



El arbolado en ciudades y la protección de los recursos hídricos: preguntas y respuestas

**Solhanlle Bonilla-Duarte
Geraldá Díaz
Leonardo Cortés
Ulises Jáuregui-Haza**

El arbolado en ciudades y la protección de los recursos hídricos: preguntas y respuestas



El arbolado en ciudades y la protección de los recursos hídricos: preguntas y respuestas

Solhanlle Bonilla-Duarte
Geralda Díaz
Leonardo Cortés
Ulises Jáuregui-Haza

ISBN: 978-9945-9274-6-7

Gestor editorial:

Gali Monpue

Corrección de estilo:

María Carla Picón

Diagramación y cubierta:

Hermis Rodríguez Botier

Fotografías:

Leonardo Cortés

Mirel Volcán

Solhanlle Bonilla





Palabras del Fondo de Agua del Yaque del Norte

El Fondo Agua Yaque del Norte (FAYN) es una plataforma público-privada diseñada para canalizar recursos de inversión destinados a la preservación de los servicios ecosistémicos de provisión de agua en la cuenca del río Yaque del Norte, a los fines de aportar a la seguridad hídrica de la ciudad de Santiago. A fin de cumplir con este objetivo, el FAYN ejecuta un programa de educación ambiental a largo plazo, que tiene como propósito promover un cambio de actitud, reconocimiento y comprensión sobre el tema, que se transformen en acciones amigables con el entorno natural. Entre los proyectos aprobados en la convocatoria 2020 se encuentra “Servicios ecosistémicos y potencial de adaptación al cambio climático del arbolado urbano del municipio de Santiago de los Caballeros”.

Sus investigadores nos presentan este manual: *El arbolado en ciudades y la protección de los recursos hídricos: preguntas y respuestas*, que sin duda será una herramienta de gran utilidad para niñas, niños, jóvenes, educadores y población en general, que les permitirá comprender la importancia que tiene el arbolado en las ciudades, no solo por los servicios ecosistémicos que brindan, sino por su papel en la conservación del recurso hídrico de las urbes.

Los autores, en un lenguaje simple, pero de rigor, logran explicar el papel del arbolado en los ecosistemas urbanos, abordan las principales amenazas a la conservación de los ecosistemas y sus servicios en las ciudades, su interrelación con el recurso hídrico, los elementos a tener en cuenta para la selección de los árboles en las ciudades y el papel consciente de los ciudadanos en lograr una armonía entre la naturaleza y el hombre en su lugar de vida.

Recomendamos la lectura de este manual, que para muchos será un material de constante consulta y trabajo para lograr un crecimiento sostenible de nuestras ciudades.

M.Sc. Walkiria Estévez
Directora Ejecutiva
Fondo Agua Yaque del Norte





Un saludo de los autores

Las ciudades se han convertido en centros de aglomeración humana. Son una parte importante del planeta y, por tanto, de su salud depende la salud de la Tierra y de todos los que la habitamos. Muchas ciudades han nacido y crecido alrededor de los ríos, todas, de una u otra manera, forman parte de una cuenca hidrográfica. Por otra parte, no se concibe una ciudad sin árboles, arbustos, flores, ellos son los pulmones del planeta y de las ciudades. La armonía del agua y las plantas en las ciudades es esencial. Por ello, es importante conocer el papel del arbolado en las ciudades, su importancia en la conservación y protección de los recursos hídricos y de la vida de los ecosistemas urbanos.

El presente manual nace dentro del proyecto “Servicios ecosistémicos y potencial de adaptación al cambio climático del arbolado urbano del municipio de Santiago de los Caballeros”, auspiciado y financiado por el Fondo de Agua del Yaque del Norte y la Fundación Propagas. Su objetivo es ayudar a niñas, niños, jóvenes, maestros, profesores y a toda la población a aprender y entender mejor por qué hay que hacer crecer y proteger los árboles en las ciudades.

Hemos organizado el manual como un diálogo de preguntas y respuestas. Les explicamos qué son los ecosistemas; los servicios ecosistémicos; el arbolado y los bosques urbanos, su importancia; cuáles son los árboles más adecuados para las ciudades, priorizando los nativos o endémicos; la relación entre el arbolado y los recursos hídricos en las ciudades. Además, compartimos qué es **i-Tree**, una herramienta moderna para estudiar el arbolado y ayudar a mejorar la forestación de nuestras ciudades.

Esperamos que este material se convierta en una herramienta útil y una fuente de saber para ustedes, para vivir y crecer en una ciudad más bella, armónica y saludable. ¡Disfrútenlo!

Agradecimientos

Al Fondo de Agua del Yaque del Norte y la Fundación Propagas por el apoyo financiero al proyecto. Al INTEC y su grupo editorial por su aporte en la elaboración del presente manual.



CONTENIDO

1. ¿Qué es un ecosistema?.....	3
2. ¿Qué son los servicios ecosistémicos?	4
3. ¿Cómo se clasifican los servicios ecosistémicos?	5
4. ¿Cuáles son los servicios ecosistémicos del arbolado urbano?	6
5. ¿Tenemos ejemplos de los servicios ecosistémicos y sus funciones claves?	9
6. ¿Cuáles son las principales amenazas a la conservación de los ecosistemas y sus servicios?	10
7. ¿Cuál es la importancia de la conservación de los ecosistemas?	13
8. ¿Qué es el bosque urbano?.....	14
9. ¿Por qué es importante el arbolado urbano?	15
10. ¿Qué debemos tener en cuenta para la selección de los árboles en las ciudades?	16
11. ¿Qué papel juega el arbolado en las ciudades?	18
12. ¿Cómo se relacionan el arbolado y el cuidado de los recursos hídricos en las ciudades?.....	20
13. ¿Qué es i-Tree?	22
14. ¿Qué herramientas tiene i-Tree disponibles y para qué sirve cada una?	23
15. ¿Qué costo tienen las herramientas de i-Tree?	25
16. ¿Cuáles herramientas se pueden usar fuera de los EE. UU.?	26
17. ¿Existe alguna herramienta especialmente diseñada para niños?	27
18. ¿Cómo se configura un proyecto de i-Tree Eco?.....	28
19. ¿Qué requisitos mínimos exige el software?.....	28
20. ¿Cómo se hacen las mediciones con i-Tree Eco, tiempo?	29
21. ¿Qué instrumentos se necesitan?	31
22. ¿Cuántas personas por equipo?.....	32
23. ¿Cómo se hacen las mediciones con i-Tree Canopy?.....	33
24. ¿Se han realizado proyectos de i-Tree Eco en República Dominicana?	34
Referencias bibliográficas	35
Anexos	36



1 ¿Qué es un ecosistema?

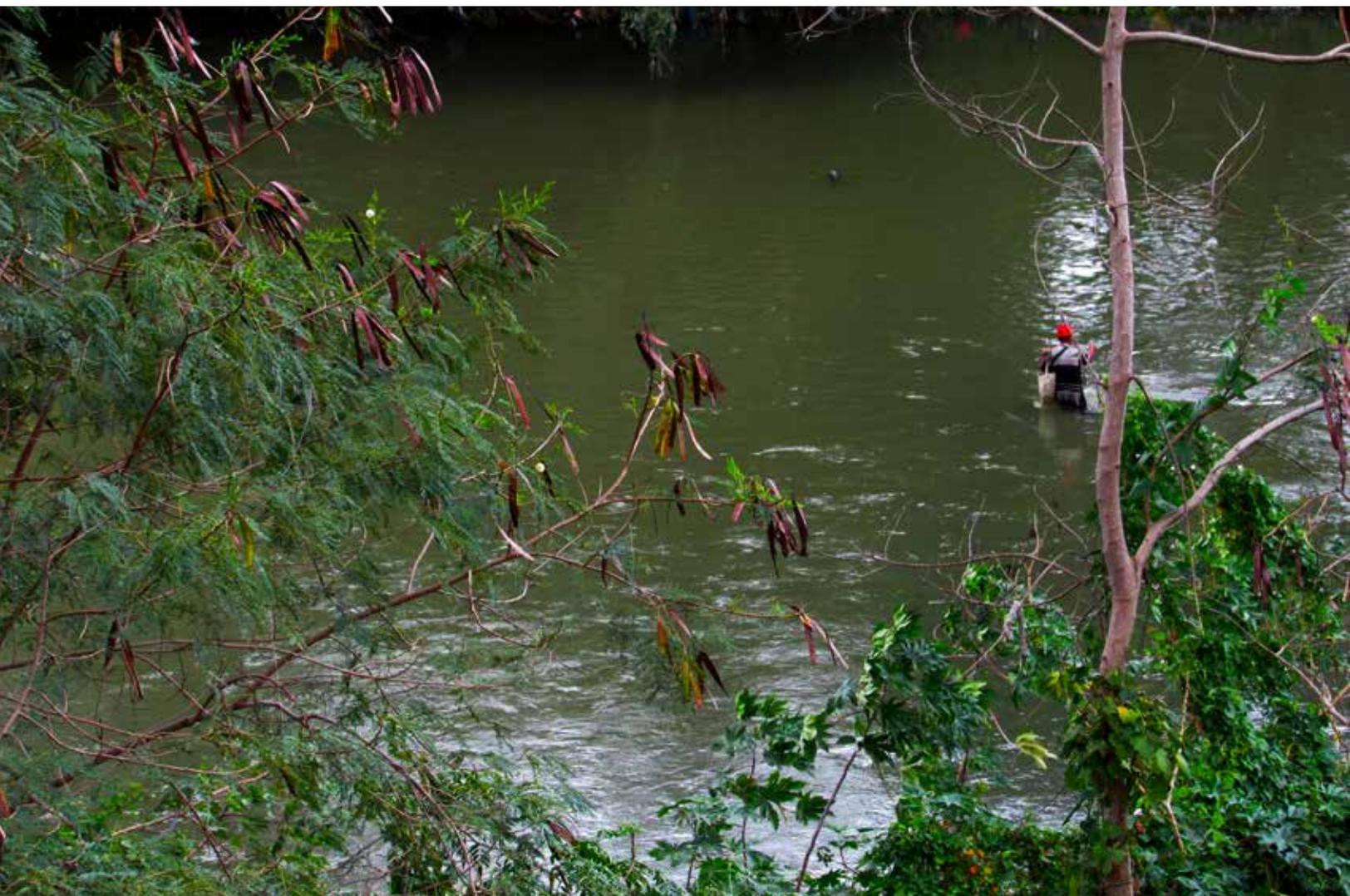
Un ecosistema se compone de una comunidad de organismos con su entorno físico y pueden ser de diferentes tamaños; los hay marinos y terrestres. En los ecosistemas, tanto la materia como la energía se conservan. La energía fluye a través del sistema, generalmente de luz a calor, y la materia se recicla. Los ecosistemas con mayor diversidad tienden a ser más estables, con mayor resistencia y resiliencia frente a las perturbaciones o eventos perjudiciales.

Por cierto, la palabra resiliencia, cuando la usamos con relación a los ecosistemas, se refiere a la capacidad de los mismos a sobreponerse a efectos adversos y adaptarse luego de experimentar alguna situación inusual e inesperada. Por tanto, indica la capacidad de los ecosistemas de volver a la normalidad por sí mismos.

Los ecosistemas resguardan la biodiversidad. Pero... ¿qué es la biodiversidad?, ¿por qué es importante conservarla?, ¿qué podemos hacer?

Mira el siguiente video:





2 ¿Qué son los servicios ecosistémicos?

Los servicios ecosistémicos son aquellos beneficios que un ecosistema aporta a la sociedad y que mejoran la salud, la economía y la calidad de vida de las personas. Son servicios que, como su nombre lo indica, resultan del propio funcionamiento de los ecosistemas.

Los servicios que recibimos de los ecosistemas mantienen directa o indirectamente nuestra calidad de vida. Estos tienen consecuencias en la prosperidad de la sociedad humana y no solo en su economía, sino también en la salud, las relaciones sociales, libertades o la seguridad.



3 ¿Cómo se clasifican los servicios ecosistémicos?

En el estudio “Evaluación de los Ecosistemas del Milenio” (2005) se clasifican en cuatro tipos de servicios:

- Los **servicios de provisión** son aquellos referidos a la cantidad de bienes o materias primas que un ecosistema ofrece, como la madera, el agua o los alimentos.
- Los **servicios de regulación** son aquellos que derivan de las funciones claves de los ecosistemas, que ayudan a reducir ciertos impactos locales y globales (por ejemplo, la regulación del clima y del ciclo del agua, el control de la erosión del suelo, la polinización...).
- Los **servicios culturales** son aquellos que están relacionados con el tiempo libre, el ocio o aspectos más generales de la cultura.
- Los **servicios de soporte**, como los procesos naturales del ecosistema, que garantizan buena parte de los anteriores.

Para que aprendas más, mira el siguiente video:



4 ¿Cuáles son los servicios ecosistémicos del arbolado urbano?

Los bosques urbanos facilitan el contacto diario de los ciudadanos con la naturaleza. Los residentes experimentan diariamente varios desafíos ambientales y socioeconómicos que pueden disminuir el bienestar humano y/o calidad de vida, tales como contaminación del aire, las islas de calor, escorrentía e inundaciones y contaminación por ruido. Entre los desafíos socioeconómico sobresalen estrés laboral, inequidad en el acceso a las zonas verdes y recreacionales, concentración de criminalidad, inseguridad alimentaria, la migración rural-urbano debido a conflictos y pobreza y la búsqueda de oportunidades laborales. En este contexto, el arbolado urbano, si está gestionado de manera adecuada, puede contribuir enormemente a la planificación, diseño y gestión de paisajes sostenibles y resilientes. Pueden también contribuir a que las ciudades se vuelvan:

- Más seguras –reduce la escorrentía del agua fluvial y las repercusiones causadas por el viento y las tormentas de arena, atenúa el efecto “isla de calor” y contribuye a la mitigación y adaptación al cambio climático;
- más agradables –ofrece lugares para el recreo y sedes para eventos sociales y espirituales, y mejora las condiciones meteorológicas extremas;
- más saludables –mejora la calidad del aire, ofrece zonas para el ejercicio físico y fomenta el bienestar psicológico;
- más ricas –ofrece oportunidades para la producción de alimentos, medicinas y madera y genera servicios ecosistémicos de gran valor económico;
- más diversas y atractivas –brinda experiencias naturales para los habitantes de las zonas urbanas y periurbanas, aumenta la biodiversidad, crea paisajes diversos y mantiene las tradiciones culturales.

Mira el siguiente video:







5 ¿Tenemos ejemplos de los servicios ecosistémicos y sus funciones claves?

Algunos ejemplos de servicios ecosistémicos son: producción de agua limpia, la formación de suelo, la regulación del clima por parte de los bosques, la polinización, etc. A pesar de que muchos de ellos nos puedan pasar por alto, es imprescindible conservar los servicios ecosistémicos porque sustentan nuestra salud, nuestra economía y nuestra calidad de vida. Cuando no somos capaces de conservarlos, su degradación conduce a perjuicios significativos en el bienestar humano. Un ejemplo de una función clave en los ecosistemas es la acumulación de biomasa vegetal gracias a la fotosíntesis de las plantas. El servicio ecosistémico que se deriva, mirado siempre desde una óptica humana, sería la captación de CO_2 atmosférico, que pasa a formar parte de las estructuras leñosas de las plantas, y disminuye el dióxido de carbono atmosférico, uno de los principales gases de efecto invernadero.

Otro ejemplo es una cuenca hidrográfica, mira el siguiente video:





6 ¿Cuáles son las principales amenazas a la conservación de los ecosistemas y sus servicios?

Los ecosistemas pueden sufrir cambios por alteraciones naturales y por la acción humana. En el caso de las alteraciones naturales, estas forman parte del equilibrio natural y los ecosistemas se recuperan restableciendo el equilibrio original o generando uno nuevo. Algunos ejemplos son las inundaciones, los deslizamientos de tierras (derrumbes), los hundimientos del terreno, incendios por rayos, las erupciones volcánicas, las sequías prolongadas y el debilitamiento o cambio de corrientes marinas (fenómeno de El Niño), entre otras causas. Estas alteraciones no suelen ser prolongadas y los ecosistemas se recuperan o establecen un nuevo equilibrio.

En lo que se refiere a las alteraciones humanas son más peligrosas y, si se prolongan por mucho tiempo y en grandes extensiones, generalmente son irreversibles por la extinción de especies que se ha producido y por la alteración del ambiente.

De acuerdo con la Evaluación de Ecosistemas del Milenio, existen impulsores directos e indirectos de cambios en los ecosistemas. Los impulsores indirectos de cambios en los ecosistemas son:

- **Factores demográficos**
- **Factores económicos**
- **Factores sociopolíticos**
- **Ciencia y tecnología**
- **Factores culturales y religiosos**

Los impulsores directos de cambios en los ecosistemas son:

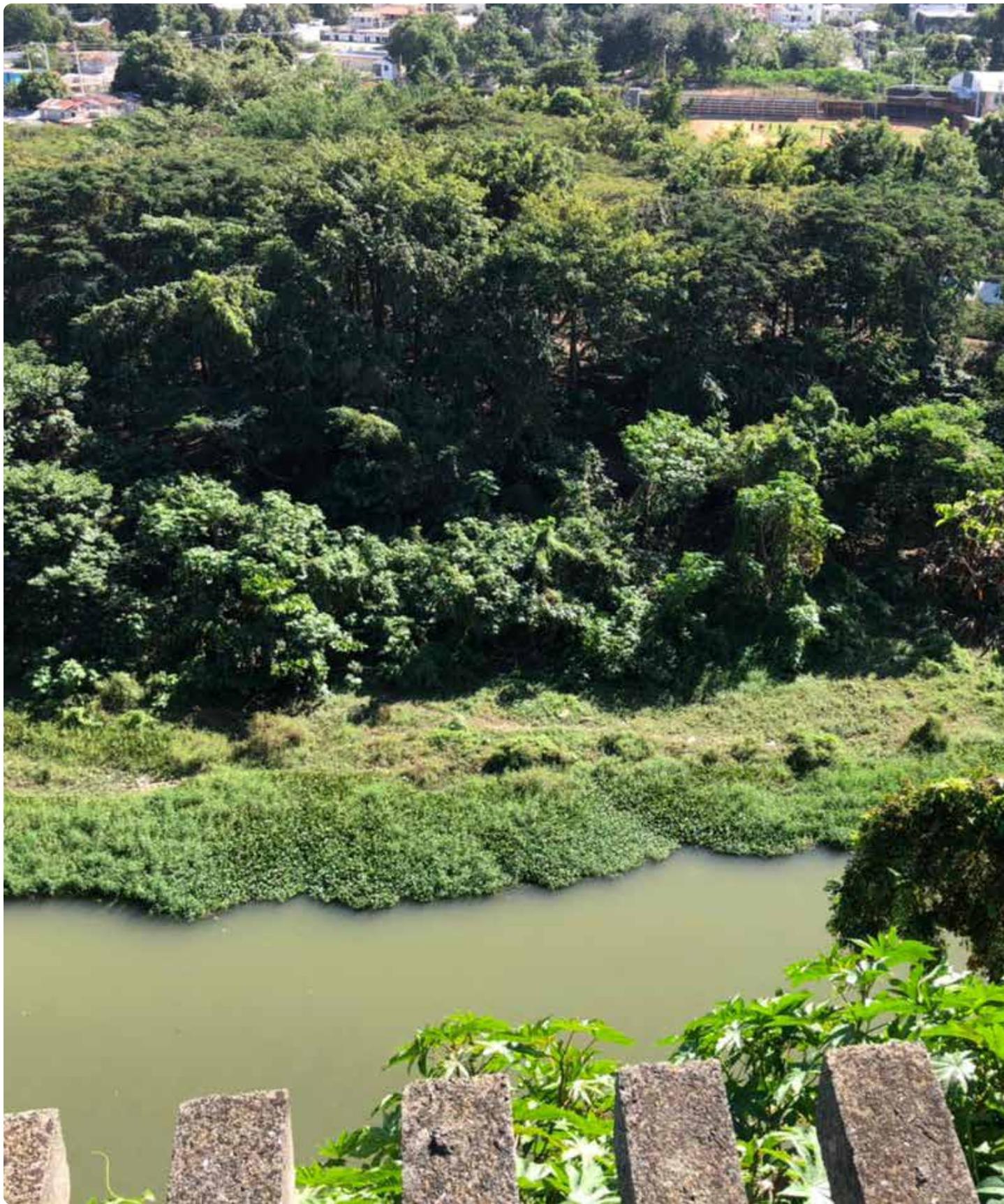
- **Cambios en el uso del suelo**
- **Introducción de especies invasoras**
- **Uso de tecnologías**
- **Insumos externos**
- **Consumo intensivo de servicios**
- **Cambio climático**

“La evaluación de ecosistemas del milenio” analiza escenarios para manejo de los impulsores directos e indirectos de cambios. Cada país necesita establecer estrategias y actuaciones tendentes a manejar de la mejor manera los impulsores de cambios y lograr la conservación y uso sostenible de los recursos para garantizar el flujo de los servicios ecosistémicos.

El cambio climático es uno de los principales impulsores de cambios en los ecosistemas, lo que tiene repercusiones importantes en los servicios ecosistémicos de la biodiversidad. Estos cambios en los ecosistemas afectan el bienestar humano desde múltiples perspectivas. En la región de América Latina y el Caribe, el cambio climático desencadena impactos que afectan las funciones de los ecosistemas asociados a sus medios de vida.

Mira a continuación el siguiente video:







7 ¿Cuál es la importancia de la conservación de los ecosistemas?

Los ecosistemas son multifuncionales y proveen a la sociedad de un amplio rango de servicios vitales. Una gestión eficaz requiere de una información de base sobre el papel de cada ecosistema en la producción de los múltiples servicios, que pueda ser útil a los gestores y políticos en la toma de decisiones de cara a la ordenación del territorio.

Los ecosistemas constituyen un capital natural que es necesario conservar para disponer de servicios como la regulación del clima, fijación de carbono, fertilidad del suelo, polinización, filtración de contaminantes, provisión de agua limpia, control de las inundaciones, recreación y valores estéticos y espirituales (Daily, 1997). ¡Es fundamental conservar los ecosistemas!

Mira el video en el siguiente enlace:





8 ¿Qué es el bosque urbano?

Los bosques urbanos se pueden definir como redes o sistemas que comprenden todos los arbolados (rodales), grupos de árboles y árboles individuales ubicados en las áreas urbanas y periurbanas; por tanto, se incluyen bosques, árboles en las calles, árboles en los parques y jardines y árboles en las esquinas de las calles. Los bosques urbanos son la espina dorsal de la infraestructura verde, que conecta las áreas urbanas a las rurales y mejora la huella ambiental de las ciudades.

9 ¿Por qué es importante el arbolado urbano?

El arbolado urbano hay que concebirlo como una necesidad en el ecosistema de las ciudades construidas por el ser humano cuando dejó de ser nómada y se convirtió en sedentario.

Una ciudad implicaría construir casas, edificios, muros y un área geográfica definida. Las primeras ciudades nacieron en los valles regados por los grandes ríos, como fueron el Tigris y el Éufrates en Mesopotamia, el Indo en la India, el Nilo en Egipto, el Ozama en Santo Domingo, el Yaque de Norte en Santiago de los Caballeros, por citar algunos.

El árbol ha sido venerado por diferentes culturas ancestrales. Su valoración ha sido una práctica a nivel universal en las ciudades antiguas. Entre las plantas sagradas se citan el tamarindo para los egipcios, el roble para los griegos, el fresno en los pueblos nórdicos, el álamo en la India, la ceiba entre los mayas. Para los antiguos pueblos el árbol representaba el eje sagrado ubicado en el centro del mundo, la conexión entre la profundidad de la tierra y el cielo. Así, se hablaba del árbol de la sabiduría del árbol del mundo del árbol del bien y del mal y del árbol navidad.

En la actualidad, este concepto sagrado se ha perdido y el árbol es valorado por sus beneficios ambientales y por su aporte estético. El verde de los árboles ha pasado a ser un factor que conecta a los pobladores con la naturaleza, hay una conexión emocional dirigida en contra del estrés, el cansancio, el ruido, los edificios y demás componentes de una ciudad moderna.

El arbolado en la ciudad representa un componente importante de su estructura, ya que proporciona un conjunto de servicios ecosistémicos, como se mencionó anteriormente, que le dan un valor económico, estético, social y cultural a la ciudad. El medio ambiente ejerce una influencia triple en la persona: como medio natural, como medio social y como medio cultural-histórico. En ese orden, el arbolado urbano genera múltiples beneficios, además interactúa con el entorno construido como lo hace en su ambiente natural.

El arbolado ofrece sostenibilidad al ambiente urbano, lo cual se refiere a la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social.



10 ¿Qué debemos tener en cuenta para la selección de los árboles en las ciudades?

Al momento de seleccionar los árboles para sembrarlos en la ciudad es importante tomar en cuenta las alturas, la forma de la copa, el grosor y longitud de las raíces, si estas tienen tendencia a salir hacia la superficie del suelo, el espacio disponible para la siembra. Árboles como el flamboyán, el laurel y la acacia no deben sembrarse cerca de los edificios por la forma de la copa. En ese sentido, se recomienda la siembra de árboles endémicos y nativos del país. Citando a García, Mejía y Jiménez (1997) en su libro *Importancia de las plantas nativas y endémicas en reforestación*, se presenta la tabla 1, una lista de árboles recomendados para formar el arbolado de la ciudad.



Tabla 1. Árboles recomendados para las ciudades

Nombre común	Nombre científico	Distribución natural
Aceituno	Simarouba berteriana	Endémico
Caoba	Swietenia mahogany	Nativa
Avellano o capacito	Cordia sebestena	Nativo
Caimito	Chrysophyllum cainito	Nativo
Cotoperi	Melicoccus jimenezii	Endémica
Mara	Calophyllum calaba	Nativa
Uva de playa	Coccoloba uvifera	Nativa
Arrayán o escobón	Eugenia monticola	Nativa
Caimoní	Wallenia laurifolia	Nativa
Guayacán	Guaiacum officinale	Nativo
Roble	Catalpa longissima	Nativo
Palma real	Roystonea hispaniolana	Endémica
Nogal o Nuez	Juglans jamaicensis	Nativa
Frijolito	Capparis cynophallophora L.	Nativa

El nogal se recomienda para la reforestación de las cuencas hidrográficas del país. Su madera es usada en ebanistería y sus semillas son comestible. Crece en bosque húmedos a elevaciones que van desde 400 a 2000 m, se encuentra en las márgenes de los ríos, arroyos y cañadas.

El aceituno crece hasta 15 m de altura, hojas compuestas, lanceoladas, flores colgantes, de color amarillo-verdoso. Crece en zonas áridas y semiáridas, desarrolla abundante follaje y resiste los fuerte vientos. Es recomendada para arborizar plazas, calles y carreteras.

La caoba es un árbol de 15 m de altura, con hojas compuestas, lanceoladas, flores en panículas, pétalos blancos. Su madera es preciosa y usada en ebanistería. Esta planta desarrollo abundante follaje aportando sombra y belleza ornamental. Indicada para los parques y avenidas.

La mara es un árbol de 30 m de altura, hojas oblonga-elíptica. Las flores son blancas, el fruto es una drupa globosa y semilla redonda. Crece en bosque húmedos. Se desarrolla en las márgenes de los ríos y arroyos. Su follaje es abundante por lo que es usado para sombra.

11 ¿Qué papel juega el arbolado en las ciudades?

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un mínimo de 10 y 15 m² de espacio verde por habitante en las grandes concentraciones urbanas, para vivir en un entorno saludable deben contar con aproximadamente un árbol por cada tres habitantes para gozar de un aire de mejor calidad.

Se considera que el aire limpio es un requisito básico de la salud y el bienestar humanos. Sin embargo, su contaminación sigue representando una amenaza importante para la salud en todo el mundo. Según una evaluación de la OMS (2002), de la carga de enfermedad debida a la contaminación del aire, son más de dos millones las muertes prematuras que se pueden atribuir cada año a los efectos de la contaminación del aire en espacios

abiertos urbanos y en espacios cerrados (producida por la quema de combustibles sólidos). Más de la mitad de esta carga de enfermedad recae en las poblaciones de los países en desarrollo.

La Organización de las Naciones Unidas realiza un *ranking* de las ciudades más sostenibles del mundo y establece que Londres y Estocolmo se encuentran entre las más sostenibles a nivel mundial debido a su capa verde de árboles. Teniendo en cuenta que las proyecciones para el 2040 del incremento de la temperatura sería de 0.9 grados, es una prioridad para que las ciudades den un giro hacia la sostenibilidad, aspecto que debe incluir el transporte alternativo, uso de energía de fuentes renovables, economía circular, así como la siembra correcta de árboles que mitiguen los efectos del cambio climático.

Originalmente, el papel de los árboles en las ciudades estuvo centrado en lo estético y ornamental. No obstante, en la actualidad los árboles se consideran como elementos que presentan múltiples beneficios, entre ellos: aportan



oxígeno, absorben dióxido de carbono, sirven de hábitat para las aves, disminuyen la temperatura de las ciudades y regulan la precipitación. Se recomienda sembrar especies nativas o endémicas y evitar la introducción de árboles exóticos, ya que pueden perjudicar a otras especies de plantas y animales y romper el equilibrio del ecosistema urbano. Además, se debe tomar en cuenta el tipo de raíz, el tamaño de los árboles, el origen y si la especie produce frutos. Además, su follaje es significativo por la belleza que exhibe.

Un problema que se observa en muchas ciudades es que carecen de armonía y unidad, pues no hay un ordenamiento de las plantas al momento de sembrarlas, lo cual provoca poco valor estético a la ciudad.

Las ventajas estéticas que aportan los árboles se pueden apreciar en las calles que han sido diseñadas integrándolos, que aportan color y textura del follaje. Las hileras ofrecen un sentido agradable de orden y dan fuerte identidad a las vías.

Los beneficios ambientales que ofrecen las plantas se pueden apreciar en la calidad del aire, ya que los árboles capturan con sus hojas partículas de polvo, humo, polen y contaminantes gaseosos como el dióxido de carbono y el monóxido de carbono, lo cual favorece la salud humana. Además, reducen la radiación solar y evita el calentamiento de la atmósfera; regulan y actúan sobre el clima, ya que incrementan la humedad del ambiente y disminuyen la temperatura en verano y la aumentan en invierno. Purifican el agua que se filtra por el suelo, pues sus raíces actúan como descontaminantes, reteniendo nutrientes y agentes patógenos.

Los árboles actúan como casa de aves y mariposas que dan belleza y alegría a la ciudad con sus colores y cantos. Además, hay que resaltar los beneficios sociales y psicológicos que aportan los árboles. Debajo de su follaje las personas socializan, juegan y leen, lo cual influye en su estado emocional, en la salud y en su bienestar.



12 ¿Cómo se relacionan el arbolado y el cuidado de los recursos hídricos en las ciudades?

Para garantizar un uso eficiente del recurso agua, la República Dominicana ha asumido compromisos nacionales con la gestión del preciado líquido. De los compromisos a largo plazo con el recurso agua, el país se enfocará en los aspectos más relevantes de los Objetivos del Desarrollo Sostenible y la Estrategia Nacional de Desarrollo. De los objetivos de Desarrollo Sostenible se incorpora el objetivo 6: Agua limpia y saneamiento, “Garantizar la disponibilidad universal de agua libre de impurezas”. En relación con la Estrategia Nacional de Desarrollo, el eje 4 tiene como objetivo específico gestionar el recurso agua de manera eficiente y sostenible, cuya línea de acción vinculada con este proyecto es educar a la población en la conservación y consumo sostenible del recurso agua.

La educación debe estar orientada a que los ciudadanos adquieran conocimientos sobre el recurso agua, los cuerpos de agua, sus características, usos, servicios ecosistémicos, la contaminación del agua y su conservación. Además, conocer el papel de los árboles y el cuidado del agua en las ciudades.

Varias funciones realizan los bosques con relación al agua: filtran y limpian el agua; amortiguan las lluvias fuertes que erosionan los suelos; contribuyen a minimizar la evaporación, haciendo que los suelos sean más fértiles y productivos; y mantienen en su lugar los manantiales de los ríos. Los árboles ayudan a que el agua se absorba más fácil en la tierra para recargar las fuentes subterráneas. Asimismo, al borde de las cuencas hidrográficas, los árboles contribuyen a mantener el caudal de los ríos, porque hay baja evaporación, además, retienen sólidos disueltos durante los períodos de lluvia y evitan que los cuerpos de agua se sequen.

La sequía de los ríos y el exceso de uso de agua subterránea en las ciudades genera, a corto y largo plazo, escasez de agua en las ciudades porque hay una demanda mayor del recurso. La forma de frenar este problema es reforestar, en áreas de descarga, proteger los bosques y tratar las aguas residuales antes de verterlas en arroyos, cañadas y ríos.

La ausencia de árboles en las ciudades y en los bordes de las cuencas hidrográficas afecta el ciclo del agua. Esta problemática se puede resolver asumiendo un plan de reforestación urbana.



13 ¿Qué es i-Tree?

i-Tree es un conjunto de aplicaciones diseñadas para conocer, medir y calcular las características y beneficios del arbolado urbano. Su inicio se remonta al 2006, cuando luego de varios años de investigación y validación de la metodología sale la primera versión, que desde el inicio ha sido de libre acceso, pero diseñada para climas templados.

i-Tree se desarrolló por el Servicio Forestal de los Estados Unidos (USFS, siglas en inglés) en conjunto con Davey Tree Expert Company, National Arbor Day Foundation, Society of Municipal Arborists, International Society of Arboriculture, Casey Trees y SUNY College of Environmental Science and Forestry. Estas organizaciones han construido durante años un proyecto multiplataforma que agrupa un conjunto de softwares de investigación y planificación diseñados para la gestión y el manejo adecuado de la vegetación en las ciudades, centrado en estudiar y cuantificar los servicios ecosistémicos que proveen los árboles.

Luego de la primera versión el proyecto ha desarrollado nuevas aplicaciones, mientras se han ido mejorando las actuales al incluir nuevos análisis e integrar bases de datos de especies de todo el mundo. Entre las mejoras de las últimas versiones está la adaptación de la herramienta a climas tropicales, lo que permite su uso en casi cualquier país.

Actualmente contiene seis softwares principales, especializados en diferentes usos. Algunos requieren una interfaz que debe instalarse en una computadora y otras son aplicaciones que funcionan a través de la web.



Todas las aplicaciones son gratuitas y están especialmente diseñadas para analizar la interacción de la vegetación en entornos urbanos.

i-Tree puede definirse como una gran calculadora ambiental que relaciona la vegetación en un área de estudio definida con variables de contaminación, meteorológicas, de energía e incluso plagas, determinando la interacción de los árboles con el medio. El software permite llevar a cabo análisis a diferentes escalas, ya que la información se obtiene directamente de los individuos (árboles) y puede ir agregándose para conocer la condición de calles, parques, áreas verdes, sectores e incluso ciudades. Esto crea una línea base (de servicios y costos) que puede ser utilizada por los tomadores de decisiones para la planificación y gestión de los espacios públicos.

14 ¿Qué herramientas tiene i-Tree disponibles y para qué sirve cada una?

Como se dijo anteriormente, son seis las principales herramientas y todas están disponibles (tabla 2), pero solo dos pueden aplicarse con precisión fuera del territorio estadounidense debido a que no se han integrado variables de otras zonas. El nombre de todas las herramientas tiene como prefijo i-Tree.



Tabla 2. Herramientas disponibles de i-Tree

i-Tree	Uso
MyTree ¹	Permite evaluar fácilmente el valor de uno o varios árboles en zonas de estudio pequeñas (patios, jardines, aceras).
Landscape ¹	Permite priorizar las mejores áreas para la plantación de árboles integrando variables demográficas.
Design ¹	Análisis a nivel de parcela de los beneficios actuales y futuros de los árboles.
Canopy	Permite estimar los beneficios de los árboles con base en su copa utilizando imágenes satelitales, y también permite clasificar la cobertura del suelo.
Eco	Cuantifica la estructura, las amenazas, los beneficios y los valores que proporcionan las poblaciones forestales a nivel mundial
Hydro ¹	Cuantifica los efectos del dosel de los árboles y de la cubierta impermeable en la cantidad y calidad del agua.

Otras herramientas disponibles, bases de datos y complementos de investigación que ofrece i-Tree son:

- i-Tree County: aprenda rápidamente los numerosos beneficios que ofrecen los árboles dentro de un condado.
- i-Tree Projects: comparte los resultados y datos de las evaluaciones ecológicas de i-Tree. Versión beta.
- i-Tree Species: determine las mejores especies que cumplan con los beneficios deseados.
- i-Tree Planting: estime los beneficios a largo plazo para un proyecto de arborización.
- i-Tree Harvest: estime la cantidad de carbono almacenado en la madera recolectada.
- i-Tree Glossary: aprenda las definiciones de los términos y acrónimos utilizados en las herramientas de i-Tree y otros materiales relacionados.
- i-Tree Database: base de datos de consulta sobre las especies arbóreas y los datos de ubicación utilizados por i-Tree Tools (principalmente Eco). Además, permite

¹ Este territorio estadounidense, debido a que cuentan con variables específicas para estas zonas. Estos softwares son aplicaciones de escritorio, las demás son aplicaciones en la web (ver: <https://www.itree-tools.org/home-es/itree-tools-download-es>).

- i-Tree Pest: establecer un protocolo aceptado y moderno para la detección y monitoreo de plagas urbanas.
- i-Tree Research Suite: ofrece una serie de modelos ambientales validados académicamente por expertos. Esta *suite* no viene con ninguna interfaz (ni PC, ni web) y casi todos los modelos deben procesarse desde la línea de comandos.
- Además, i-Tree cuenta con una calculadora que estima el número de árboles (con base en su valor monetario) que se requieren para compensar una especie sana de cualquier tamaño que será sustituida. (*Tree Compensation Calculator*)

15 ¿Qué costo tienen las herramientas de i-Tree?

Todas las plataformas son GRATUITAS y de LIBRE ACCESO, solo debe contarse con una computadora y acceso a internet. Aunque la mayoría están diseñadas específicamente para ciudades de Estados Unidos, algunas permiten hacer análisis de otras zonas, a pesar de que los resultados no son confiables debido al uso de parámetros muy locales.



16 ¿Cuáles herramientas se pueden usar fuera de los EE.UU.?

Los cálculos de servicios ecosistémicos integran, entre otras, variables meteorológicas y de contaminación en formato horario con al menos un año de data continua para poder realizar las estimaciones. Cualquier usuario puede suministrarlos siempre y cuando estén en el formato requerido, por lo que, si una ciudad cuenta con datos a este nivel de detalle, estos pueden alimentar la base de datos de i-Tree.

Por este motivo, solo i-Tree Eco y Canopy puede utilizarse en cualquier parte del mundo, siempre teniendo en cuenta que muchas de las variables de reducción del costo de la energía o el valor económico de las especies están basados en parámetros promedio de Estados Unidos.

Actualmente, i-Tree Eco cuenta con una mayor base de datos e integra variables de zonas tropicales, por lo que las estimaciones y cálculos se han mejorado en la versión 6.1. Cabe destacar que en Latinoamérica se ha realizado un gran esfuerzo para mejorar la base de datos de las especies tropicales.

Desde Puerto Rico se inició el proceso de adaptación de la herramienta y se ha continuado con el desarrollo de varios proyectos que han consolidado importantes comunidades de usuarios de i-Tree en México, Colombia, Brasil, Chile y Argentina, que por medio de los levantamientos han ido enriqueciendo y mejorado las variables de otras especies de árboles diferentes a la de los bosques templados.

La mayoría de las ciudades dominicanas cuentan con información meteorológica disponible en la plataforma, pero aún no se tienen datos de calidad del aire en el formato requerido, por lo que para las estimaciones de reducción de contaminantes se usan variables promedio de otras ciudades.

17 ¿Existe alguna herramienta especialmente diseñada para niños?

Sí. i-Tree desarrolló una serie de recursos pedagógicos para niños llamado: i-Tree Recursos para la enseñanza (*i-Tree teaching resources*) que fomenta la divulgación científica y se ajusta al proceso de enseñanza de asignaturas como biología y matemática. Esta herramienta pone en práctica aprendizajes sobre silvicultura y dasonomía con un lenguaje sencillo y amigable, que a la vez despierta el sentido de pertenencia de los estudiantes hacia los árboles, la naturaleza y su comunidad.

Aunque las aplicaciones están diseñadas para territorio estadounidense sus materiales y algunas prácticas pueden adaptarse a otras realidades, pero sin olvidar que su enseñanza debe ser de forma práctica y fuera de las aulas, ya que los niños se estimulan con nuevas experiencias y en entornos divertidos, lo que facilita la retención y el aprendizaje de los contenidos.

Véase:



18 ¿Cómo se configura un proyecto de i-Tree Eco?

i-Tree Eco es un software con una interfaz que debe instalarse en una computadora o laptop. Este software sirve para estimar los servicios ecosistémicos que genera el arbolado en un área de estudio determinada.

i-Tree Eco se centra en dos tipos de análisis distintos: inventario o muestreo completamente al azar. El primero permite evaluar todos los árboles del área de estudio, y el segundo se basa en el análisis de los árboles que hay dentro de parcelas de 11.33 metros de diámetro arrojadas aleatoriamente sobre el área de estudio.

Todas las configuraciones se realizan en el software donde se delimita el área de estudio, se seleccionan los parámetros utilizados para hacer los cálculos (variables meteorológicas y de contaminación) y se definen las variables que se van a levantar en el campo.

En ambos casos, las mediciones se realizan en el terreno evaluando la condición y estructura de cada uno de los individuos e identificando las especies. El levantamiento se divide en dos fases: el levantamiento de la información general de cada parcela donde se toman datos generales y algunas medidas de referencia que permiten replicar la investigación, y la segunda fase, que corresponde al levantamiento de los árboles utilizando los instrumentos de dasimetría. Los inventarios solo requieren el levantamiento de la segunda fase. Para más detalle véase el anexo 1.

19 ¿Qué requisitos mínimos exige el software?

- **Hardware:** Procesador a 1,6 GHz o superior, 1024 MB de RAM disponible, disco duro con al menos 3 GB de espacio libre.
- **Software:** Sistema operativo Windows 7 o superior, .NET Framework 4.0 o superior, Motor de base de datos Microsoft Access 2010 o más reciente. Los usuarios de MAC deben tener un sistema de arranque dual, ya que no es compatible.



20 ¿Cómo se hacen las mediciones con i-Tree Eco, tiempo?

Luego de definido el proyecto se debe planificar y establecer una ruta que haga eficiente el levantamiento de las evaluaciones. En el caso de un inventario lo ideal es iniciar en una esquina del área de estudio e ir peinando todos los árboles en una dirección fija y luego de llegar al otro vértice se regresa peinando el área contigua hasta levantar todos los árboles.

En el caso de un muestreo completamente al azar se clasifican las parcelas por el porcentaje de árboles que se observan desde la imagen satelital, y en el terreno se inicia con las más densamente pobladas, dejando para el final las que cuentan con menos árboles; se asignan de forma equitativa por su nivel de dificultad a los equipos que irán al campo a levantar la información. Es importante tener precargados los puntos en un GPS o en el celular para facilitar su ubicación y análisis.

El tiempo depende de la habilidad de los evaluadores, la dificultad del acceso, el número de parcelas y la cantidad de árboles que tenga cada una. En una parcela sin árboles se toma por lo regular entre 15-30 minutos para levantar la información.

Información general:

Primero se identifica el centro de la parcela y se procede a seleccionar dos o más objetos de referencia, que pueden estar tanto dentro como fuera de la circunferencia, tomándoles una foto, su dirección y distancia desde el centro. Estos deben ser inamovibles, lo que permite que se pueda replicar la investigación.

Luego se miden los 11.33 metros desde el centro de la parcela para delimitar la circunferencia. En cada punto cardinal se debe colocar un banderín, lo que ayuda a ver el área de la parcela en el terreno, esto permite calcular la cobertura del suelo y otros porcentajes. Se deben tomar fotos desde el centro de la parcela hasta cada punto cardinal y viceversa.

Planilla de árboles:

Los árboles se enumeran desde el centro, empezando por el norte franco a los 0° y se les asigna un número hacia las manecillas del reloj, esto facilita su levantamiento en zonas de mucha densidad. Cada árbol debe tener una foto y ser identificado con su género y especie.

En caso de no ser identificado se deben tomar fotos detalladas de las hojas, tronco, frutos y flores y de ser posible tomar una muestra para llevar al herbario más cercano. A cada árbol se le miden una serie de variables, entre otras, su diámetro a la altura de pecho, su altura, el ancho de su copa y se calcula la condición de su copa, además de la interacción con las edificaciones que se encuentren a menos de 15 m, solo si el árbol supera los 5 m de altura. Es importante registrar las coordenadas decimales de cada individuo con un GPS.



21 ¿Qué instrumentos se necesitan?

- Hipsómetro
- Cinta diamétrica
- Cinta métrica
- Brújula
- GPS
- Cámara
- Hojas de datos
- Lápices
- Baterías AA extra
- Banderines
- Cinta biodegradable
- Guía de especies



Cinta métrica



Cinta diamétrica



Hipsómetro



Clinómetro



GPS



22 ¿Cuántas personas por equipo?

Como mínimo se requieren tres personas por equipo, lo que permite realizar las mediciones de forma eficiente si se reparten las labores adecuadamente según las habilidades de cada integrante. Aunque el máximo no está definido se ha determinado que más de cinco personas por equipo hace que las labores se ralenticen, que el trabajo se concentre en unos pocos y se pierda eficiencia.



23 ¿Cómo se hacen las mediciones con i-Tree Canopy?

i-Tree Canopy es una plataforma web diseñada para evaluar el uso y cobertura del suelo, además de estimar los servicios ecosistémicos que brinda el arbolado en un área determinada.

Primero se debe digitalizar el área de estudio o si se cuenta con un *shapefile*, la plataforma permite cargarlo. El usuario debe definir las categorías de cobertura del suelo a muestrear, aunque se pueden seleccionar las seis predeterminadas. La única esencial es la categoría “árbol/tree”, ya que con este porcentaje se realiza el cálculo de los servicios ecosistémicos. Las variables de energía, contaminación y escorrentía también pueden seleccionarse según la necesidad del usuario y debe escogerse entre una zona urbana o rural.

El software se encarga de arrojar puntos sobre la imagen satelital de forma aleatoria y el usuario evalúa y clasifica la cobertura del suelo a la que cada punto analizado corresponde por medio de la fotointerpretación de la imagen satelital más actualizada posible del servicio de Google. Por esta razón, la precisión de los resultados depende de la cantidad de puntos muestreados y de la capacidad del usuario para interpretar la cobertura del suelo en los puntos observados.

Cada vez que se identifica la cobertura del suelo de un punto las categorías definidas por el usuario van reduciendo su error estándar. La cantidad de puntos dependerá del tamaño del área de estudio y el nivel de confianza que se busque, a una mayor cantidad de puntos muestreados más preciso será el análisis. Una vez el error estándar queda por debajo de ± 5 , en todas las categorías, se puede proceder a la generación del reporte automatizado. Para más detalle véase el anexo 2.

24 ¿Se han realizado proyectos de i-Tree Eco en República Dominicana?

Se han realizado más de 18 proyectos de parques, sectores, campus universitarios y una ciudad: el Distrito Nacional. En Santiago de los Caballeros se aplicó la metodología i-Tree Eco en el Parque Central de Santiago y actualmente está en proceso el proyecto del casco urbano de la ciudad, empezando por la cuenca del río Yaque del Norte con el proyecto SEASC.



**En el siguiente
enlace se pueden
ver algunos de
los reportes
elaborados
localmente:**



Referencias bibliográficas

- Costanza, R. (2008) Ecosystem services: multiple classification systems are needed. *Biological Conservation*, 141, 350–352.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M. & Hannon B. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.
- Daily, G. C. (ed.). (1997). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington, DC: Island Press.
- De Groot, R. S., Wilson, M. A. & Boumans, R. M. J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological*.
- Del Cid, M. (2019). La ceiba de Santiago, ¿La más grande de República Dominicana? *Economics*, 41, 393–408. Disponible en: <https://www.diariolibre.com/actualidad/medioambiente/la-ceiba-de-santiago-la-mas-grande-de-republica-dominicana-EO13484572>
- García, R. Mejía, M. y Jiménez, F. (1997). Importancia de las plantas nativas y endémicas en la reforestación. Santo Domingo, República Dominicana: Editora Corripio.
- Mejía Jervis, T. (2020). Primeras Ciudades: Cómo Surgieron, Dónde y Cuáles Fueron. *Lifeder*. Recuperado de <https://www.lifeder.com/primeras-ciudades/>.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Washington, DC. *World Resources Institute*, 82.
- Organización Mundial de la Salud. (2002.). *Informe sobre la salud en el mundo. Reducir los riesgos y promover una vida sana*. Ginebra.
- Rodríguez, M. (2019). Riqueza botánica del Gran Santo Domingo. *El Caribe*. Disponible en <https://www.elcaribe.com.do/gente/cultura/riqueza-botanica-del-gran-santo-domingo/>
- Szabo, M. (2010). Árboles de Santo Domingo. Disponible en [http://www.adn.gob.do/joomlatools-files/docman-files/Arboles%20de%20Santo%20Domingo%20INTEC%20JICA%20ADN%202010%20AR\(2\).pdf](http://www.adn.gob.do/joomlatools-files/docman-files/Arboles%20de%20Santo%20Domingo%20INTEC%20JICA%20ADN%202010%20AR(2).pdf)

Anexos

Anexo 1. Configuración de un proyecto i-Tree

Como primer paso debes verificar que tu computadora cumpla con los requisitos mínimos para su instalación. Luego, debes descargar el instalador en este enlace: <https://www.itreetools.org/home-es/i-tree-tools-download-es>. Después de descargar el programa debes ejecutar el archivo que te irá guiando por el proceso de instalación. Una vez instalado y abierto i-Tree Eco los pasos para crear y configurar un proyecto son²:

1. En la parte superior en la pestaña “File” elige la opción: “New Project”, a continuación, aparece una pestaña donde se elige entre “Complete Inventory” o un inventario (si se busca levantar todos y cada uno de los árboles del área de estudio) o “Plot Sample”, que es un muestreo completamente al azar (en este se arrojan parcelas al azar en el área de estudio y solo se levantan los árboles ubicados dentro de estas). Luego de elegir la opción deseada se da clic en “ok”. Automáticamente aparece un directorio de carpeta donde el usuario deberá seleccionar la ubicación dentro de su computadora donde se guardará el proyecto. Debes colocar un nombre a tu proyecto y dar clic a “save” o “guardar”. (en este ejemplo se seleccionó un muestreo completamente al azar).

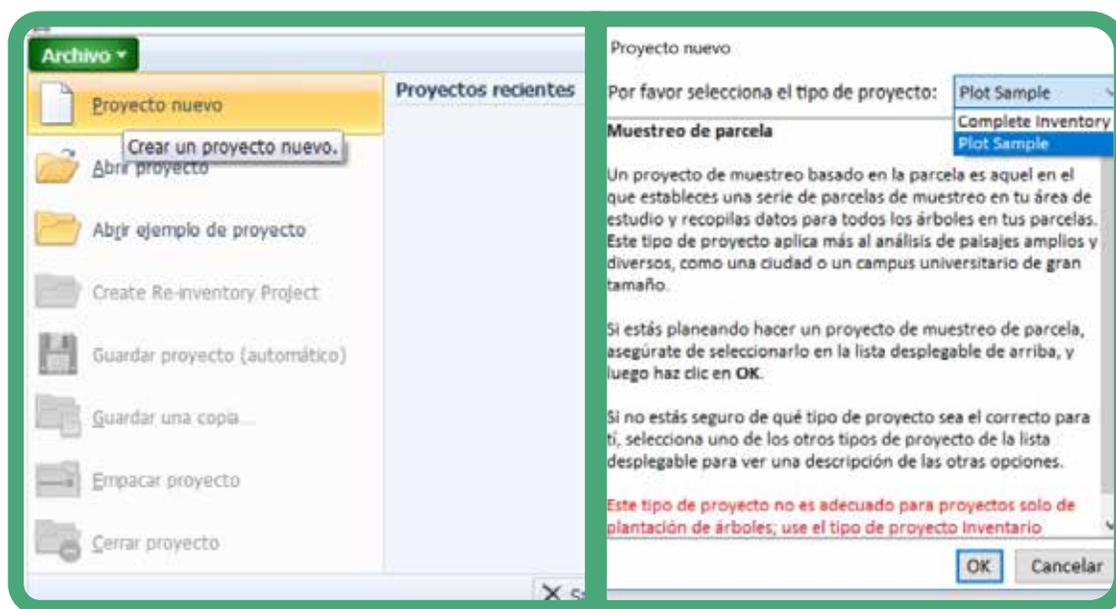


Figura A.1. Selección de carpetas

² El idioma del software estará relacionado al idioma de configuración de la PC.

2. A continuación, iniciarás la configuración del proyecto. En la primera pestaña “Project Settings” tienes tres (3) casillas. La primera casilla “Project name” se refiere al nombre del proyecto (este nombre aparecerá en el reporte final que genera el software), la segunda casilla “Series name” se utiliza cuando este es un subproyecto de otro para poder diferenciarlo del general. La tercera casilla “Series year” se refiere al año en que se desarrolla el proyecto.

Archivo > Proyecto nuevo

Ingresa la información general del proyecto y haz clic en OK para guardarla o en Cancelar para salir de este proceso.

Configuraciones del proyecto Lugar Opciones de recopilación de datos

¿Qué nombre quieres darle a tu nuevo proyecto?

Nombre del proyecto: Santiago de Los Caballeros

¿Qué nombre quieres darle a tus series?

Nombre de las series: SEASC

Por favor especifica el año de las series de tu proyecto:

Año de las series: 2021

Por favor especifica la siguiente información del inventario:

Tipo de inventario: Muestreo de parcela

Figura A.2. Pantalla de información del proyecto

3. La segunda pestaña “Location” tiene seis (6) casillas y en estas se configura la ubicación del proyecto. La primera casilla “Nation” es una lista desplegable donde se elige el país. En algunos casos luego de elegir el país te habilita diferentes divisiones político administrativas hasta el nivel más desagregado de barrios y parajes. Luego de seleccionar la delimitación geográfica deseada se marca con un cotejo si el área de estudio se encuentra en una zona urbana, de no estarlo se deja vacía. La segunda casilla “Population” se refiere a la población que habita o hace uso del área de estudio, para esto se deben consultar los datos del censo. La cuarta casilla “Weather Year” es una lista desplegable donde se debe colocar el año de referencia de los datos de la estación meteorológica, y en la quinta casilla “Pollution Year” el año de los datos de calidad del aire y que solo se activa si están disponibles para el país seleccionado. En la sexta casilla “Weather Station” se introduce el código de la estación elegida, pero de no tenerlo se oprime el botón “Show Map”, que despliega un mapa con las estaciones del país seleccionado. En este se puede

elegir manualmente la estación que quede más cerca o con las características más parecidas al clima del área de estudio. Es importante revisar las estaciones meteorológicas por año, ya que algunos años no tienen disponibles todas las variables, por lo que a veces es preferible tener años anteriores que cuenten con todos los parámetros. Luego de elegir una estación se da clic en “ok”:

Figura A.3. Pantalla de localización del proyecto

4. Luego se prosigue a la tercera pestaña “Data Collection Options” donde se seleccionarán las variables a medir en el terreno. i-Tree permite ajustar la metodología a las necesidades del usuario, por lo que, en la planilla de información de la parcela, solo son obligatorias las variables de porcentaje medido de la parcela y porcentaje de cobertura arbórea. En la planilla de la información de los árboles solo es obligatorio el nombre de las especies y el diámetro a la altura del pecho (DAP o DBH, por sus siglas en inglés), las demás variables serán seleccionadas según la finalidad del estudio, marcadas con un cotejo. Una vez definidos los parámetros a medir se da clic a “ok” en la esquina superior derecha. Y después se da “ok” nuevamente a una pestaña desplegable de comprobación, que muestra en rojo los parámetros que no se seleccionaron.

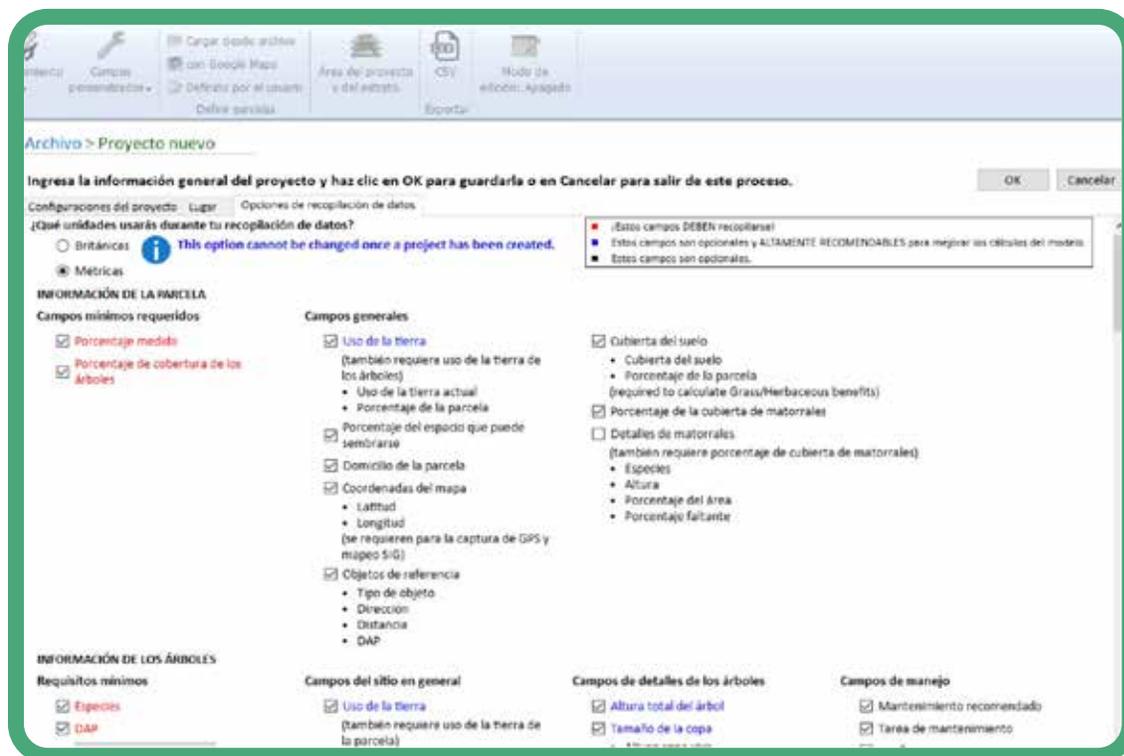


Figura A.4. Opciones para un proyecto i-Tree

Luego se definen las parcelas de muestreo (no aplica para los inventarios). Para esto en la esquina superior se elige la pestaña “Project configuration” y se selecciona el icono “vía Google Maps”. Una vez dentro, debes escoger el diseño que se utilizará en el proyecto: aleatorio simple o aleatorio estratificado. En el caso del aleatorio simple debes definir tu área de estudio dibujándola sobre el mapa o si cuentas con un archivo cartográfico en formato shapefile (.shp) puedes cargarlo usando las extensiones que el software solicita, siempre utilizando el sistema geográfico de coordenadas WGS 84 EPSG: 4326, que sirve globalmente. Se da clic al botón “Proceed to random plot generation”. Una vez en ese menú se elige el radio deseado que por recomendación y al ser estándar es de 11.33 metros que hace de cada parcela 0.0404 ha, y por último se generan los puntos aleatorios indicando la cantidad de parcelas o el porcentaje del área que se busca muestrear y se da clic a “Generate random sample plots”.

Luego de recopilados los datos en el campo y subidos a la plataforma, se selecciona la opción de verificar la data, con esta el software detecta inconsistencias y errores a corregir. Finalmente, se puede enviar la data para la generación del reporte.

Anexo 2. mediciones con i-Tree Canopy

1. Seleccionar el área de estudio:

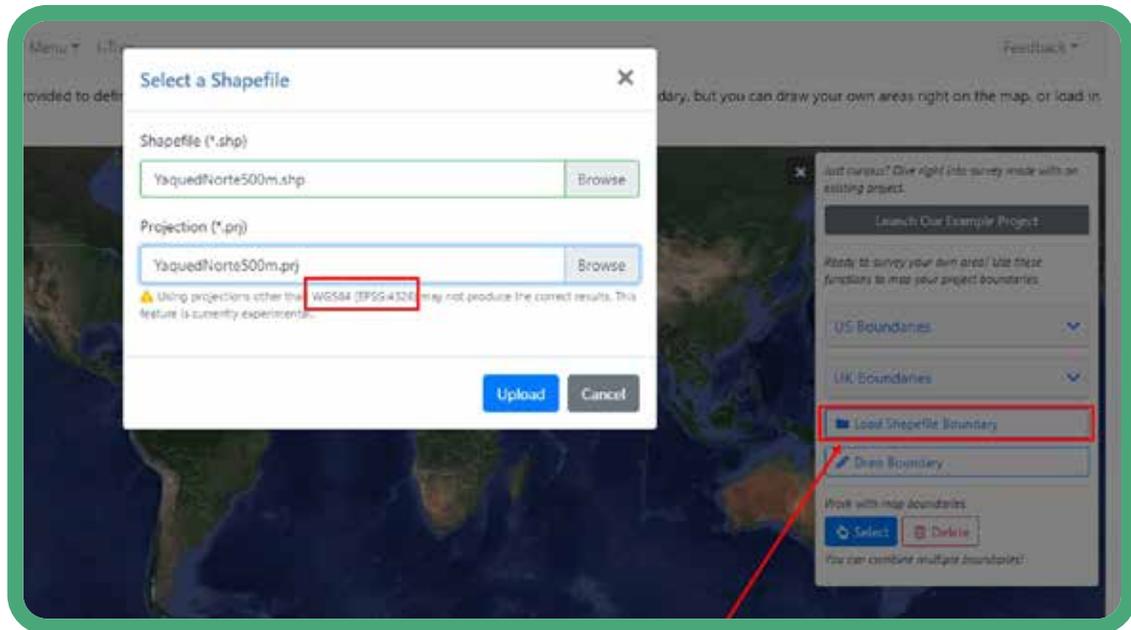


Figura A.5. Selección del área de estudio

2. Definir las categorías de cobertura del suelo a evaluar:

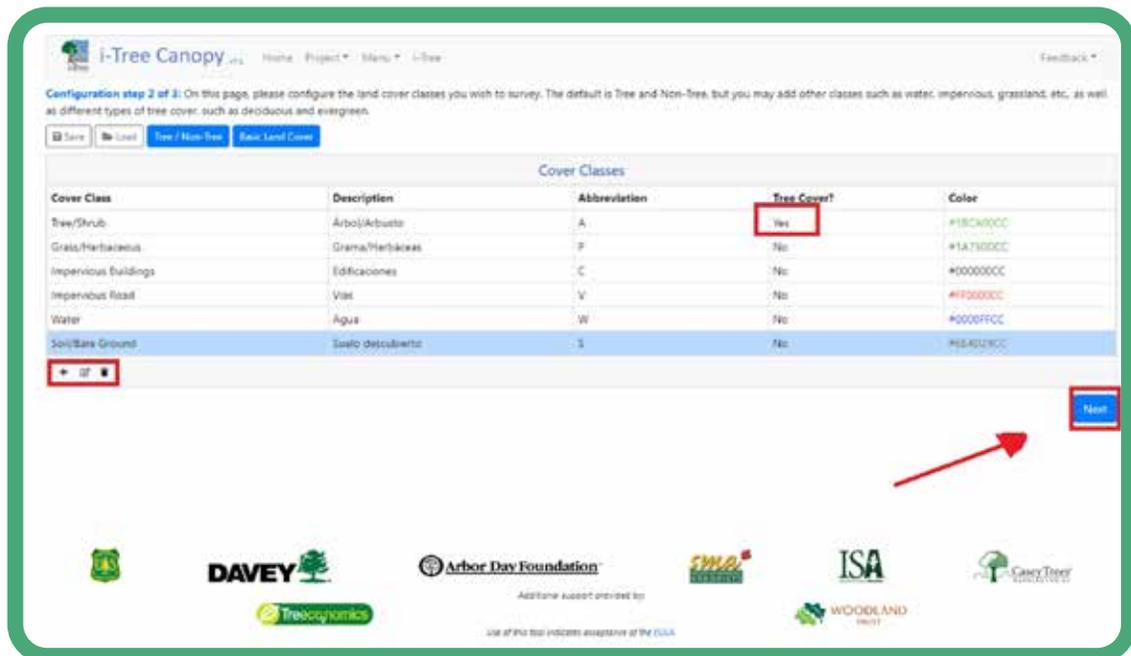


Figura A.6. Definición de las categorías de cobertura de suelo en i-Tree Canopy

3. Configurar las variables y unidades de medida:

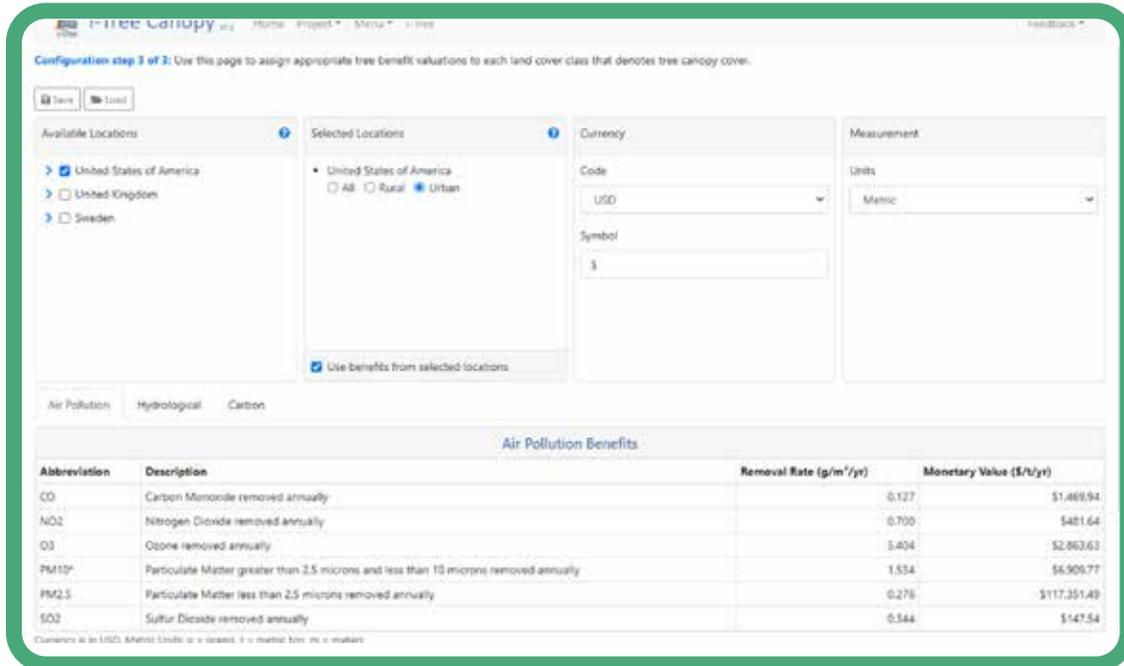


Figura A.7. Pantalla de configuración de variables y unidades de medida

4. Clasificar los puntos de muestreo:



Figura A.8. Clasificación de los puntos de muestreo

5. Generación de reporte:

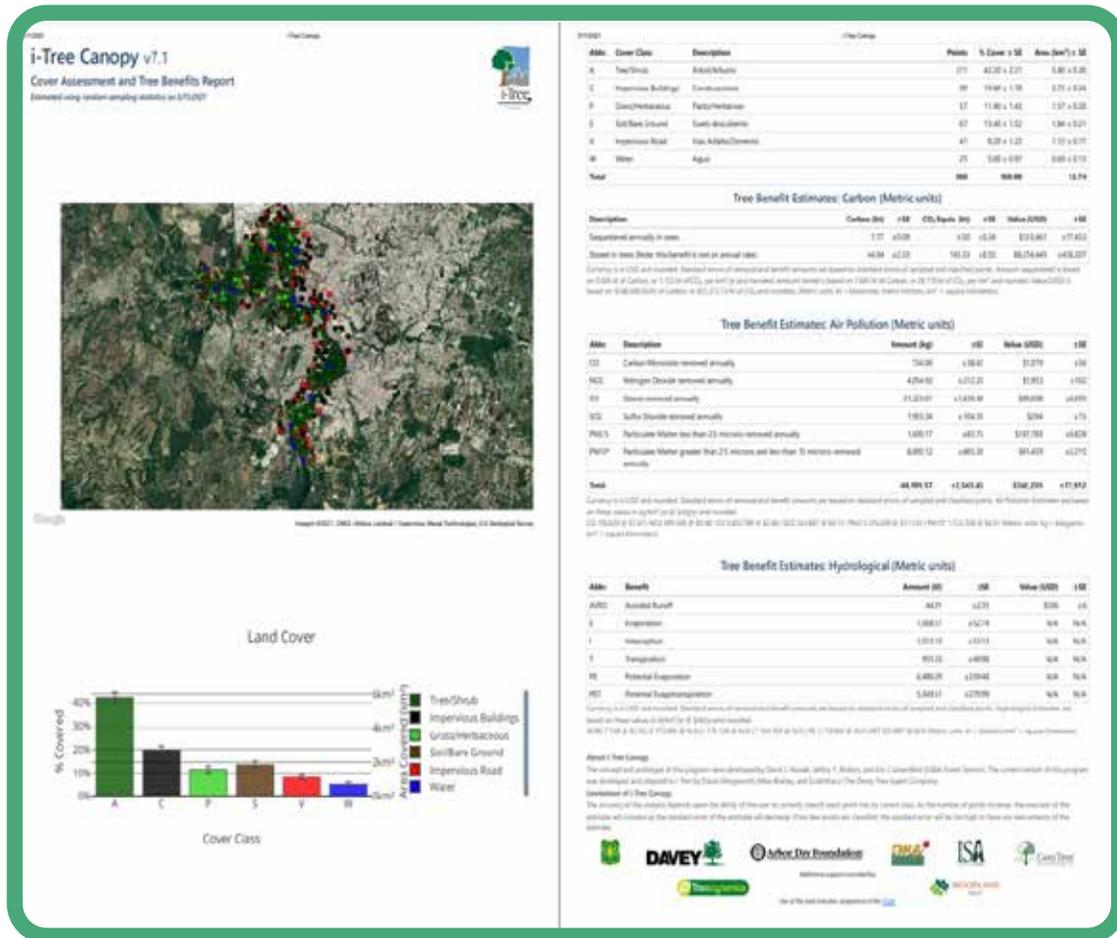


Figura A.9- Reportes de resultados de i-Tree Canopy

Véase video:



Enlaces:

Página 3: <https://www.youtube.com/watch?v=RVnkkJaCuRo&t=64s>

Página 5: <https://www.youtube.com/watch?v=3ClZZvSkt3s>

Página 6: <https://www.youtube.com/watch?v=gK7luGoVY4o>

Página 9: <https://www.youtube.com/watch?v=ot-WM8RuyGQ>

Página 11: <https://www.youtube.com/watch?v=xUxShiRies4&t=11s>

Página 13: <https://www.youtube.com/watch?v=THDpiyH85Gw>

Página 22: <https://www.itreetools.org/home-es>

Página 27: <https://www.itreetools.org/home-es/support-es/resources-overview-es/welcome-i-tree-teaching-resources-es>

Página 34: <https://www.itreetools.org/support/resources-overview/i-tree-international/reports-nation>

Página 42: https://www.itreetools.org/media/watch.php?PmtGHRLZQ2I?list=PL-TpJ4XOF9py1YEjh5uZ-_s63dfopWIMTW

Material elaborado en el marco del desarrollo del proyecto “Servicios ecosistémicos y potencial de adaptación al cambio climático del arbolado urbano del municipio de Santiago de los Caballeros”, ganador de la convocatoria a proyectos de educación ambiental que ejecuta el Fondo Agua Yaque del Norte y financiado por Fundación Propagas.



FONDO AGUA
YAQUE DEL NORTE



978-9945-9274-5-0



9 789945 927450