



2025 | **16-20**
GIJÓN | **JUNIO**

9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

9CFE-1545

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza





EducaWood: de la educación ambiental a la innovación en gestión de arbolado urbano

RUANO, I. (1), VEGA-GORGOJO, G. (1,2), ASENSIO-PÉREZ, J. I. (2), GALLEGO-LEMA, V. (3), DEL PESO, C. (1), BRAVO, F. (1)

(1) Grupo SMART Ecosystems. Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales. Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (iuFOR), ETS Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid

(2) GSIC-EMIC, Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática, E.T.S. Ingenieros de Telecomunicación, Universidad de Valladolid

(3) GSIC-EMIC, Departamento de Pedagogía, Facultad de Educación, Universidad de Valladolid

Resumen

El arbolado urbano es fundamental para mejorar la calidad de vida y bienestar de las personas, pero existen pocas herramientas en abierto que faciliten su gestión. Para apoyar la gestión de los recursos arbóreos proponemos EducaWood (<https://educawood.gsic.uva.es/>), una aplicación socio-semántica de anotación de árboles, cuya prueba de concepto se presentó en el 8º Congreso Forestal Español. Los cambios efectuados a partir de este congreso ha sido un rediseño completo de la aplicación para facilitar la anotación social de árboles en cualquier parte del mundo. Para ello EducaWood incluye formularios web sencillos para anotar especie, ubicación, altura total, diámetro normal, estado, observaciones e imágenes. Con el objetivo de explorar el funcionamiento de la herramienta en un contexto educativo real, realizamos en el otoño de 2023 un estudio piloto con estudiantes del Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural de la Universidad de Valladolid, quienes anotaron el arbolado del Campus de Palencia y desarrollaron un informe siguiendo los Planes Directores de Arbolado Urbano utilizados por los Ayuntamientos. Durante este estudio, se comprobó la efectividad de EducaWood para gestionar arbolado urbano, permitiendo realizar un inventario detallado que cualquier persona registrada puede visualizar y descargar. Al ser un sistema abierto y basado en datos abiertos enlazados, este sistema puede fácilmente adaptarse a otros usos, como la gestión de jardines históricos o árboles monumentales. En futuras extensiones daremos soporte a la anotación de microhábitats y al seguimiento de alcorques, podas, enfermedades y plagas.

Palabras clave

Educación ambiental, datos abiertos enlazados, ontología, ciencia ciudadana

1. Introducción

El arbolado urbano cobra una importancia creciente para la población, ya que proporciona valiosos servicios ecosistémicos y representa una posible solución frente a los retos del cambio climático en las ciudades (CHUNG, 1994). Según la



ONU, el 55% de la población mundial residía en áreas urbanas en 2018, una cifra que se prevé aumente hasta alcanzar el 68% para el año 2050, siguiendo la tendencia global de urbanización iniciada a mediados del siglo XX (UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, POPULATION DIVISION, 2019). En el caso de España, según datos de SGACE (2021), en 2020 solo el 15,9% de la población está censada en municipios rurales y dicha población descendió un 7,1% en los últimos 10 años, mientras que la urbana creció un 2,1%.

Entre los múltiples beneficios que ofrece el arbolado urbano, podemos destacar ventajas medioambientales como la mejora de la calidad del aire, la regulación de la temperatura y el aumento de la biodiversidad (PRIEGO-GONZÁLEZ DE CANALES, 2008). Desde un punto de vista social, los árboles urbanos contribuyen al bienestar físico y psicológico de la ciudadanía, reducen el estrés e incluso pueden disminuir los índices de delincuencia (PRIEGO-GONZÁLEZ DE CANALES, 2008; SCHROEDER, 2011). Económicamente, pueden aumentar el valor de la propiedad y la actividad comercial, al tiempo que reducen los costes de calefacción y refrigeración (SCHROEDER, 2011). Tampoco hay que olvidar el valor estético del arbolado urbano, que sigue siendo significativo, y a menudo es la base de otros beneficios (SCHROEDER, 2011). Estos servicios ecosistémicos ya han sido evaluados en los bosques urbanos de diferentes ciudades como Barcelona (BARÓ et al., 2014), Murcia (KRSNIK & ILLÁN-FERNÁNDEZ, 2024) o Bilbao (CASADO-ARZUAGA et al., 2013; DE MANUEL et al., 2021).

La gestión del arbolado urbano puede aumentar su potencial y, por tanto, sus funciones y los comentados servicios y beneficios (SOLOMOU et al., 2018). Además de maximizar estos beneficios, la gestión del arbolado urbano es esencial para cumplir con la normativa de la Unión Europea, que requiere la integración de infraestructura verde en la planificación de los Estados miembros (COMISIÓN EUROPEA, 2013a; COMISIÓN EUROPEA, 2013b). Por lo tanto, gestionar los espacios verdes urbanos no solo responde a criterios de sostenibilidad y mejora ambiental, sino también a una exigencia legislativa impulsada por la Estrategia de Infraestructura Verde y el 7º Programa de Acción en materia de Medio Ambiente. A nivel de ayuntamientos, no hay una legislación que obligue a su gestión, pero ya son muchos los ayuntamientos que tienen un Plan Director de Arbolado Urbano para establecer las líneas estratégicas de gestión y planificación. Este documento estratégico guía la acción municipal en materia de planificación y gestión de arbolado, normalmente con un objetivo general de gestionar, conservar y potenciar el arbolado urbano pero que también puede definir objetivos específicos como, por ejemplo, optimizar la cobertura arbolada, aumentar la diversidad específica o divulgar los beneficios del arbolado urbano (AYUNTAMIENTO DE MADRID (2018), AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID (2021)).

Una gestión eficaz requiere bases de datos y sistemas de información exhaustivos para hacer un seguimiento de la ubicación, las características y las necesidades de mantenimiento de los árboles (SUCHOCKA & KOSTRZEWA, 2019). Existen diversas herramientas digitales diseñadas para facilitar el inventario del arbolado urbano. El modelo Urban Forest Effects (UFORE), que evolucionó en aplicaciones más prácticas como i-Tree, desarrollado por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, es una herramienta muy utilizada para el análisis de la vegetación urbana, no solo con objetivos de gestión (MOSYAFIANI et al, 2022, NOWAK & CRANE, 2000, RIONDATO et al, 2020). Algunas de ellas se basan en sistemas de información geográfica, como por ejemplo Arboweb, que consiste en un Sistema de Información Geográfica (GIS)



online desarrollado por viveros Pagola (<https://viverospagola.com/arbweb-gestion-arbolado-urbano/>), o el caso de MyTreeRisk (<https://mytreerisk.com/>). Recientemente se han desarrollado aplicaciones descargables como Surikat, basada también en GIS (<https://surikat.io>) o Pando, que además incorpora la opción basada en ciencia ciudadana, lo que favorece el objetivo de los planes directores de divulgar sobre los beneficios del arbolado urbano (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.munidigital.muniarbolglobal&hl=es>)

En este artículo proponemos la aplicación social de anotación de árboles EducaWood. Está basada en tecnologías semánticas (LASSILA et al, 2001), para (1) reutilizar conjuntos de datos existentes (taxonomías de especies e inventarios forestales), (2) definir de manera consistente y sin ambigüedades la terminología necesaria para el dominio (especies, medidas dendrométricas, etc.), y (3) facilitar la compartición de anotaciones de árboles.

2. **Objetivos** El principal objetivo de esta comunicación es mostrar las potencialidades de EducaWood más allá de la educación, en concreto para el inventario y gestión del arbolado urbano. Para comprobar su funcionalidad realizamos un estudio piloto con estudiantes del Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural de la Universidad de Valladolid, quienes anotaron el arbolado del Campus de Palencia y desarrollaron un informe siguiendo los Planes Directores de Arbolado Urbano utilizados por los Ayuntamientos. Este trabajo se plantea para validar la utilidad de EducaWood no solo como herramienta educativa, sino también como apoyo a la gestión del arbolado urbano.

3. Metodología

3.1 EducaWood

EducaWood está disponible en <https://educawood.gsic.uva.es/> en castellano e inglés. Puede utilizarse con diferentes dispositivos, especialmente en teléfonos móviles, pero también en tabletas y ordenadores. EducaWood está diseñada como una aplicación web con una arquitectura orientada a facilitar la visualización y realización de anotaciones semánticas sin necesidad de contar con conocimientos técnicos sobre tecnologías de la web semántica. En el 8CFE (RUANO et al, 2022) presentamos una prueba de concepto de EducaWood con funcionalidad limitada y que, por tanto, no podía emplearse en escenarios reales. Así, hemos rediseñado completamente la aplicación para facilitar la anotación social de árboles en cualquier parte del mundo. Escondemos la complejidad de las tecnologías semánticas a los usuarios mediante formularios web sencillos, con los que pueden crearse árboles y realizar anotaciones de diferentes tipos (posición, especie, diámetro, altura, estado del árbol, imágenes y observaciones textuales).

La aplicación tiene una página de presentación con un enlace al mapa interactivo donde se navega y trabaja (Figura 1). El mapa se adapta a diferentes niveles de zoom, de modo que se facilita la exploración tanto de áreas pequeñas, mostrando marcadores para los árboles etiquetados, como de áreas grandes, mediante mecanismos de agregación para evitar saturar la vista con demasiados marcadores. La aplicación muestra, aparte de las anotaciones de especies arbóreas creadas por sus usuarios, el Inventario Forestal Nacional (IFN) que se han publicado como datos abiertos enlazados en trabajos anteriores (VEGA-GORGOJO et al, 2022; GIMÉNEZ-GARCÍA et al, 2024).

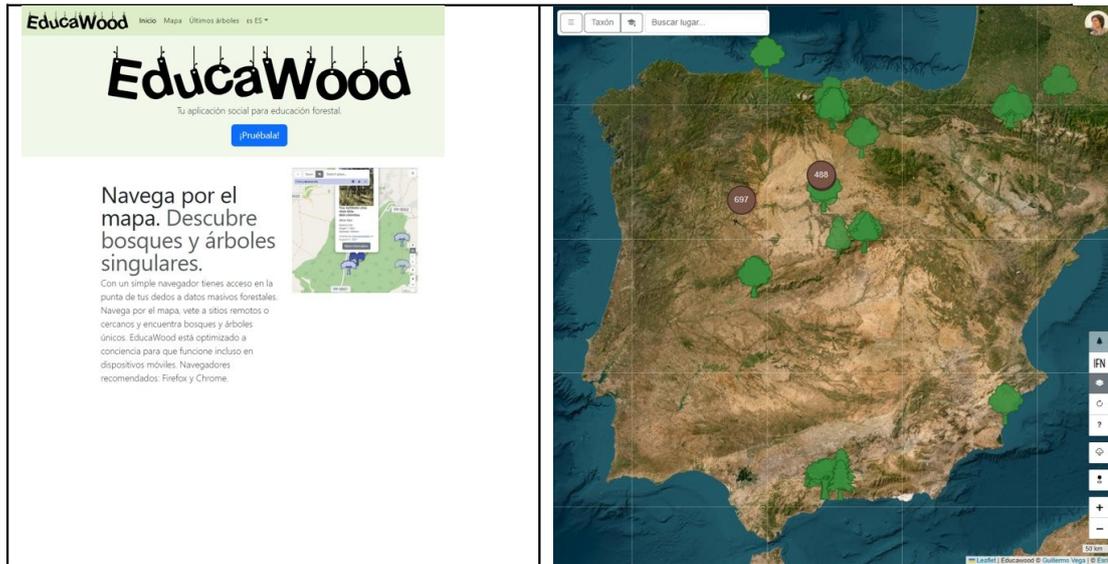


Figura 1. Página inicial de EducaWood (izquierda) y mapa de navegación

Para hacer anotaciones es necesario registrarse en la aplicación. Si se accede sin iniciar sesión, todos los datos del árbol son accesibles, pero no se incluyen controles de edición. Una vez registrada, se pueden realizar nuevas anotaciones y eliminar las creadas por uno mismo, pero no se puede eliminar anotaciones hechas por otras usuarias o usuarios. Solo la persona que creó el árbol puede eliminarlo.

Las anotaciones de árboles pueden ser realizadas de manera incremental por diferentes personas usuarias en distintos momentos, es decir, solo la ubicación es obligatoria, el resto de las anotaciones se pueden actualizar en otro momento y por diferentes personas usuarias. Las anotaciones disponibles para un árbol son (Figura 2):

- Ubicación: es la única anotación obligatoria que se identifica automáticamente, aunque se puede precisar en el mapa de la anotación.
- Apodo del árbol: automáticamente se adjudica un código de letras y números que se puede editar en esta anotación.
- Taxón: se puede identificar la especie con el nombre científico o el nombre común. EducaWood dispone de las especies presentes en el IFN pero, en el caso de no estar, la aplicación ofrece un mecanismo de filtrado por taxón consumiendo datos de Wikipedia y DBpedia (repositorio de datos equivalentes a los de Wikipedia, pero empleando tecnologías de la web semántica).
- Estado del árbol: mediante las opciones de un desplegable, se puede indicar el estado sanitario del árbol, desde árbol vivo, en declive, muerto (con distintas opciones de decaimiento) o tocón.
- Foto: se pueden adjuntar múltiples fotos, adjudicando una descripción a través de un desplegable.
- Altura total (m): se puede especificar la altura en metros.
- Diámetro normal (mm): se puede especificar el diámetro o perímetro en mm. Una vez definida la medida, se puede cambiar automáticamente a diámetro o perímetro.
- Observación: anotación libre donde se puede anotar lo que se considere.

Nuevo árbol

Desplaza el mapa para cambiar la posición del árbol (marcador rojo).

Posición (WGS 84) lat 41.653863, lng -4.732775

Apodo árbol Un apodo para este árbol...
No hay apodo.

Taxón árbol Taxón

Estado árbol Selecciona el estado del árbol

Foto Seleccionar archivo Ningún archivo seleccionado
No hay foto del árbol.

Altura (m) Altura del árbol en metros

Diámetro (mm) Diámetro del árbol a la altura del pecho en milímet

Observación Tu observación

Todos los elementos del formulario son opcionales.

Cancelar Crear árbol

Figura 2. Anotaciones disponibles para un árbol

Los datos son descargables en formato CSV, GeoJSON y KML para permitir el análisis de los datos como, por ejemplo, ajustes de ecuaciones alométricas, análisis de mezcla de árboles o estudios sobre el efecto ambiental en la distribución de especies. Para seleccionar los datos a descargar se implementó una herramienta de dibujo para definir áreas de descarga de datos (Figura 3).

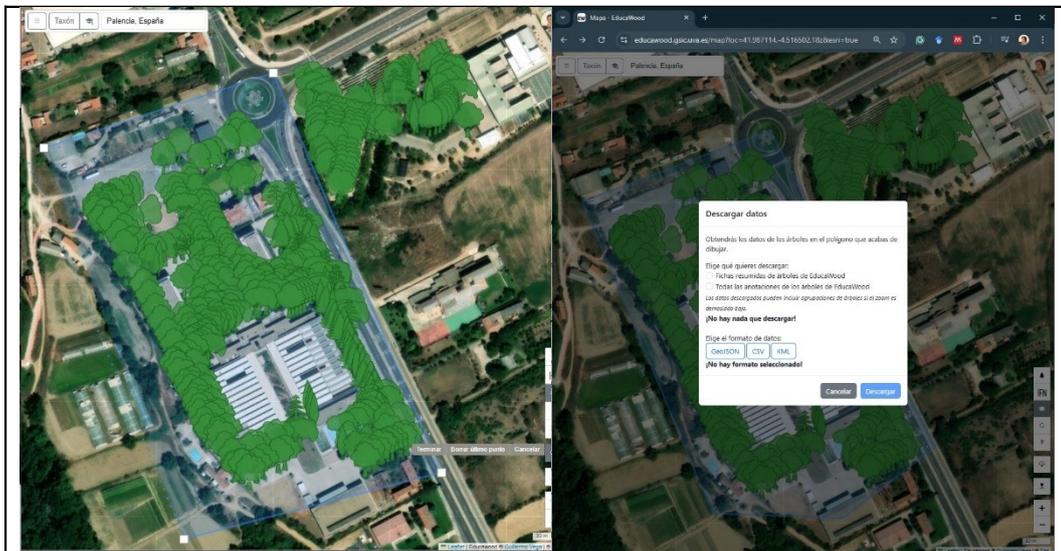


Figura 3. Herramienta de dibujo para seleccionar el área a descargar los datos

Las mejoras implementadas en EducaWood han logrado crear una aplicación de fácil acceso y manejo. Durante una sesión con EducaWood se puede crear la anotación de un árbol sencillamente presionando el botón de icono de árbol y seleccionando posteriormente la posición deseada en el mapa. En la siguiente ventana se muestra el formulario de creación de árboles. Primero, se puede concretar la posición arrastrando el marcador rojo en el mapa. Los elementos restantes del formulario son opcionales y fácilmente editables. Cabe resaltar la opción para seleccionar el taxón del árbol navegando por la taxonomía de especies

o escribiendo texto. El usuario puede verificar fácilmente la información del taxón, como se ilustra en la Figura 5. La información del taxón se obtiene de DBpedia (proporcionando texto descriptivo) y Wikidata (incluyendo imágenes y botones de enlace a los sitios web de GBIF, Wikidata, Wikipedia y Wikispecies).

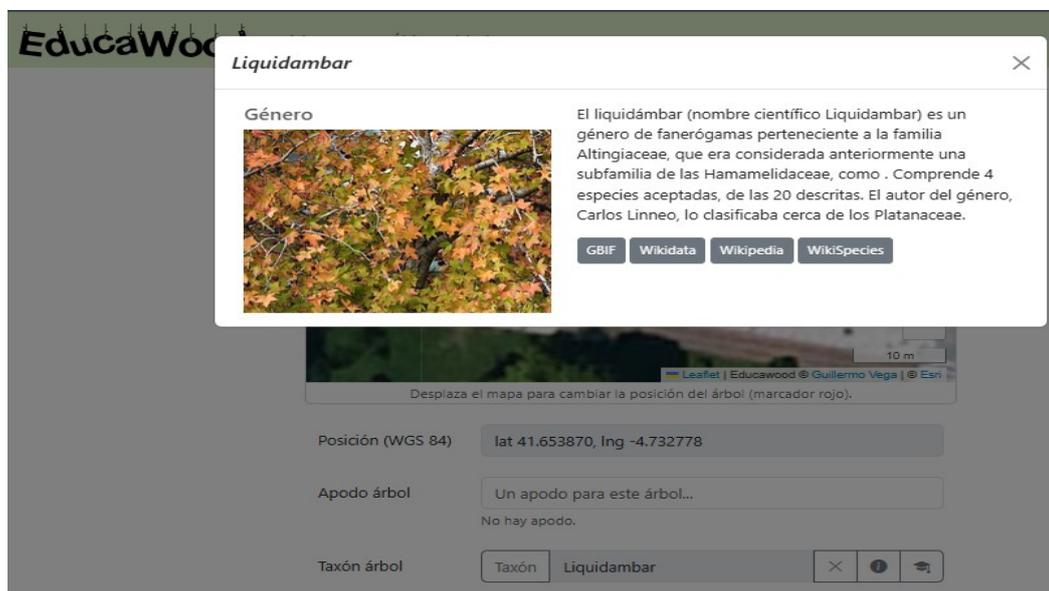


Figura 5. Vista de la ventana que aparece al seleccionar el botón de información para un taxón arbóreo (en este caso, liquidámbar).

Cualquier persona registrada puede realizar nuevas anotaciones y eliminar sus propias anotaciones, pero no puede eliminar anotaciones de otros usuarios. Esto permite mantener un registro de las anotaciones con gran utilidad, por ejemplo, en el caso de dudas de identificación de taxón, o mediciones repetidas a lo largo del tiempo, permitiendo, de esta manera, registrar el crecimiento. Desde un punto de vista de la gestión de arbolado urbano, este sistema basado en métodos de ciencia ciudadana permite que la ciudadanía colabore con los ayuntamientos e informe, por ejemplo, de daños.

3.2 Piloto con EducaWood

En el curso 2023/2024 se planteó un piloto usando EducaWood con estudiantes de la asignatura “Re poblaciones, Viveros y Jardinería”, del grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural de la Universidad de Valladolid. El taller contó con el profesor de la parte de jardinería y con una de las desarrolladoras de EducaWood. Los docentes diseñaron una actividad educativa sobre la gestión de árboles urbanos con los siguientes objetivos de aprendizaje:

1. Conocer EducaWood como herramienta para realizar inventarios de arbolado urbano.
2. Aprender a utilizar la herramienta EducaWood, basada en datos abiertos enlazados en el ámbito forestal.
3. Manejar inventarios de arbolado urbano en csv (descargado de EducaWood).
4. Calcular variables necesarias en un plan director de arbolado urbano.
5. Redactar un informe para un plan director de arbolado urbano.

Para lograr dichos objetivos, se dividió la actividad en tres etapas (Figura 4):

Primera etapa (objetivos de aprendizaje 1 y 2): en noviembre de 2023, se realizó una sesión de capacitación de dos horas para familiarizar al alumnado con EducaWood. Esto incluyó una demostración en el aula, seguida de una práctica de anotación de árboles en los jardines del campus de Palencia.

Segunda etapa (objetivo de aprendizaje 2): durante noviembre y diciembre de 2023, el alumnado creó de manera colaborativa un inventario del arbolado del Campus Palencia. Cada estudiante tuvo la tarea de anotar un mínimo de 20 árboles, registrando la posición, identificación de especies, imágenes, medidas dendrométricas, estado del árbol y observaciones en texto utilizando EducaWood. En esta fase se realizó una verificación posterior en el aula de una hora para comprobar la precisión en el etiquetado de árboles.

Tercera etapa (objetivos de aprendizaje 4 y 5): el alumnado elaboró un plan director del arbolado urbano para el Campus de Palencia, utilizando el inventario de árboles creado colaborativamente. Esto incluye descargar los datos de los árboles con la aplicación y calcular diversas variables, como índices de calidad (número de árboles por hectárea y por habitante, considerando el personal y estudiantes del campus), indicadores de biodiversidad (número de especies, porcentaje de las especies más abundantes), indicadores de dimensión (abundancia de árboles por clases de diámetro o rangos de altura) e indicadores de estado.



Figura 4. Taller piloto con estudiantes del grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural de la Universidad de Valladolid. Primera etapa, sesión de capacitación (izquierda). Inventario realizado por estudiantes en el campus de Palencia (derecha).

4. Resultados

Se comprobó la efectividad de EducaWood para gestionar arbolado urbano durante la prueba piloto con estudiantes. La aplicación permite realizar un inventario detallado que puede visualizarse y descargarse, y con suficientes detalles para trabajar planes directores. Los trabajos entregados fueron de buena calidad consiguiendo los objetivos de aprendizaje marcados. Para conocer las impresiones del alumnado y profesorado del taller, les solicitamos que



completaran el cuestionario estandarizado System Usability Score, SUS (BROOKE, 1996). 14 de los 20 estudiantes respondieron al cuestionario, obteniendo una puntuación promedio de SUS de 75.2, con una desviación estándar de 11.5. Este resultado es bueno, dado que las puntuaciones de SUS varían de 0 a 100. Según la interpretación de la escala de calificación de los puntajes SUS en SAURO & LEWIS (2012), EducaWood recibió una calificación de B, lo que indica un buen nivel de usabilidad.

Por otra parte, en una entrevista que se realizó al profesor de la asignatura tras finalizar las actividades que involucraban a EducaWood, éste confirmó la utilidad de la herramienta para, a partir de los datos generados por sus usuarios, poder aprender acerca de las necesidades de la gestión del arbolado urbano. Por ejemplo:

“O sea, yo creo que lo que es interesante es que ellos hacen el etiquetado, pero luego tienen que elaborar toda una serie de índices que se podrían incorporar. O sea, yo parto de la base de esos planes directores de abogado urbano, que son los planes de gestión. Trabajamos con el de Madrid porque hay una serie de índices que yo directamente digo, mira, os cogéis el plan director de Madrid y todo esto que pone aquí me lo tienes que calcular y ya está. Pero en cualquier plan director de Sevilla, de Barcelona, de Valencia, índices muy parecidos para el cálculo de edad, de tamaños, de especies, de gestión de podas, toda una serie de índices que son los que conforman todo lo que sería el manejo del arbolado urbano. Entonces ellos, una vez que tienen esa base de datos, lo que te permite hacer es que ellos pongan números al conocimiento, porque es muchas veces lo que les falta”.

En la misma línea, el profesor confirma la utilidad de EducaWood más allá del ámbito educativo y beneficia en la gestión del arbolado urbano, tal y como se aprecia en el siguiente extracto:

“Uno de los problemas que tenemos en la gestión del arbolado urbano es que no tenemos inventarios del arbolado y no tenemos herramientas que te permitan hacer inventarios así de forma continuada, sencilla. Entonces, bueno, pues eso es una potencialidad muy grande para EducaWood, muy, muy grande. EducaWood en verdad es una herramienta educativa, pero va más allá de la herramienta educativa”.

Por otro lado, EducaWood mostró escasas limitaciones a la hora de ser utilizado y durante el aprendizaje de los estudiantes. El docente destacó que es necesario información inicial para que se comprenda mejor cómo se utiliza, como puede ser por ejemplo elaborando un manual o un vídeo donde se explique de manera visual cómo funciona y cómo se usa la aplicación. Y, en relación con la gestión de los datos, mejorar la descarga en un formato Excel en vez de CSV, formato en el que se descargaron los datos en el momento del desarrollo de la actividad, tal y como se evidencia en los siguientes extractos:

“Hay algún problema con los formatos, tuve que acabar llamando a [nombre del investigador]. Te lo descarga en CSV pero lo que pasa es que luego tienes que pasarlo a Excel y da problemas. “

“Yo creo que hay hacer tutoriales, porque yo he echado en falta tutoriales. Mínimo un vídeo o un tutorial para la toma de datos”.

5. Discusión

Gestionar la infraestructura verde municipal es un reto necesario para los



ayuntamientos. Esto implica reconocer la infraestructura verde por los servicios ecosistémicos que aporta, identificarla y medirla para disponer de información básica que permita justificar recursos y realizar ajustes. En este contexto, la adecuada gestión del arbolado urbano se posiciona como un pilar clave dentro de la infraestructura verde (BERGUA VIZCARRA, 2018). Según SUCHOCKA & KOSTRZEWA (2019) una de las mejores opciones para una gestión adecuada del arbolado urbano es desarrollar inventarios electrónicos, con la posibilidad de modificar fácilmente los datos de los árboles. Dichas autoras valoraron la aplicación i-Tree positivamente pero no es la única alternativa disponible actualmente. EducaWood se posiciona como una solución frente a la escasez de herramientas abiertas y accesibles para la gestión del arbolado urbano ya que cumple las características de sencilla usabilidad, fácil acceso, son siendo necesario descargar ninguna aplicación o software y bajo consumo de tiempo. Además, al estar basado en datos abiertos enlazados, facilita el acceso a otras bases de datos, como el IFN, DBpedia o Wikidata, lo que abre la aplicación a información más allá de la generada por las personas usuarias.

EducaWood se basa en la filosofía de ciencia ciudadana, donde las personas usuarias generan datos abiertos. En el caso concreto del arbolado urbano, que la ciudadanía tenga acceso al inventario de arbolado de su municipio y, además, que pueda aportar información, facilita la colaboración entre la ciudadanía y los ayuntamientos en el reporte de daños, monitoreo de plagas, o seguimiento de podas. Esto puede complementar los esfuerzos municipales y mejorar la gestión de arbolado. Además, favorece uno de los objetivos presente en muchos planes directores de ayuntamientos, el objetivo de concienciación de la importancia del arbolado (AYUNTAMIENTO DE MADRID (2018), AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID (2021)).

6. Conclusiones

EducaWood ha demostrado ser una aplicación de fácil acceso y usabilidad, que más allá del objetivo educativo, puede ser una herramienta adecuada para gestión del arbolado urbano, fomentando la colaboración ciudadana y la concienciación frente a la importancia del arbolado en los entornos urbanos. Debido a su versatilidad, EducaWood puede contribuir a abordar desafíos globales, como el cambio climático y la urbanización creciente, al facilitar la gestión y planificación del arbolado urbano.

EducaWood sigue en desarrollo y en futuras extensiones daremos soporte a la anotación de microhábitats siguiendo la tipología y estandarización de LARRIEU et al (2018). También se plantea la opción de incluir una calculadora de carbono. Al ser un sistema abierto y basado en datos abiertos enlazados, este sistema puede fácilmente adaptarse a otros usos, como la gestión de jardines históricos o árboles monumentales. Para ello también estamos valorando la implementación de anotaciones para el seguimiento de alcorques, podas, enfermedades y plagas.

Para seguir comprobando la utilidad de EducaWood se espera realizar más talleres pilotos. En el ámbito educativo se podría trabajar en niveles de bachillerato o ciclos formativos forestales o de jardinería. También, siguiendo con la línea de ciencia ciudadana, se podría plantear colaboraciones con municipios para expandir el alcance de la herramienta realizando un hackatón de toma de datos. Además, se pretende elaborar fichas didácticas con propuestas educativas para seguir la línea de la educación.



Actualmente, aunque tenemos más de 630 personas registradas, más de 1680 árboles creados y en relación con éstos, más de 4500 anotaciones, la gestión de los perfiles usuarios es relativamente fácil. Pero a futuro será una tarea importante la gestión de las anotaciones erróneas. Además, se espera desarrollar la opción de proyectos privados. Este tipo de proyectos facilitan trabajar con EducaWood sin necesidad de compartir los datos en abierto. Aunque esto a priori va en contra de la filosofía de EducaWood, puede ser de utilidad. Por ejemplo, siguiendo el caso del piloto desarrollado en el campus de Palencia, visto el éxito de la actividad docente, si se quisiera repetir todos los años, este tipo de proyectos privados facilitaría la repetición de las anotaciones por parte de alumnado nuevo. También puede ser útil a nivel de ayuntamientos, con su inventario privado y otro abierto para desarrollar con la ciudadanía.

7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Comisión Europea a través del proyecto “Small4Good” (069/230331), por la Agencia Española de Investigación mediante los proyectos “LOD.For.Trees” (TED2021-130667B-I00) y “H2O” (PID2020-112584RB-C32), y por la Junta de Castilla y León a través del proyecto “Unidad de Excelencia del Instituto iuFOR” (CLU-2019-01) de la Universidad de Valladolid, cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER “Europa impulsa nuestro crecimiento”). Por último, gracias a quienes participaron en el estudio piloto.

8. Bibliografía

AYUNTAMIENTO DE MADRID 2018. Plan director del arbolado viario de la ciudad de Madrid. Disponible en: <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/ZonasVerdes/TodoSobre/PlanInfraestructuraVerdeYBiodiversidad/PlanesDirectores/Plan%20Director%20del%20Arbolado%20Viario.pdf>

AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID 2021. Plan director del arbolado de la ciudad de Valladolid. Disponible en: <https://www.valladolid.es/es/temas/hacemos/servicio-municipal-parques-jardines/plan-director-arbolado-valladolid>

BARÓ, F. ; CHAPARRO, L. ; GÓMEZ-BAGGETHUN, E. ; LANGEMEYER, J. ; NOWAK, D. J. ; TERRADAS, J. 2014. Contribution of Ecosystem Services to Air Quality and Climate Change Mitigation Policies: The Case of Urban Forests in Barcelona, Spain. *AMBIO* 43, 466–479.

BERGUA VIZCARRA, F. 2018. Gestionar la infraestructura verde municipal; un reto necesario. *Revista Montes*, 131, 10-13.

BROOKE, J. 1996. SUS – A quick and dirty usability scale, in: Jordan, P.W., Thomas, B., McClelland, I.L., Weerdmeester, B. (Eds.), *Usability evaluation in industry*. Taylor & Francis, London, UK.

CASADO-ARZUAGA, I.; MADARIAGA, I.; ONAINDIA, M. 2013. Perception, demand and user contribution to ecosystem services in the Bilbao Metropolitan Greenbelt. *J Environ Manage*, 129, 33-43.

COMISIÓN EUROPEA 2013a. Estrategia de Infraestructura Verde de la UE. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. COM/2013/0249 final.

COMISIÓN EUROPEA 2013b. 7º Programa de Acción en materia de Medio



Ambiente: Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta. Decisión nº 1386/2013/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de noviembre de 2013. Disponible en <https://eur-lex.europa.eu>.

DE MANUEL, B. F.; MÉNDEZ-FERNÁNDEZ, L.; PEÑA, L.; AMETZAGA-ARREGI, I. 2021. A new indicator of the effectiveness of urban green infrastructure based on ecosystem services assessment. *Basic Appl Eco*, 53, 12-25.

GIMÉNEZ-GARCÍA, J.M.; VEGA-GORGOJO, G.; ORDÓÑEZ, C.; CRESPO-LERA, N.; BRAVO, F. 2024. Transnational land use and forest inventories using linked open data. *Front For Global Change*, 7, 1329812

KRSNIK, G.; ILLÁN-FERNÁNDEZ, E.J. 2024. Assessing indicators and preferences of cultural ecosystem services in urban areas: a case study of Murcia, Spain. *Landsc Ecol* 39, 190

LARRIEU, L.; PAILLET, Y.; WINTER, S.; BÜTLER, R.; KRAUS, D.; KRUMM, F.; LACHAT, T.; MICHEL, A.K.; REGNER, B.; VANDEKERKHOVE, K. 2018. Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: A hierarchical typology for inventory standardization. *Ecol Indic* 84, 194–207.

LASSILA, O.; HENDLER, J.; BERNERS-LEE, T. 2001. The semantic web. *Sci Am* 284.5: 34-43.

MOSYAFTIANI, A.; WAHYU, A.; KASWANTO, K.; WIYOGA, H.; SYASITA, N.; SEPTA, A. F.; DJAUHARI, D. 2022. Monitoring and analyzing tree diversity using i-Tree eco to strengthen urban forest management. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(8).

NOWAK, D. J.; CRANE, D. E. 2000. The Urban Forest Effects (UFORE) Model: Quantifying urban forest structure and functions. General Technical Report NE-212. En: Hansen, M., Burk, T. (eds.) Integrated tools for natural resources inventories in the 21st century. Gen. Tech. Rep. NC-212. St. Paul, MN: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station. 714-720.

PRIEGO-GONZÁLEZ DE CANALES, C. 2008. Environmental, social and economic benefits of tree plantations for urban societies. Instituto de estudios sociales avanzados – CSIC.

RIONDATO, E.; PILLA, F.; BASU, A. S.; BASU, B. 2020. Investigating the effect of trees on urban quality in Dublin by combining air monitoring with i-Tree Eco model. *Sustainable Cities and Society*, 61, 102356.

RUANO, I.; ANDRADE-HOZ, J.; VEGA-GORGOJO, G.; BOTE-LORENZO, M.L.; ASENSIO-PÉREZ, J.I.; BRAVO, F.; ORDÓÑEZ, C. 2022. EducaWood: una herramienta digital para fomentar la educación forestal. Actas 8º Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencias Forestales

SAURO, J.; LEWIS, J.R., 2012. Quantifying the user experience: Practical statistics for user research. Morgan-Kaufmann, Amsterdam, Netherlands.

SCHROEDER, H. W. 2011. Does beauty still matter? Experiential and utilitarian values of urban trees. In: Trees, people and the built environment. Proceedings of the Urban Trees Research Conference; 2011 April 13-14; Edgbaston, Birmingham, UK. Institute of Chartered Foresters: 159-165. (pp. 159-165).

SGACE 2021. Análisis y Prospectiva – serie AgrInfo nº 31. Demografía de la población rural en 2020.

SOLOMOU, A. D.; TOPALIDOU, E. T.; GERMANI, R.; ARGIRI, A.; KARETSOS, G. 2018.



Importance, Utilization and Health of Urban Forests: A Review. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(1), 10–16.

SUCHOCKA, M.; KOSTRZEWA, K. 2019. Urban trees management methods and their suitability for creating databases. *Ecological Questions*, 30 (1).

UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, POPULATION DIVISION. 2019. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. United Nations. <https://population.un.org/wup>

VEGA-GORGOJO, G.; GIMÉNEZ-GARCÍA, J.M.; ORDÓÑEZ, C.; BRAVO, F. 2022. Pioneering easy-to-use forestry data with forest explorer. *Semantic Web* 13, 147–162.