emigración en respuesta a la crisis económica y una disminución en las tasas de natalidad (por ejemplo, 1990: 18.87 nacimientos vivos/1000 personas; 2010: 11.34 nacimientos vivos/1000 personas).[47]

El Yunque y otras áreas protegidas por municipio[6]



La población en la región de El Yunque

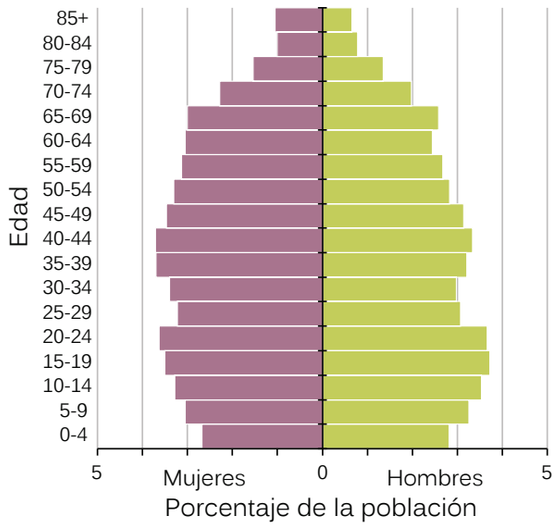
Según el Negociado del Censo de EE.UU.,[47] la población de los ochos municipios que circundan el bosque era de 271,778 personas en 2014, un descenso de más de 6,500 personas desde 2010. Entre los años 2010 a 2014, Naguabo fue el único municipio de la región que mantuvo un crecimiento poblacional (0.16%/año), mientras que Fajardo y Ceiba tuvieron la mayor pérdida de población (-1.99%/año y -1.88%/año, respectivamente). La estructura de las edades de la población regional también ha cambiado dramáticamente en años recientes. Hasta finales del siglo XX las pirámides poblacionales mostraban una forma triangular indicativa de una población creciente. Mientras que para 2014 las pirámides muestran una forma cónica indicativa de una población en declive donde el porcentage de la población en edades mayores aumenta y la población joven disminuye.

POBLACIÓN
Distribución y cambio

Población por edad y sexo
La región de El Yunque

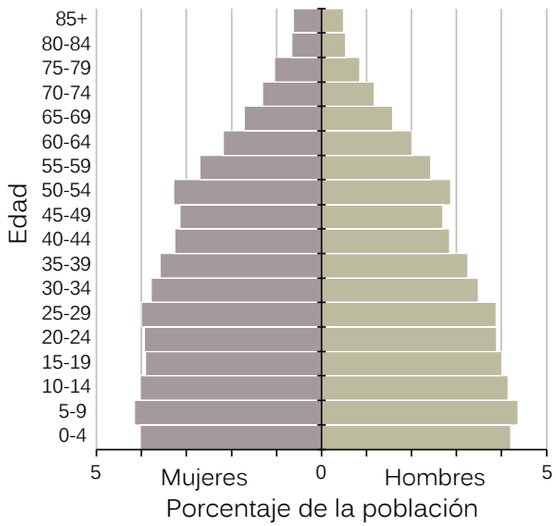
2014

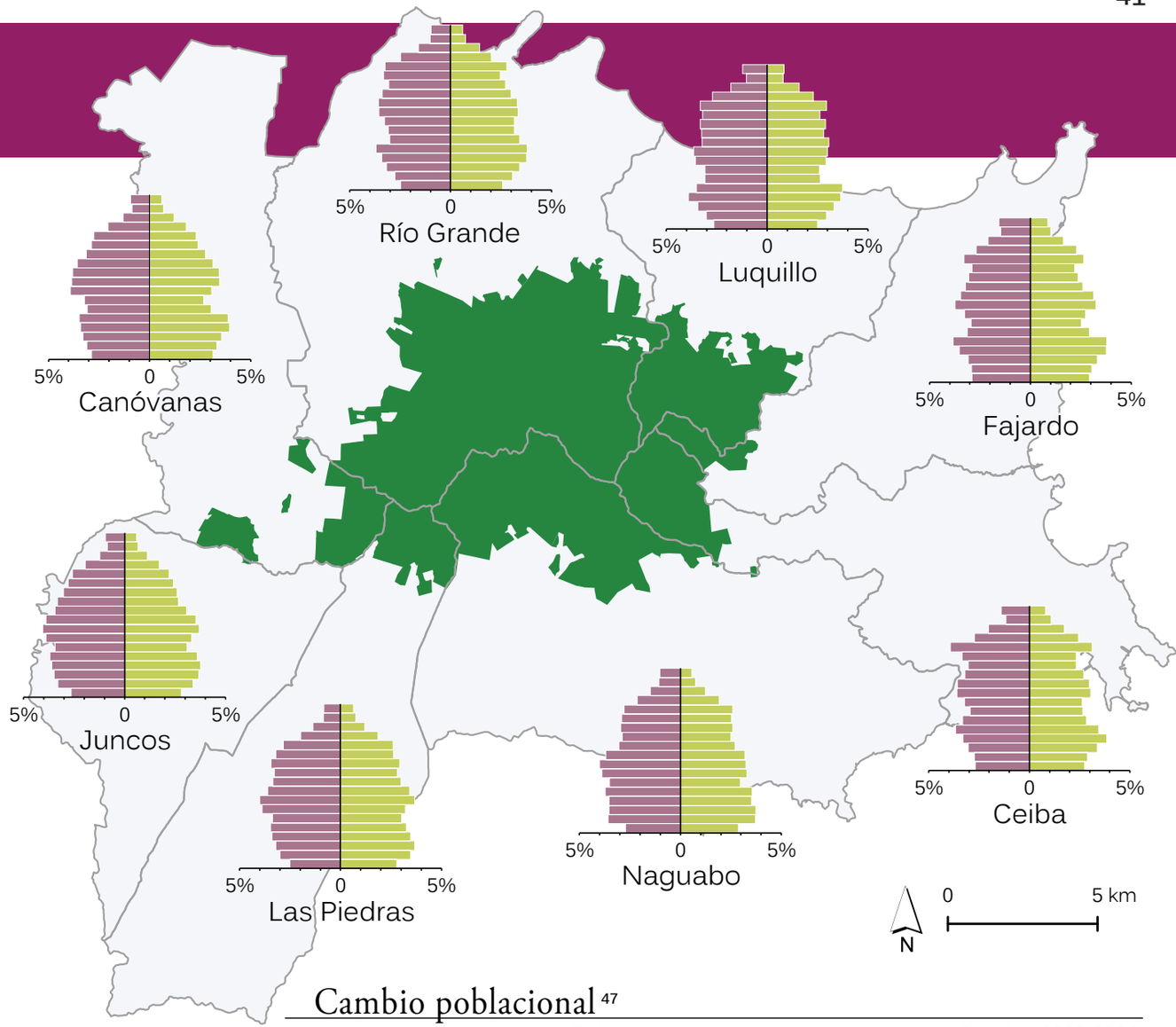
Población total = 271,778



2000

Población total = 268,920





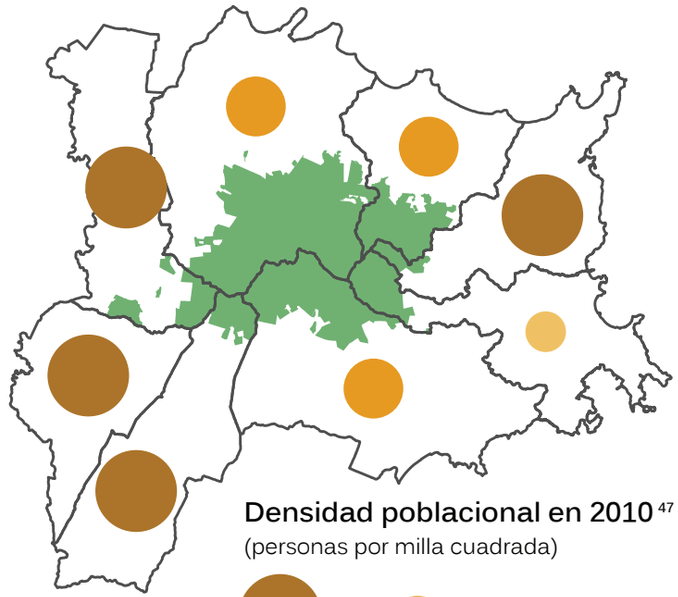
Cambio poblacional [47]

	Población total				Cambio 2010-2014	
	1990	2000	2010	2014	Neto	%
Canóvanas	36,816	43,335	47,648	47,457	-191	-0.40
Ceiba	17,145	18,004	13,631	12,607	-1,024	-7.51
Fajardo	36,882	40,712	36,993	34,049	-2,944	-7.96
Juncos	30,612	36,452	40,290	40,102	-188	-0.47
Las Piedras	27,896	34,485	38,675	38,671	-4	-0.01
Luquillo	18,100	19,817	20,068	19,338	-730	-3.64
Naguabo	22,620	23,753	26,720	26,886	166	0.62
Río Grande	45,648	52,362	54,304	52,668	-1,636	-3.01
Total de la región	**235,719**	**268,920**	**278,329**	**271,778**	**-6,551**	**-2.35**
Total en Puerto Rico	**3,522,037**	**3,808,610**	**3,725,789**	**3,548,397**	**-177,392**	**-4.76**

POBLACIÓN
Densidad y urbanización

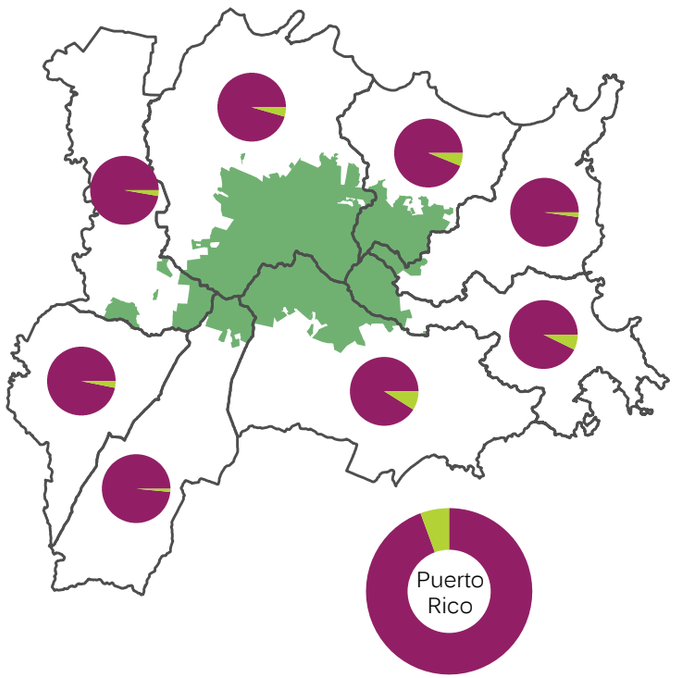
La densidad poblacional alrededor de El Yunque aumentó durante la mayor parte del siglo XX hasta alcanzar 955 personas por milla cuadrada (369 personas/km²) en 2010, fluctuando entre 470 personas/mi² (182 personas/km²) en Ceiba hasta 1,521 personas/mi² (587 personas/km²) en Juncos. La Oficina del Censo de EE.UU. clasificó el 96% de la población regional como "urbana" en 2010, un aumento de 37% sobre 1970.[47]

Con el declive de la población alrededor de El Yunque desde 2010, la densidad también ha disminuido pero se mantiene entre las más altas del mundo. Por ejemplo, aunque la más baja en la región, la densidad poblacional de Ceiba en 2010 era más alta que dos tercios de las naciones soberanas del mundo.[48]



Densidad poblacional en 2010[47]
(personas por milla cuadrada)

>1,000 500–1,000 <500



Población urbana y rural en 2010[47]

Municipios	Urbana	Rural	Total
Canóvanas	46,563	1,085	47,648
Ceiba	12,021	1,610	13,631
Fajardo	36,209	784	36,993
Juncos	38,995	1,295	40,290
Las Piedras	37,734	941	38,675
Luquillo	18,289	1,779	20,068
Naguabo	24,481	2,239	26,720
Río Grande	52,916	1,388	54,304
Región	267,208	11,121	278,329
Puerto Rico	3,493,256	232,533	3,725,789

Población urbana
Población rural
El Bosque Nacional El Yunque



Centro urbano de Juncos al suroeste de El Yunque.
Vista aérea en los años 1998 y 2010.[49, 14]



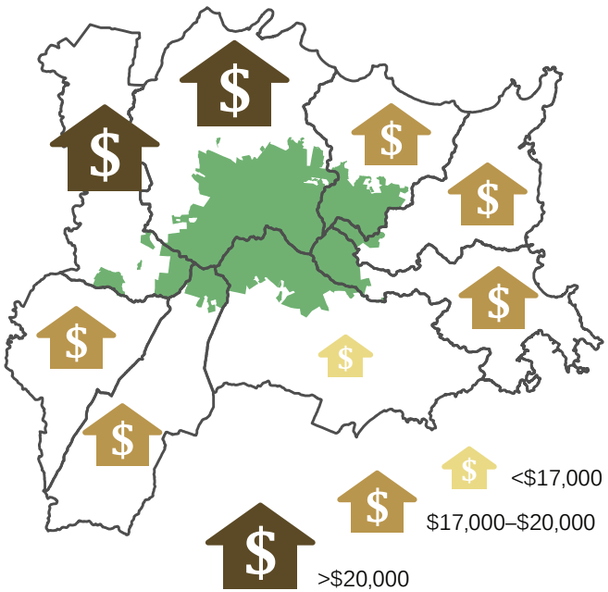
La urbanización alrededor de El Yunque

A medida que la población y el terreno alrededor de El Yunque es cada vez más urbanizado y desarrollado, hay una pérdida simultánea de espacios verdes, interrupción de los sistemas hidrológicos, introducción de especies no nativas e interrupción de los ciclos de nutrientes, que traen colectivamente como resultado cambios en los beneficios y servicios que proporcionan los bosques.[7] Entre 1998 y 2010, las áreas urbanizadas incrementaron en 1334 hectáreas (3,297 acres) en los ocho municipios que albergan El Yunque, siendo Juncos el de mayor porcentaje de cambio.[50]

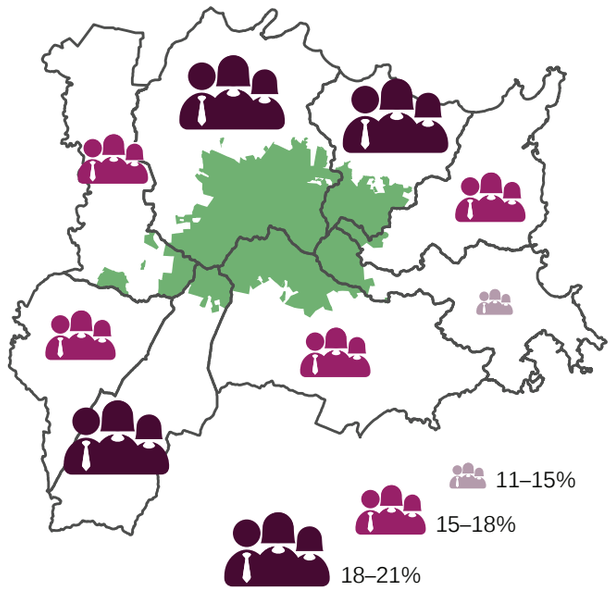
ESTADÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

Ingresos, desempleo y vivienda en la región de El Yunque

Ingreso familiar medio en 2010



Tasa de desempleo en 2010



El ingreso per cápita en los municipios alrededor de El Yunque fluctuó entre $7,548 en Naguabo a $10,506 en Luquillo en 2010. El ingreso familiar medio varió de $15,250 en Naguabo a $21,934 en Canóvanas. El desempleo en la mano de obra civil fue alrededor del 17% en 2010. Sin embargo, el porcentaje de la población buscando trabajo activamente ese año fue significativamente menor que en los EE.UU. (48% vs. 65%). Los salarios, el empleo y muchos otros factores socioeconómicos se han visto afectados por la crisis económica que aqueja a Puerto Rico desde mediados de la década de 2000.

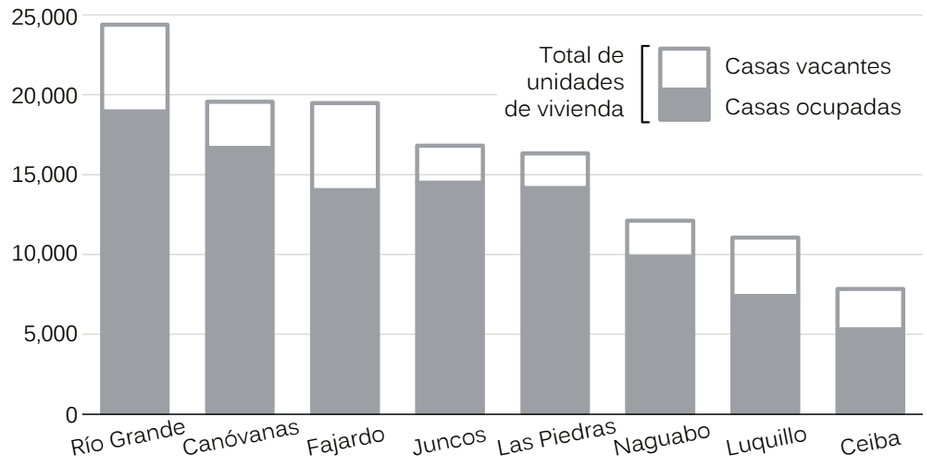
En 2010, cerca del 44% de la población regional vivía por debajo del nivel de pobreza según lo define el Negociado del Censo de EE.UU.[47] Existían diferencias interregionales: Fajardo y Río Grande tenían la tasa más baja de pobreza (42%), mientras que Naguabo tuvo la tasa más alta (53%). En 2010, los menores de 18 años constituían una parte desproporcionada de los pobres, ya que representan menos del 25% de la población total de la región, pero más del 33% de los que viven por debajo del nivel de pobreza.

En 2010, la mayoría de los empleos en la región eran en "educación, salud y servicios sociales" (21%), seguido de "comercio al por menor" (13%), "manufactura" (12%) y "artes, entretenimiento, recreación y alojamiento" (10%), lo que refleja un aumento sobre las tasas del censo de 2000, a excepción de la manufactura, que se redujo en un 3%.[7]

Los ingresos y el desempleo en 2010 [47]

Municipios	Ingresos per cápita	Ingreso familiar medio	Desempleo de la fuerza laboral	Población total viviendo bajo la línea de pobreza	Niños (<18 años) viviendo bajo la línea de pobreza
Canóvanas	$9,852	$21,934	15.3%	42.5%	52.6%
Ceiba	$9,658	$18,461	11.7%	43.1%	52.6%
Fajardo	$9,949	$19,803	17.6%	42.1%	54.6%
Juncos	$8,968	$17,694	15.9%	47.3%	55.6%
Las Piedras	$9,078	$17,680	18.6%	47.5%	56.6%
Luquillo	$10,506	$19,672	21%	44.9%	63.5%
Naguabo	$7,548	$15,250	15.4%	52.6%	64.7%
Río Grande	$10,049	$20,850	19.3%	42.1%	53.3%
Puerto Rico	$10,355	$18,791	16.7%	45.2%	56.3%

Las unidades de vivienda ocupadas y vacantes en 2010 [51]



CAPÍTULO 5—INVESTIGACIÓN Y MANEJO

"El Bosque Nacional El Yunque es un ecosistema verdaderamente dinámico, y en cada visita hay posibilidades de aventura, de lograr historias memorables, y descubrimiento físico y mental. Los beneficios que recibimos al visitar los bosques de Luquillo a lo largo de los años nunca expiran ni se desperdician, porque el paisaje y las experiencias siguen cambiando."

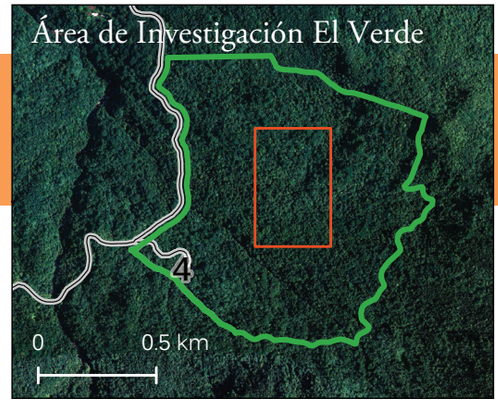
—Grizelle González, líder de proyectos de la unidad de investigación, USDA Forest Service

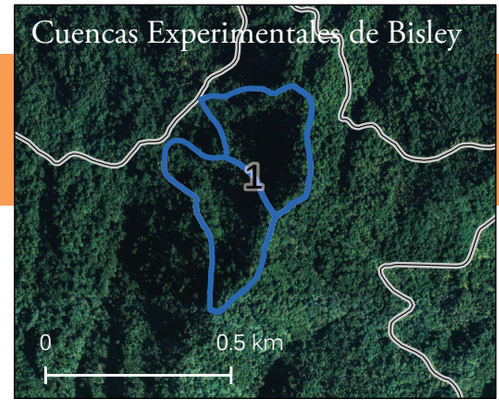


María M. Rivera, bióloga especialista
Foto por Joel A. Mercado Díaz

INVESTIGACIÓN
Áreas de estudio en El Yunque

El Bosque Nacional El Yunque es un laboratorio de investigación viviente. Designado el Bosque Experimental de Luquillo en 1956, ha provisto una gran variedad de información sobre el clima local, la geología, los suelos, los recursos hídricos, la flora, la fauna y la ecología durante más de un siglo. En 1988, la Fundación Nacional de las Ciencias comenzó el Programa de Investigación Ecológica a Largo Plazo y estableció áreas de estudio a largo plazo dentro del bosque. Hoy en día, se han escrito más de 1,000 publicaciones científicas fundamentadas en las investigaciones realizadas en El Yunque.[32]





Sitios y áreas principales de investigación científica en El Yunque

1. Cuencas Experimentales de Bisley
2. Arboreto Caracoles
3. Catalina
4. Estación de Investigación de Campo El Verde
5. Plantación Guzmán
6. Plantación Harvey
7. Aviario Iguaca
8. Pico del Este
9. Pico del Oeste
10. Río Grande 3
11. Sabana 4
12. Sabana 8
13. Estación de Investigación de Campo Sabana

Cuencas Experimentales de Bisley
Área de Investigación El Verde
Parcela Dinámica del Bosque de Luquillo
Bosque Experimental de Luquillo
Parcelas de estudio

Veredas
Carreteras
Calle cerrada
Área de proclama

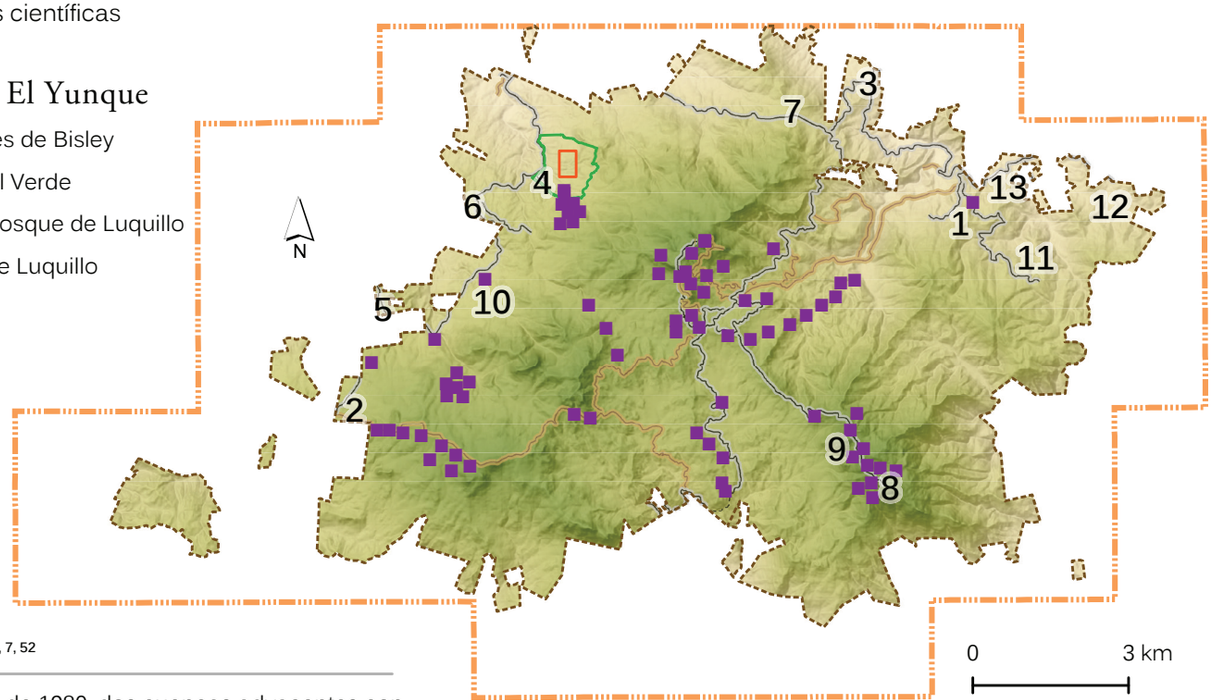



Foto por Joel A. Mercado Díaz

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN [3, 7, 52]
Cuencas Experimentales de Bisley	Desde la década de 1980, dos cuencas adyacentes con un total de 13 hectáreas (32 acres) en la parte norte del bosque se designaron como Cuencas Experimentales a Largo Plazo para estudiar el clima, los recursos de agua, el ciclo de los nutrientes, la flora y la fauna. En 2008 comenzó el monitoreo de ozono en la zona.
Aviario Iguaca	Administrado por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos desde 1972, el Aviario Iguaca se localiza en media hectárea (1.2 acres) de terreno a una elevación de 550 m. Es uno de dos aviarios en Puerto Rico que alberga a la cotorra puertorriqueña (*Amazona vittata*), una especie en peligro de extinción. Sus programas han permitido la liberación de cotorras puertorriqueñas a su hábitat natural y su transferencia entre aviarios, aumentando las poblaciones tanto silvestres como cautivas.
Estación de Investigación de Campo El Verde y Parcela Dinámica del Bosque de Luquillo	La investigación científica en El Verde comenzó en la década de 1940, enfocada en la dinámica de bosques; añadiendo ecología de ríos, hidrología y procesos ecosistémicos en los 1960s. La mayor parte de la investigación actual se lleva a cabo por el Programa de Investigación Ecológica a Largo Plazo de Luquillo. Algunas de las facilidades fueron construidas en los 1930s y se consideran de valor histórico. En 1990 se estableció la Parcela Dinámica del Bosque de Luquillo, cerca de la Estación de El Verde, la cual cubre 16 hectáreas (39.5 acres) con 333 hasta 428 m de elevación.
Estación de Investigación de Campo Sabana	La estación está localizada a 265 m de elevación a las afueras del bosque, cerca de Bisley. Tiene facilidades para análisis de agua, un laboratorio de micología—el estudio de los hongos—y vivienda para científicos visitantes.

ÁREAS DESIGNADAS
Descripción y manejo

Área Natural de Investigación Baño de Oro (1949) [3]

Las Áreas Naturales de Investigación Federal son terrenos con poca influencia humana, preservadas con propósitos científicos y educativos. Designada en el 1949, Baño de Oro cubre 745 ha (1,841 acres) y es una de las áreas más húmedas del bosque, proveyendo hábitat a más de 40 especies de aves. El relieve va desde 245 m de elevación al borde del Río de Mameyes en el norte hasta 1025 m en Pico del Oeste en el sur.

Área Silvestre El Toro (2005) [3]

El Congreso de Estados Unidos designó el Área Silvestre El Toro en 2005 bajo la Ley de Áreas Silvestres de 1965 que tiene como objetivo conservar a perpetuidad el carácter primitivo y la influencia de estas áreas para el disfrute público. El Toro es el pedazo de tierra inalterado más grande en Puerto Rico con sobre 4150 hectáreas (1,0254 acres). El término "silvestre" se refiere a tierras con un impacto mínimo de actividad humana que permanecen en su estado natural original. Las elevaciones en esta área, que lleva el nombre del pico más alto de la Sierra de Luquillo, fluctúan entre los 370 m hasta 1074 m. Aquí nacen 10 de los ríos que suplen el agua a las comunidades vecinas.

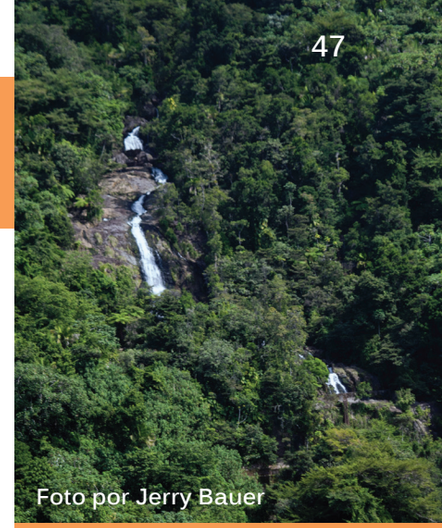


Foto por Jerry Bauer

Datos sobre el bosque

En 1976, la totalidad del Bosque Nacional El Yunque fue declarado Reserva de la Biosfera. Las reservas de biosfera son reconocidas internacionalmente como áreas protegidas para promover la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible. Las reservas son nominadas por los gobiernos locales a las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

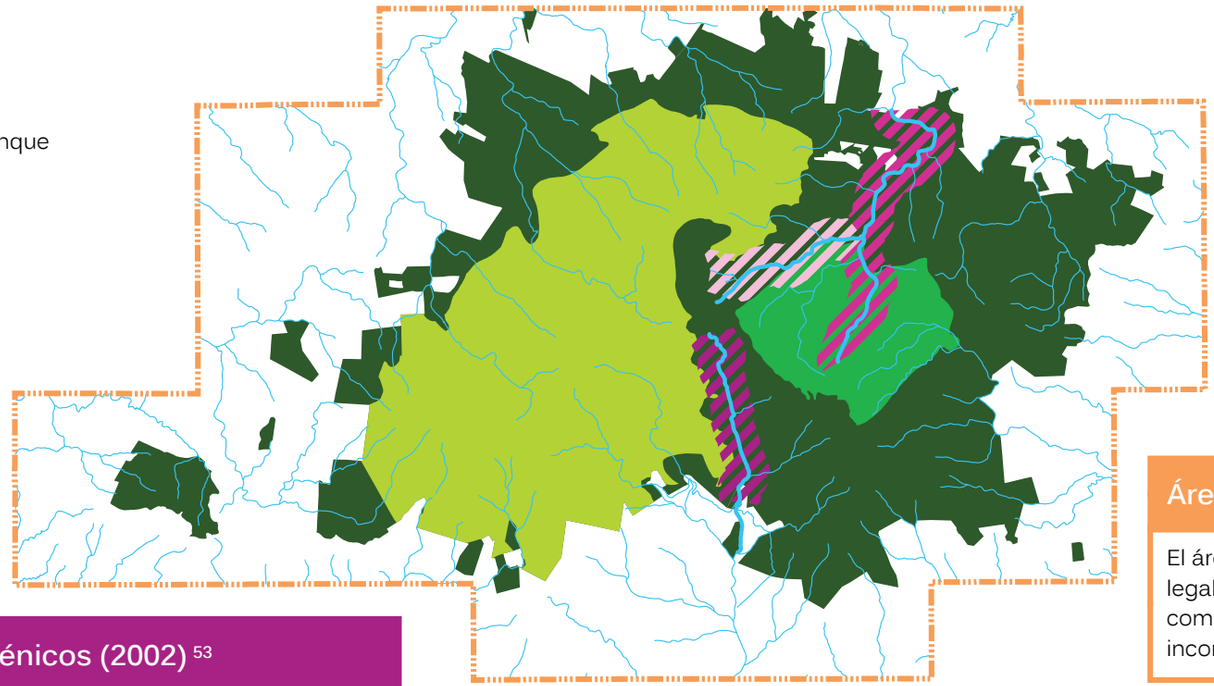
Ríos y quebradas
Área de Proclama
Bosque Nacional El Yunque

Áreas designadas

Baño de Oro
Área Silvestre El Toro

Ríos Silvestres y Escénicos

Río Icacos
Río Mameyes
Río La Mina



Área de Proclama (1950) [7]

El área de proclama es una delimitación legal. El Servicio Forestal de EE. UU. puede comprar terrenos dentro de esta área para incorporarlos al Bosque Nacional El Yunque.

Ríos Silvestres y Escénicos (2002) [53]

En 2002, el Congreso de Estados Unidos designó tramos de los ríos Mameyes, Mina e Icacos como Ríos Nacionales Silvestres y Escénicos por su valor escénico, recreativo, geológico, de flora y fauna, histórico y cultural. Estos son los únicos ríos tropicales en el Sistema Nacional de Ríos Salvajes y Panorámicos. Los tramos de los ríos se clasifican como salvajes, escénicos o recreativos, cada uno con su propio nivel de protección, pero todos preservan el libre flujo de sus corrientes, con acceso limitado a través de veredas. Las zonas alrededor de los ríos también están protegidas, manteniendo su condición primitiva, libre de estructuras o modificaciones del terreno y sirviendo de hábitat imperturbado para muchas especies.

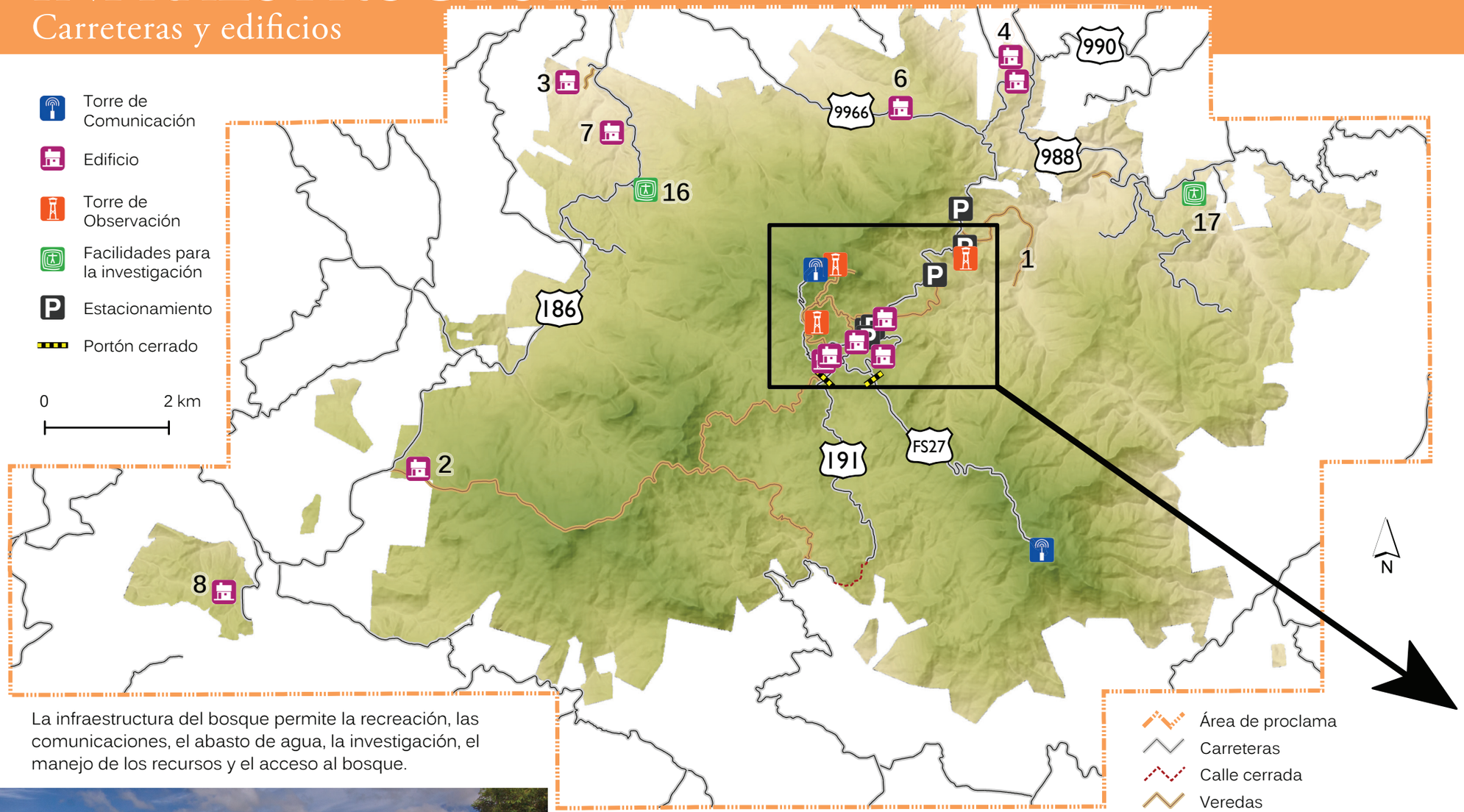
RÍO	CLASIFICACIÓN	LONGITUD [54]
Río Mameyes	Silvestre	1.6 millas (2.6 km)
	Escénico	1.4 millas (2.3 km)
	Recreación	1.0 millas (1.6 km)
Río La Mina	Escénico	1.2 millas (1.9 km)
	Recreación	0.9 millas (1.4 km)
Río Icacos	Escénico	2.3 millas (3.7 km)



Foto por Jerry Bauer

INFRAESTRUCTURA

Carreteras y edificios



La infraestructura del bosque permite la recreación, las comunicaciones, el abasto de agua, la investigación, el manejo de los recursos y el acceso al bosque.



Centro de Visitantes El Portal, foto por Jerry Bauer

Construida en la década de 1930, la red de carreteras que atraviesa el bosque permite el acceso a los recursos y a los puestos de comunicaciones, y es esencial para los usos recreativos, administrativos y de investigación. Existen aproximadamente 33 millas de carreteras dentro del bosque.[7] Debido a las condiciones climatológicas en la Sierra de Luquillo, las mismas necesitan un mantenimiento continuo. Los portones en algunas de las carreteras controlan el acceso vehicular debido a las condiciones de las mismas o para limitar su uso a gestiones oficiales y esfuerzos de rescate. El bosque tiene un total de 454 estacionamientos. Hay 18.8 millas (30 km) de veredas recreativas y 12 millas (19 km) de veredas administrativas. Todas las veredas son peatonales. No se permite los caballos, motoras, ni bicicletas de montaña dentro del bosque.

Una sección de la carretera PR-191 en el lado sur del bosque ha estado cerrada desde que un deslizamiento de terreno la destruyó en 1981.

Etiqueta Edificios

1. Catalina (oficina central)
2. Casa Cienaga Alta
3. Campamento Eliza Colberg
4. Centro de Visitantes El Portal
5. Pabellón El Yunque
6. Aviario Iguaca
7. Job Corps Camp
8. Escuela La Condesa
9. Cuartel La Mina y aviario viejo
10. Criadero de peces La Mina
11. Cabañas Molindero
12. Casa de piedra

Torres de Observación

13. Torre El Yunque
14. Torre Mount Britton
15. Torre Yokahú

Facilidades para la investigación

16. Estación de Investigación de Campo El Verde
17. Estación de Investigación de Campo Sabana



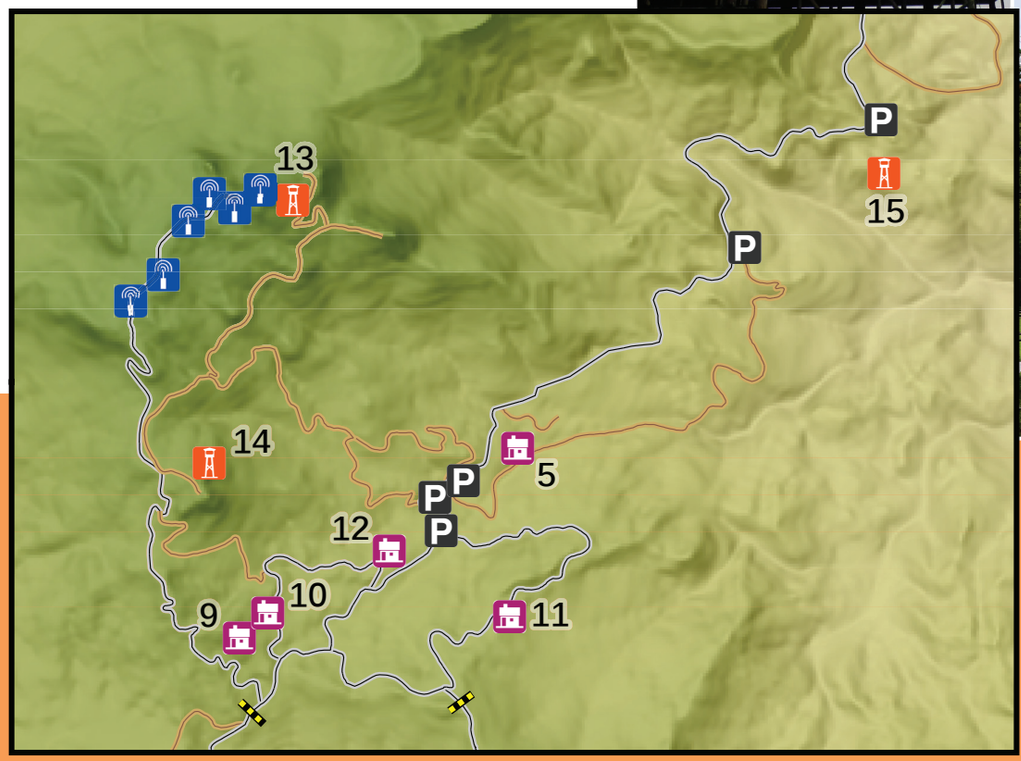
Torre de comunicación
Foto por Carl Baker



Estación de Investigación de Campo El Verde
Foto por Gary Potts



Estación de Investigación de Campo Sabana
Foto por Carlos Estrada





Instituto Internacional de Dasonomía Tropical
Foto por Maya Quiñones

INSTITUTO INTERNACIONAL DE DASONOMÍA TROPICAL

El Instituto Internacional de Dasonomía Tropical del Servicio Forestal de EE.UU., ubicado en San Juan Puerto Rico, es un centro de investigación y tecnología. Creado en 1939 en colaboración con la Universidad de Puerto Rico, el Instituto ha sido durante mucho tiempo un líder mundial en la investigación forestal tropical, la transferencia de tecnología y la asistencia técnica. Sus investigaciones científicas han aportado información valiosa sobre el Bosque Nacional El Yunque. La misión del Instituto incluye desarrollar y difundir conocimientos que contribuyan a la conservación de los bosques tropicales, la vida silvestre y las cuencas hidrográficas.

CAPÍTULO 6—RECREACIÓN

"El Yunque me dio la oportunidad de sentirme realizado a través de mis largas caminatas y aguaceros mientras se evaluaba la condición del bosque y durante la preparación de los terrenos para la siembra de caoba. No les niego que en muchas casiones quedé cautivado con lo que veía o escuchaba durante estas experiencias, recuerdos que me acompañarán hasta mis últimos días."

—Luis A. Rivera, dasónomo retirado y especialista en vegetación tropical



Foto por Gary Potts

RECREACIÓN

Horario de operación y cierres



Cascada La Coca
Foto por Luis Andrei Muñoz

Disfrutar de la naturaleza es una de las actividades recreativas más agradables al conectar a las personas con su entorno natural. Hay pocos lugares que se pueden comparar con un bosque tropical. No es de extrañar por qué la gente desea proteger y disfrutar de un lugar tan especial. Con más de 600 mil visitantes y 1.1 millones de visitas anuales, el Bosque Nacional El Yunque ofrece numerosas oportunidades de recreación, como veredas para caminatas, visitas guiadas, centro de visitantes, áreas de pícnic y torres de observación. Las oportunidades de recreación proporcionados por las vistas panorámicas del bosque, las áreas de picnic, las veredas y los ríos son recursos escasos y valiosos para los visitantes locales e internacionales.

Abierto todos los días de 7:30 am a 6:00 pm

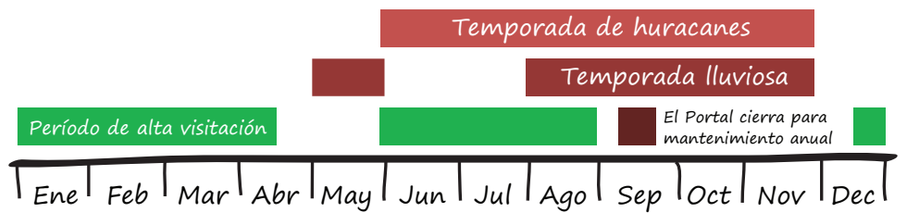
Teléfono: (787) 888-1880

Sitio web: http://www.fs.usda.gov/elyunque

@ElYunqueNF

CIERRES TEMPOREROS

El bosque está cerrado el 25 de diciembre y el Centro de Visitantes El Portal cierra dos semanas en septiembre para mantenimiento anual y reparaciones. El bosque puede ser cerrado por razones de seguridad y para asegurar el bienestar de sus visitantes, pero estos cierres tienden a ser de corta duración y solo ocurren esporádicamente durante el año. Las inundaciones repentinas y los huracanes son eventos climatológicos importantes que pueden causar condiciones peligrosas en el bosque. Estos eventos son monitoreados de cerca y el bosque cierra cuando las condiciones se han tornado peligrosas o si Puerto Rico está bajo aviso o vigilancia de tormenta tropical o huracán. Las inundaciones repentinas son comunes durante la temporada lluviosa de agosto a noviembre, mientras que la temporada de huracanes dura del 1 de Junio al 30 de Noviembre.



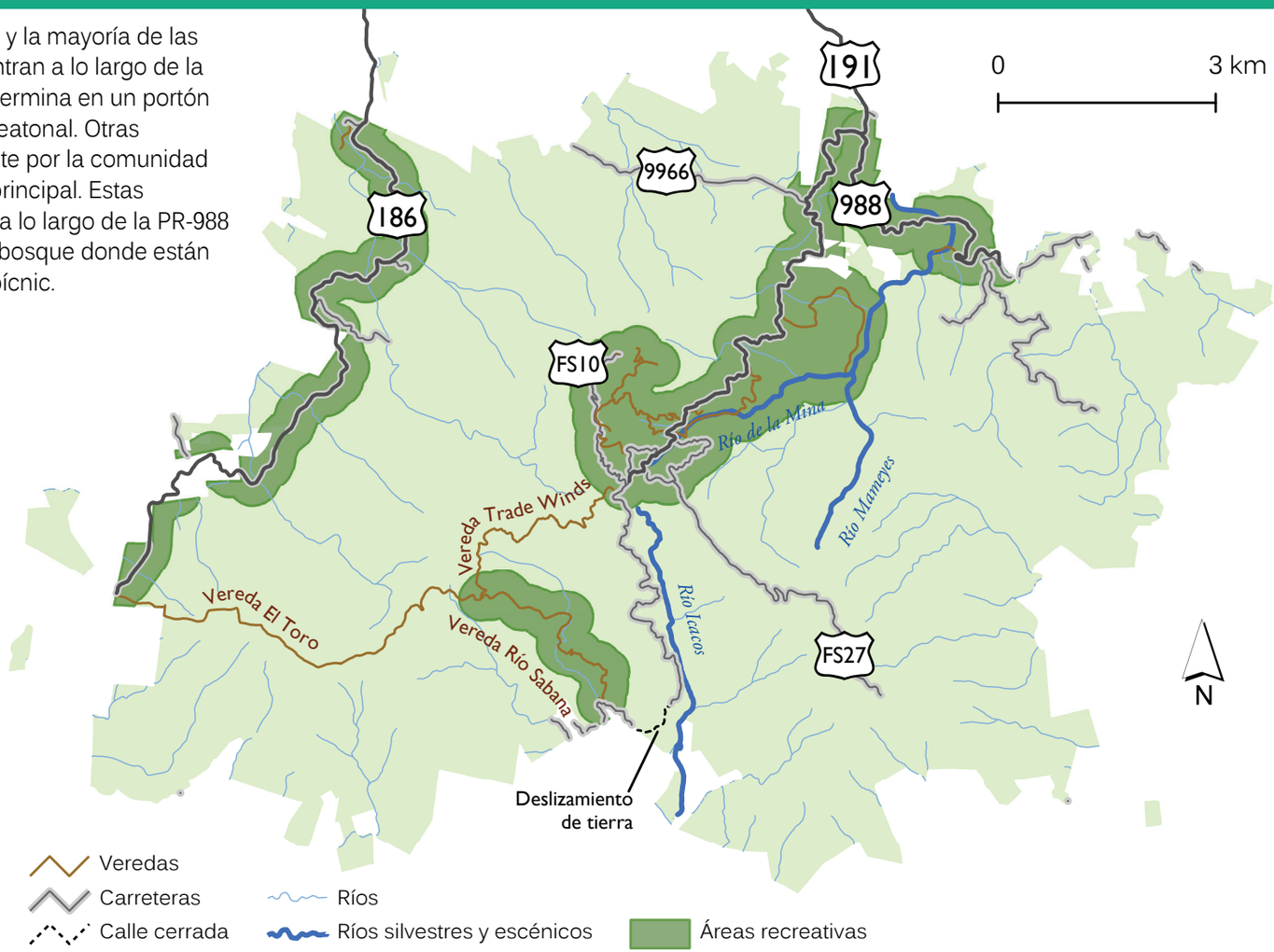
ÁREAS RECREATIVAS

Carreteras y veredas

Los centros de visitantes, las torres de observación y la mayoría de las veredas y puntos de vistas panorámicas se encuentran a lo largo de la carretera PR-191, que se extiende de norte a sur y termina en un portón cerrado luego del cual solo se permite el acceso peatonal. Otras oportunidades de recreación, utilizadas mayormente por la comunidad local, se encuentran fuera del corredor recreativo principal. Estas incluyen el cruce del río Puente Roto y las veredas a lo largo de la PR-988 y la PR-186 al oeste, y la PR-191 en la parte sur del bosque donde están localizadas la vereda del río Sabana y un área de pícnic.



Torre Yucahú
Foto por Sonja Baker



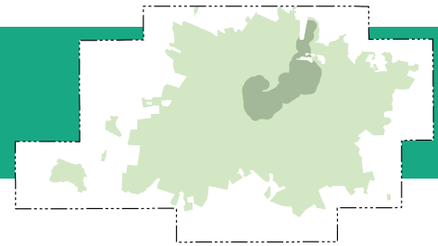
Protege el bosque

Para proteger la biodiversidad y la riqueza natural que hacen especial el Bosque Nacional El Yunque, se prohíbe la caza y pesca dentro del bosque y no hay veredas disponibles para vehículos todoterreno o montar a caballo. Las bicicletas son permitidas solamente en las carreteras pavimentadas. En los ríos silvestres y escénicos no se permite cocinar, ni equipos de sonido. Se les pide a los visitantes "No dejar rastro" y llevarse toda la basura con ellos cuando salgan del bosque.



Vista desde la Torre Yocahú
Foto por Carl Baker

CORREDOR RECREATIVO
a lo largo de la PR-191



La entrada principal del Bosque Nacional El Yunque está localizada en la carretera PR-191 llegando desde el norte. Cerca de la entrada se encuentra el Centro de Visitantes El Portal, seguido por numerosas veredas, estacionamientos y áreas de pícnic. Los rótulos al inicio de cada vereda muestran su nivel de dificultad. El Centro de Visitantes Palo Colorado está localizado casi al final de la carretera con estacionamiento, áreas de pícnic, varias veredas cercanas y un mostrador de información. La carretera termina con un portón más allá del cual solo se permite el acceso peatonal.



Centro de Visitantes El Portal

El Centro de Visitantes El Portal, construido en 1996, fue diseñado especialmente para integrarse con impacto mínimo al paisaje del bosque circundante. El Portal tiene un teatro donde se presenta una película de orientación, un mostrador de información, tienda de souvenirs, puesto de comida y exhibiciones interpretativas interactivas. Al momento de esta publicación el costo de la entrada al Portal es $4 para adultos de 16 a 59 años, $2 para adultos mayores de 60 años y gratis para los menores de 15 años. El acceso a las otras áreas del bosque es gratuito.



Centro de Visitantes El Portal
Foto por Jerry Bauer

LAS VEREDAS DE EL YUNQUE

Nombre	Longitud	Nivel de dificultad
Vereda comienza dentro del corredor recreativo		
Angelito	0.2 millas (0.4 km)	fácil
La Coca	1.8 millas (2.9 km)	difícil
Big Tree	0.9 millas (1.4 km)	moderado
La Mina	0.7 millas (1.1 km)	difícil
Caimitillo	0.4 millas (0.6 km)	moderado
El Yunque	2.6 millas (4.2 km)	difícil
Baño de Oro	0.3 millas (0.5 km)	fácil
Mount Britton	0.8 millas (1.3 km)	difícil
Mount Britton Spur	0.3 millas (0.5 km)	moderado*
Los Picachos	0.2 millas (0.3 km)	moderado*
Tradewinds	4.3 millas (6.9 km)	difícil
Vereda comienza fuera del corredor recreativo		
El Toro	2.3 millas (3.8 km)	difícil
Río Sabana	2.2 millas (3.6 km)	difícil

*La vereda se accede a través de otras con un nivel de dificultad diferente.

Las veredas para caminatas en El Yunque varían en longitud y dificultad. El nivel de dificultad generalmente se basa en el ancho de la vereda, su superficie y condición, el grado de inclinación, la ganancia o pérdida de elevación, y la cantidad y tipos de barreras naturales que se encuentran durante la caminata.[7]

Se debe cargar con alimento y agua, especialmente en las veredas largas ya que no hay puestos de comida en las veredas.

Muchas de las veredas conducen a hermosas cascadas y estanques ocultos, como La Coca, Big Tree y Angelito. Para vistas impresionantes desde lo alto de las montañas están las veredas El Yunque, Los Picachos, El Toro y Trade Winds.[55]



Observación de aves en la vereda Mount Britton
Foto por Gary Potts



Foto por Joe Baker

Acampando en El Yunque

No hay instalaciones para acampar en el bosque. Sin embargo, se permite acampar de forma primitiva con un permiso especial. El campamento primitivo se refiere a acampar en áreas silvestres naturales sin instalaciones ni infraestructura. Los formularios para los permisos especiales se deben someter con, al menos, dos semanas de antelación. El permiso y las políticas para acampar se pueden encontrar en: http://www.fs.usda.gov/elyunque



Foto por Maya Quiñones



Foto por Gary Potts



Foto por Gary Potts

Referencias

1. **U.S. Department of Agriculture, Forest Service. [N.d.].** Centennial timeline summary. https://www.fs.usda.gov/detail/elyunque/about-forest/?cid=fsbdev3_042983. (25 November 2014).

2. **Daly, C.; Helmer, E.H.; Quiñones, M. 2003.** Mapping the climate of Puerto Rico, Vieques and Culebra. International Journal of Climatology. 23: 1359–1381.

3. **Weaver, P. L. 2012.** The Luquillo Mountains: forest resources and their history. Gen. Tech. Rep. IITF-44. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture Forest Service, International Institute of Tropical Forestry. 159 p.

4. **Miller, G.L.; Lugo, A.E. 2009.** Guide to the ecological systems of Puerto Rico. Gen. Tech. Rep. IITF-GTR-35. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry. 437 p.

5. **Bosworth, D. 2003.** El Yunque: a century of leading the way. El Yunque, Puerto Rico. https://www.fs.fed.us/speeches/el-yunque-century-leading-way. (24 June 2016).

6. **Caribbean Landscape Conservation Cooperative Protected Areas Conservation Action Team. 2015.** Puerto Rico protected areas database. December 2015 version [GIS data]. San Juan, PR. http://caribbeanlcc.org/puerto-rico-protected-areas-cat-data-download/. (23 June 2016).

7. **U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 2014.** Forest plan assessment. Río Grande, PR: El Yunque National Forest. https://www.fs.usda.gov/detail/elyunque/landmanagement/planning/?cid=stelprdb5411336. (23 June 2016).

8. **Álvarez Nazario, M. 1977.** El influjo indígena en el español de Puerto Rico. San Juan, Puerto Rico: La Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 191 p.

9. **De Guillerna y de las Heras, C. 1885.** Informes sobre Montería Forestal. Archivo General de Puerto Rico. Fondo: Obras Públicas. Serie: Propiedad Pública. Caja 315.

10. **Quiñones, M.; Gould, W.A.; Castro-Prieto, J.; Martinuzzi, S. 2013.** Spatial analysis of Puerto Rico's terrestrial protected areas. [1:240 000] IITF-RMAP-03. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry.

11. **Hassan, R.; Scholes, R.; Ash, N., eds., 2005.** Ecosystems and human well-being: current state and trends. Vol. 1. Washington, DC: Island Press. 23 p.

12. **López-Marrero, T.; Hermansen-Báez, L.A. 2011.** El Yunque Ecosystem Services: A Participatory Research Approach. [Fact sheet]. Gainesville, FL. USDA Forest Service, Southern Research Station. 4 p.

13. **González, G.; Willig, M.R.; Waide, R.B., eds. 2013.** Ecological gradient analyses in a tropical landscape. Ecological Bulletin 54: 13–20.

14. **U.S. Army Corps of Engineers. 2010.** Puerto Rico 2010 digital orthophotos [Aerial photographs]. St. Louis, MO.

15. **Martinuzzi, S.; Gould, W.A.; Ramos González, O.M.; Edwards, B.E. 2007.** Development of a Landforms Model for Puerto Rico and its Application for Land Cover Change Analysis. Caribbean Journal of Science. 43(2): 161-171.

16. **Lugo, A.E. 1994.** Preservation of primary forests in the Luquillo Mountains, Puerto Rico. Conservation Biology. 8(4): 1122–1131.

17. **Bawiec, W.J., ed. 1999.** Geology, geochemistry, geophysics, mineral occurrences and mineral resource assessment for the Commonwealth of Puerto Rico. Open-File Report 98-038. Reston, VA: U.S. Department of the Interior, Geological Survey. https://pubs.usgs.gov/of/1998/of98-038/. (23 June 2016).

18. **Nauman, R.; Dangermond, M.; Frye, C. 2015.** Esri's SSURGO 2014 map units for the eastern Puerto Rico Subbasin. SSURGO Downloader 2014. ESRI Application. https://www.arcgis.com/home/item.html?id=4dbfecc52f1442eeb368c435251591ec. (8 February 2016).

19. **Mount, H.R.; Lynn, W.C. 2004.** Soil survey laboratory data and soil descriptions for Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Soil Survey Investigations Report No. 49. Lincoln, NE: U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center. 706 p.

20. **Soil Survey Staff. 1999.** Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd ed. Agric. Handb. 436. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. 886 p.

21. **Ping, C.L.; Michaelson, G.J.; Stiles, C.A.; González, G. 2013.** Soil characteristics, carbon stores, and nutrient distribution in eight forest types along and elevation gradient, eastern Puerto Rico. Ecological Bulletins. 54: 67–86.

22. **Soil Survey Staff. 2016.** Web soil survey [Database]. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. https://websoilsurvey.nrcs.usda.gov/. (March 2016).

23. **Stallard, R.F. 2012.** Atmospheric inputs to watersheds of the Luquillo Mountains in Eastern Puerto Rico. In: Murphy, S.F.; Stallard, R.F., eds. Water quality and landscape processes of four watersheds in eastern Puerto Rico. Professional Paper 1789. Reston, VA: U.S. Department of the Interior, Geological Survey: 89–112.

24. **McClintock, M.A.; Brocard, G.; Willenbring, J.; Tamayo, C.; Porder. S.; Pett-Ridge, J.C. 2015.** Spatial variability of African dust in soils in a montane tropical landscape in Puerto Rico. Chemical Geology. 412: 69–81.

25. **U.S. Geological Survey. 2014.** Landsat 8 OLI Image, Path 4 Row 47 July 29th 2014 [Satellite Image]. Sioux Falls, SD. https://earthexplorer.usgs.gov/. (3 April 2015).

26. **López-Marrero, T.; Hermansen-Báez, L.A. 2011.** Land cover within and around El Yunque National Forest. [Fact sheet]. Gainesville, FL: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 4 p.

27. **U.S. Geological Survey in cooperation with the U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. 2002.** Hydrologic unit boundaries for Puerto Rico [GIS data]. Shapefile format. San Juan, PR. https://datagateway.nrcs.usda.gov/. (29 April 2014).

28. **Ahmad, R; Scatena, F.N.; Gupta, A. 1993.** Morphology and sedimentation in Caribbean montane streams: examples from Jamaica and Puerto Rico. Sedimetary Geology. 85: 157–169.

29. **Heartsill Scalley, T.; López-Marrero, T. 2014.** Land-cover composition, water resources and land management in the watersheds of the Luquillo Mountains, northeastern Puerto Rico. Caribbean Geography. 19: 43–68.

30. **Crook, K.E.; Scatena, F.N.; Pringle, C.M. 2007.** Water withdrawn from the Luquillo Experimental Forest, 2004. IITF-GTR-34. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry. 26 p.

31. **Barber, N.L. 2014.** Summary of estimated water use in the United States in 2010. Fact Sheet 2014–3109. Reston, VA: U.S. Department of the Interior, Geological Survey. 2 p.

32. **Harris, NL.; Lugo, A.E.; Brown, S.; Heartsill Scalley, T., eds. 2012.** Luquillo Experimental Forest: research history and opportunities. EFR-1. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 152 p.

33. **Weaver, P.L.; Gould, W.A. 2013.** Forest vegetation along environmental gradients in northeastern Puerto Rico. Ecological Bulletins. 54: 43–65.

34. **Waide, R.B.; Comarazamy, D.E.; González, J.E.; Hall, C.A.S.; Lugo, A.E.; Luvall, J.C.; Murphy, D.J.; Ortiz-Zayas, J.R.; Ramírez-Beltran, N.D.; Scatena, F.N.; Silver, W.L. 2013.** Climate variability at multiple spatial and temporal scales in the Luquillo Mountains, Puerto Rico. Ecological Bulletins. 54: 21–41.

35. **Henareh Khalyani, A.; Gould, W.A.; Harmsen, E.; Terando, A.; Quiñones, M.; Collazo, J.A. 2016.** Climate change implications for tropical islands: interpolating and interpreting statistically downscaled GCM projections for management and planning. Journal of Applied Meteorology and Climatology. 55: 265–282.

36. **Lugo, A.E. 2009.** The emerging era of novel tropical forests. Biotropica. 41(5): 589–591.

37. **Ewel, J.J.; Whitmore J.L. 1973.** The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. No. ITF-18. Rio Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry. 72 p.

38. **Birdsey, RA.; Weaver, PL. 1982.** The forest resources of Puerto Rico. Resour. Bull. SO-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 65 p.

39. **Domínguez Cristóbal, C.M. 2000.** Panorama Histórico Forestal de Puerto Rico. San Juan, PR: La Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 680 p.

40. **Brandeis, T.J.; Turner, J.A. 2013.** Puerto Rico's Forests, 2009. Resour. Bull SRS-191. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, Southern Research Station. 85 p.

41. **Gould, W.A.; Alarcón, C.; Fevold, B.; Jiménez, M.E.; Martinuzzi, S.; Potts, G.; Quiñones, M.; Solórzano, M.; Ventosa, E. 2008.** The Puerto Rico Gap Analysis Project. Volume 1: Land cover, vertebrate species distributions, and land stewardship. Gen. Tech. Rep. IITF-GTR-39. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry. 165 p.

42. **Mercado-Díaz, J.A.; Gould, W.A.; González, G.; Lücking, R. 2015.** Lichens in Puerto Rico: an ecosystem approach. Gen. Tech. Rep. IITF-GTR-46. San Juan, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry. 90 p.

43. **Cantrell, S.A.; Lodge, J.D.; Cruz, C.A.; García, L.M.; Pérez-Jiménez, J.R.; Molina, M. 2013.** Differential abundance of microbial functional groups along the elevation gradient from the coast to the Luquillo Mountains. Ecological Bulletins. 54: 87–100.

44. **Richardson B.A.; Richardson, M.J. 2013.** Litter-based invertebrate communities in forest floor and bromeliad microcosm along an elevational gradient in Puerto Rico. Ecological Bulletins. 54: 101–115

45. **Mercado-Díaz, J.A.; Lücking, R.; Parnmen, S. 2014.** Two new genera and twelve new species of Graphidaceae from Puerto Rico: a case for higher endemism of lichenized fungi in islands of the Caribbean. Phytotaxa. 189 (1): 186–203.

46. **Quiles, C.D.M. 2015.** Bosque estatal de Maricao recibe grupo de cotorras puertorriqueñas. El Nuevo Día. (August 13). http://www.elnuevodia.com/ciencia/ciencia/nota/bosqueestataldemaricaorecibegrupodecotorraspuertorriquenas-2086118/. (1 February 2016).

47. **U.S. Department of Commerce, Census Bureau. 2016.** American fact finder [Database]. Washington, DC: American Community Survey Office. https://factfinder.census.gov/. (4 March 2016).

48. **United Nations. 2013.** World population prospects: the 2012 revision. New York: Department of Economic and Social Affairs, Population Division.

49. **Centro de Recaudación de Ingresos Municipales de Puerto Rico. 1998.** Fotos aéreas de Puerto Rico del 1998. [Aerial photographs]. San Juan, PR.

50. **López-Marrero, T.; Hermansen-Báez, L.A. 2011.** Expansion of urban land cover around El Yunque National Forest. [Fact sheet]. Gainesville, FL: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 4 p.

51. **U.S. Department of Commerce, Census Bureau. 2012.** Puerto Rico: 2010, Summary Population and Housing Characteristics. CPH-1-53. New York: 475 p.

52. **Earnhardt, J.; Valentín-Vélez, J.; Valentín, R.; Long, A.; Lynch, C.; Schowe, K. 2014.** The Puerto Rican parrot reintroduction program: sustainable management of the aviary population. Zoo Biology. 33(2): 89–98.

53. **U.S. Department of Agriculture, Forest Service. [N.d.].** Wild and Scenic Rivers and proposed wilderness area. Rio Grande, PR: El Yunque National Forest. https://www.fs.usda.gov/detailfull/elyunque/home/%3Fcid%3Dfsbdev3_042977. (23 June 2016).

54. **Cruz, P. 2010.** Caribbean National Forest Wild and Scenic Rivers comprehensive river management plan. Atlanta, GA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Region. 50 p.

55. **Puerto Rico Day Trips. 2008.** Hike the El Yunque Trail to the Top of the rain forest. http://www.puertoricodaytrips.com/hike-the-el-yunque-trail/. (4 May 2014).

56. **Convention on Biological Diversity. [N.d.].** Article 2: use of terms. Montreal, Quebec, Canada. https://www.cbd.int/convention/articles/default.shtml?a=cbd-02. (24 July 2015).

57. **The Wilderness Act of 1964.** Public Law 88-577 (16 U.S. C. 1131-1136).

Glosario

Aluvión—Depósito de sedimentos de arena, grava y lodo arrastrados por las corrientes de agua.

Antrópico—Causado o producido por la actividad humana.

Áreas silvestres—Terrenos protegidos por la Ley de Áreas Silvestres de 1964, una Ley Pública Federal de los Estados Unidos, que define área silvestre como “un área donde la tierra y su comunidad de vida están libres de las restricciones de los seres humanos, en la cual los humanos son visitantes que no permanecen; [y] una área de terreno sin urbanizar del gobierno federal de Estados Unidos que conserva su carácter primitivo e influencia, sin mejoras permanentes o habitación humana, que está protegida y administrada con el fin de preservar sus condiciones naturales.”. [57]

Aviario—Espacio grande para mantener aves.

Biodiversidad—El Convenio sobre la Diversidad Biológica, establecido por las Naciones Unidas, define la biodiversidad como la “variedad de seres vivos sobre la Tierra, terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; incluyendo la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.” [56]

Biogenético—Producto de los organismos vivos.

Bosque primario—Un bosque que no ha sido perturbado por humanos por lo que ha mantenido la estructura original de su vegetación natural y la composición de sus especies.

Bosque secundario—Zonas de bosque que han vuelto a crecer después de la eliminación significativa de su vegetación original como para alterar la composición original de sus especies.

Brecha de falla—Rocas formadas por fuerzas tectónicas que están compuestas por fragmentos de minerales y otras rocas.

Complejo de suelos—Suelo compuesto por dos o más tipos de suelos.

Cobertura del terreno—El material físico en la parte superior de la superficie de la tierra.

Ecosistema—El Convenio sobre la Diversidad Biológica define ecosistema como “un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.” [56]

Endémico—Especies exclusivas a un área geográfica.

Especie—Grupo de organismos vivos semejantes entre sí que son capaces de reproducirse entre ellos.

Especies amenazadas—Especies en peligro inmediato de desaparecer completamente o extinguirse.

Hábitat—Lugar con las condiciones apropiadas para que viva una especie.

Líquenes—Organismos que surgen de una asociación simbiótica entre un hongo y un alga o un hongo y una cianobacteria.

Micología—Estudio de los hongos.

Municipio—Subdivisión política utilizada en Puerto Rico.

Plantas hidrófilas—Plantas adaptadas a condiciones acuáticas.

Ribereño—Relacionado a los ríos y sus alrededores.

Riqueza de especies—Número de diferentes especies que viven en un espacio geográfico.

Rocas intrusivas—Rocas ígneas hechas de magma endurecido que se forman debajo de la superficie.

Servicios ecosistémicos—Aquellos beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas.

Silvicultura—La práctica de sembrar y controlar el crecimiento y la composición de un bosque. La silvicultura se utiliza para manejar el bosque en torno a la producción maderera, la fauna, el agua, la recreación y la estética, entre otros usos o combinación de los mismos.

Simbiosis —Asociación entre dos o más especies donde ambas especies se benefician de dicha asociación.

Suelo hídrico—Según el Comité Técnico Nacional para Suelos Hídricos, "un suelo hídrico se forma bajo condiciones de saturación de agua o inundaciones, durante un tiempo suficiente en la temporada de cultivo como para permitir que se produzcan condiciones anaeróbicas en la parte superior del perfil del suelo". Estos suelos, bajo condiciones naturales, están saturados o inundados por suficiente tiempo para sostener el crecimiento y reproducción de vegetación hidrófila. [22]

Topografía—Ciencia que describe las formas y detalles de la superficie del planeta.

Vientos alisios—Corrientes globales de viento que viajan a través del Atlántico y llegan al Caribe desde el noreste.

Zonas de vida—Las zonas de vida ecológicas describen unidades bioclimáticas amplias que guardan una estrecha relación con los paisajes naturales y biológicamente significativos. Las mismas fueron desarrolladas utilizando el modelo de Holdridge, el cual utiliza datos de precipitación y biotemperatura para delimitar las zonas, las que luego se clasifican en base a: región latitudinal, faja altitudinal y provincia de humedad. [37]

Abreviaturas

ºC — Grados Celsius o grados centígrados

EE.UU. — Estados Unidos de América

ºF — Grados Fahrenheit

g/p/d — galones por persona por día

ha — hectáreas, una medida de área. Una hetárea es equivalente a 2.47 acres.

km — kilómetro

m — metro

Mgal/día — milliones de galones por día

mm — milímetros

pers. — personas

PR — Puerto Rico

UNESCO — United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization

USDA — United States Department of Agriculture