



Explorando datos abiertos forestales masivos con un navegador web

Guillermo Vega-Gorgojo^{1,2,*} , Cristóbal Ordóñez² , José Miguel Giménez-García¹ , Felipe Bravo² 

(1) Grupo de Sistemas Inteligentes y Cooperativos (GSIC), Universidad de Valladolid, 47008 Valladolid, España.

(2) Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (iuFOR), Universidad de Valladolid, 34004 Palencia, España.

* Autor de correspondencia: Guillermo Vega-Gorgojo [guiveg@tel.uva.es]

> Recibido el 13 de septiembre de 2022 - Aceptado el 19 de octubre de 2022

Como citar: Vega-Gorgojo, G., Ordóñez, C., Giménez-García, J.M., Bravo, F. 2022. Explorando datos abiertos forestales masivos con un navegador web *Ecosistemas* 31(3): 2452. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2452>

Explorando datos abiertos forestales masivos con un navegador web

Resumen: El Explorador Forestal es una aplicación web con la que se puede navegar fácilmente los contenidos de inventarios forestales y mapas forestales ibéricos. Para ello accede a una fuente de datos abiertos enlazados creada en el proyecto europeo Cross-Forest a partir de los datos originales. La aplicación está disponible en <https://forexplorer.gsic.uva.es/> y puede accederse con un simple navegador web en ordenadores de sobremesa, tabletas y móviles. La interfaz de usuario esconde la complejidad de las tecnologías subyacentes, proporcionando un mapa interactivo para navegar a la zona de interés y presentando los datos forestales con el detalle adecuado. La aplicación permite tanto un uso profesional como uno más casual para divulgadores científicos, periodistas de datos o ciudadanos. Hasta el momento 8900 usuarios han empleado el Explorador Forestal y ha aparecido múltiples veces en medios de comunicación.

Palabras clave: acceso a datos geoespaciales; datos abiertos enlazados; datos abiertos forestales; interfaces de usuario; visualizaciones de mapas

Exploring massive forestry open data with a web browser

Abstract: Forest Explorer is a web application for easy browsing the contents of Iberian forest inventories and land cover maps. It exploits a source of Linked Open Data that was created in the European project Cross-Forest from the original sources. The application is available at <https://forexplorer.gsic.uva.es/> and can be accessed through a simple web browser in desktop computers, tablets, and mobile devices. The user interface hides the complexity of the underlying technologies, offering an interactive map for navigating the area of interest and presenting forestry data with the right level of detail. The application allows a professional usage, as well as a more casual one for scientific disseminators, data scientists, or citizens. Until now 8900 users have employed Forest Explorer and the application has appeared multiple times in media.

Keywords: access to geospatial data; Linked Open Data; forestry open data; user interfaces; map visualizations

Introducción

Al igual que otras disciplinas, la ciencia forestal moderna cada vez se basa más en la utilización de grandes bases de datos (Pretzch 2009). Entre éstas destacan los inventarios forestales nacionales, que en el caso español se ofrece como datos abiertos por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/default.aspx>). La metodología seguida se basa en el uso de una malla de 1x1 kilómetros, levantándose una parcela en cada uno de los puntos de la misma y manteniéndose a lo largo de las distintas ediciones al tratarse de un inventario de tipo continuo. La última versión completa del inventario (IFN3) se terminó en 2007, incluyendo alrededor de 1 400 000 árboles muestreados en 91 900 parcelas.

Otra fuente de datos de gran interés en la ciencia forestal son los mapas de cobertura terrestre. El mapa forestal español de 2007 (MFE50) es la última versión completa disponible y tiene una resolución de 50x50 metros. El mapa forestal se compone de teselas, zonas homogéneas de terreno que se acotan con

polígonos. Cada tesela incluye un uso de suelo y las especies arbóreas dominantes, en el caso de un uso forestal. En total, el MFE50 incluye unas 680 200 teselas.

Manejar grandes conjuntos de datos como el IFN3 y el MFE50 no es una tarea fácil. Además del conocimiento del dominio forestal para interpretarlos, hace falta experiencia en bases de datos y disponer de una infraestructura de computación para analizar los datos. Otro problema adicional es que tanto el IFN3 como el MFE50 se ofrecen troceados por provincias, por lo que muchos análisis se complican al requerir una integración no trivial de datos.

Estos problemas los hemos tratado en el proyecto europeo Cross-Forest (<https://crossforest.eu>), trabajando en la integración de datos de inventarios y mapas forestales de España y Portugal con tecnologías de la Web Semántica (Berners-Lee et al. 2002). El resultado es un conjunto de datos abiertos enlazados (Berners-Lee 2007) que integra el IFN3, el MFE50, una versión resumida del inventario forestal portugués (IFN6) y la Cartografía de Ocupación de Suelos portuguesa (COS2018). Además, estos datos están enlazados con otras fuentes como las del NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>), DBpedia (<https://www.dbpedia.org>)

y Wikidata (<https://www.wikidata.org>). En el GitHub de Cross-Forest (<https://github.com/Cross-Forest>) están disponibles los modelos, los conversores y los datos resultantes en este proceso. Puede utilizarse el lenguaje SPARQL (Harris y Seaborne 2013) para realizar consultas arbitrarias sobre dichos datos que están alojados en un almacén de triplas del centro de supercomputación de Castilla y León (<https://crossforest.gsic.uva.es/sparql/>).

Todo este esfuerzo está comprometido por el relativo desconocimiento de las tecnologías semánticas en el ámbito forestal. Así, no es factible asumir que un técnico forestal conozca el lenguaje SPARQL. Aunque existen visualizadores de datos abiertos enlazados para usuarios no expertos en tecnologías semánticas (Dadzie y Rowe 2011; Dadzie y Pietriga 2017; Klímek et al. 2019), la mayoría tienen un soporte limitado a datos geoespaciales (como los del IFN3 y MFE50). Así, en este artículo presentamos el Explorador Forestal, una aplicación web para visualizar fácilmente los contenidos del inventario y mapas forestales ibéricos sin requerir conocimientos de tecnologías semánticas.

El Explorador Forestal

Pretendemos hacer accesible los inventarios y mapas forestales ibéricos a profesionales del sector, así como a un público no experto que engloba a periodistas de datos, divulgadores científicos o la ciudadanía en general. Utilizamos para ello los datos abiertos enlazados publicados en el proyecto Cross-Forest, como describimos arriba. El resultado es el Explorador Forestal, una aplicación web que cumple con los requisitos de la **Tabla 1**.

La arquitectura lógica del Explorador Forestal, así como la información más técnica relativa al acceso a los datos abiertos enlazados, están fuera del alcance de esta comunicación breve; se remite al lector a (Vega-Gorgojo et al. 2022) para una descripción en profundidad de estos aspectos. No obstante, incluimos en la **Tabla 2** un listado de las tecnologías semánticas más relevantes, así como su aplicación en el Explorador Forestal.

Centrándonos en la interfaz de usuario de la aplicación, la hemos diseñado con especial cuidado para que resulte fácil de usar. La **Figura 1** incluye varias capturas de pantalla que ilustran la interfaz de usuario. Debido al requisito de portabilidad, el mapa se presenta a pantalla completa para así adaptarse a diferentes tamaños de pantallas. Como en otras aplicaciones de mapas, las funciones de *zoom* (alejamiento o acercamiento de los contenidos del mapa) y *panning* (desplazamiento de la vista del mapa en cualquier dirección) se proporcionan de manera natural tanto para interfaces táctiles como para las basadas en ratón. Así, los botones de zoom se incluyen en la esquina inferior derecha; el botón adicional con el icono de una persona sirve para navegar a la localización en la que está el usuario (esta funcionalidad es especialmente útil para emplear con un dispositivo móvil en una salida al campo).

Para personalizar los datos a mostrar, la interfaz de usuario incluye un formulario con diferentes controles —ver **Figura 1(a)**—. Este formulario puede ocupar un tamaño importante de la pantalla, especialmente en teléfonos móviles, por lo que puede contraerse pulsando el botón con un “—”; el formulario contraído se muestra en la **Figura 1(b, c y d)**. Dada la importancia de las especies arbóreas tanto para el inventario forestal como para el mapa, el formulario incluye un botón de “Filtrar especie” con el que se puede navegar la taxonomía de especies forestales (obtenida del modelo de datos elaborado en el proyecto Cross-Forest) y así seleccionar uno o más filtros de taxón (especie, género, familia o clase). En la **Figura 1(a)** se muestran dos filtros de especie, *Pinus sylvestris* en color añil y *Pinus pinaster* en marrón. Cada filtro incluye botones de borrado (icono con una “x”), cambio de color (icono de “tinte”) e información adicional (icono de “info”). Pulsando este último botón se muestra una ventana emergente con información disponible de la especie en la DBpedia (una imagen, el enlace a la página correspondiente de la Wikipedia y un texto localizado al idioma del navegador del usuario), tal como se muestra en la **Figura 2**. Se demuestra así una de las ventajas de los datos abiertos enlazados: puede inte-

grarse información de terceros, aprovechando los enlaces creados entre entidades. Volviendo a los filtros de especies, éstos tienen un impacto importante en la vista del mapa: el color del filtro se aplica a las diferentes características (provincias, teselas, parcelas y árboles), mientras que en las ventanas emergentes y en los *tooltips* (textos de ayuda que se muestran al posicionar el cursor sobre algún elemento gráfico) también se muestra información correspondiente al taxón seleccionado.

Del resto de controles del formulario destaca un campo de texto para buscar lugares —obtenidos de GeoNames (<https://www.geonames.org/>)— que sirve para centrar el mapa en el lugar seleccionado. El conmutador “Nombres científicos” permite elegir entre nombres científicos y vulgares de las especies arbóreas. Otros controles son dependientes del nivel de zoom: el conmutador “Mostrar provincias” se muestra para niveles bajos de zoom, permitiendo elegir entre la vista de provincias —**Figura 1(a)**— y la de teselas —**Figura 1(b)**—. Con niveles de zoom intermedios, el usuario puede mostrar o esconder las parcelas del mapa (este control aparecería en la **Figura 1(c)** si el formulario estuviera expandido). La saturación de color de las parcelas puede ajustarse con una barra deslizante. Finalmente, en cualquier momento pueden descargarse los datos de la vista actual del mapa (ver **Figuras 1(a) y 2**).

El Explorador Forestal está desarrollado con el lenguaje JavaScript para facilitar su despliegue como una aplicación web. Así conseguimos que sea portable, pudiendo emplearse en cualquier dispositivo con un navegador web moderno —hemos probado el Explorador Forestal con las últimas versiones de Mozilla Firefox y Google Chrome en varios teléfonos móviles, tabletas y ordenadores personales—. La herramienta está disponible de forma gratuita en <https://forestexplorer.gsic.uva.es/>.

En noviembre de 2019 publicamos una primera versión del Explorador Forestal. La **Figura 3** muestra algunos datos de uso recogidos con Google Analytics (<https://www.google.com/analytics>). Así, unos 8900 usuarios han utilizado la aplicación en 16 300 sesiones con un tiempo medio de sesión de 5m 27s. El 74% del tráfico viene de España, el 4% de Portugal y el resto de terceros países. El Explorador Forestal ha aparecido múltiples veces en medios de comunicación, por ejemplo en el diario.es (https://www.eldiario.es/tecnologia/crean-explorador-forestal-seguimiento-incendios_1_1173958.html), así como en dos entrevistas en el Diario de Valladolid (<https://diariodevalladolid.elmundo.es/articulo/innovadores/arboles-a-golpe-de-clic/20200114135459370918.html>) y en El Economista (<http://l.e.economista.es/rts/go2.aspx?h=260137&tp=i-H43-Dc-6T8-FyPmJ-1c-1gVE-1c-FyOR8-1NwpSj>).

Conclusión

El Explorador Forestal es una aplicación web que permite visualizar datos abiertos enlazados forestales ibéricos. Concretamente, se puede acceder a la información de la tercera edición del IFN español y a información resumida del Inventario Forestal Portugués, sobre una base cartográfica que incluye tanto la información del Mapa Forestal Español como del Mapa de Usos del Suelo portugués. El Explorador Forestal ofrece un mapa interactivo que esconde la complejidad de las tecnologías semánticas subyacentes. Los datos de uso recogidos hasta el momento reflejan que esta aplicación es accesible, posibilitando su uso por expertos del dominio forestal y por otros colectivos.

Nuestro trabajo futuro incluye la ampliación de la emergente nube de datos forestales enlazados iniciada en el proyecto Cross-Forest con otras cartografías temáticas de interés, el Inventario de Erosión de Suelos, orografía, tipificación de suelos, etc. También está previsto incluir datos LiDAR, así como nuevas versiones de inventarios nacionales y mapas forestales en el marco del proyecto LOD.For.Trees (TED2021-130667B-I00). Todos estos datos serán accesibles vía el Explorador Forestal. Además, abordaremos el apoyo a procesos de gestión y planificación forestales, proporcionando así unas capacidades de uso más profesionales para esta aplicación.

Tabla 1. Requisitos del Explorador Forestal.**Table 1.** Requirements of Forest Explorer.

Requisito	Descripción
Portable	Debe poder utilizarse en dispositivos heterogéneos que incluyen ordenadores domésticos, tabletas y teléfonos móviles. Además, la instalación debe ser lo más sencilla posible para facilitar su adopción.
Interfaz de usuario basada en un mapa interactivo	Los usuarios finales no requerirán conocer tecnologías semánticas como SPARQL. En vez de esto, la aplicación ofrecerá visualizaciones basadas en un mapa interactivo utilizando controles típicos de navegación de mapas como funciones de zoom o <i>panning</i> sobre la zona de interés a explorar.
Adaptable a diferentes niveles de zoom	La aplicación debe servir para explorar tanto zonas extensas como reducidas. En el primer caso debe obtenerse información agregada, así como geometrías de menor resolución. Al tratar con zonas pequeñas hay que incluir información de detalle (como las de los árboles incluidos en el inventario), así como geometrías de mayor resolución.
Capacidades de filtrado	Los usuarios deben poder controlar la información que se muestre. Esto incluye la selección de filtros de especies arbóreas, así como el control de los elementos de la vista, por ejemplo, intercambiar la visualización de provincias por la de teselas.
Multilingüe	La herramienta debe estar disponible para los idiomas español, portugués e inglés.

Tabla 2. Principales tecnologías semánticas empleadas en el Explorador Forestal.**Table 2.** Main semantic technologies employed in Forest Explorer.

Término	Descripción	Uso en el Explorador Forestal
Web Semántica	Evolución de la Web clásica a una Web basada en datos, distribuida en múltiples nodos y pudiendo emplearse por aplicaciones como si fuera una base de datos de alcance global.	El Explorador Forestal es una aplicación que consume datos de la Web Semántica.
Datos abiertos enlazados	Realización de la Web Semántica mediante la aplicación de un conjunto de principios para la publicación de datos que conlleva el uso de ciertos formatos del W3C, así como el enlazado con fuentes de datos de terceros.	Las fuentes de datos empleadas por el Explorador Forestal han sido construidas siguiendo los principios de los datos abiertos enlazados.
Ontologías	A veces llamadas vocabularios, las ontologías son modelos de datos compartidos en los que se definen los términos empleados para anotar los datos. Compartiendo las ontologías se facilita la integración de datos incluso con proveedores diferentes.	Para la publicación como datos abiertos enlazados de inventarios y mapas forestales hemos empleado varias ontologías: sistemas de coordenadas, posiciones, medidas, taxones, etc.
SPARQL	La Web Semántica puede verse como una base de datos global, por lo que hace falta un lenguaje de consultas. Ese lenguaje es SPARQL y tiene un papel similar al de SQL en las bases de datos relacionales.	El Explorador Forestal utiliza SPARQL para obtener la información necesaria para crear las diferentes visualizaciones.
DBpedia	Uno de los principales conjuntos de datos de la Web Semántica, construido a partir de la Wikipedia. Utiliza una ontología propia para anotar los datos, pudiendo consultarse vía SPARQL en https://dbpedia.org/sparql	DBpedia es una de las fuentes empleadas por el Explorador Forestal, en concreto para obtener información de los taxones.

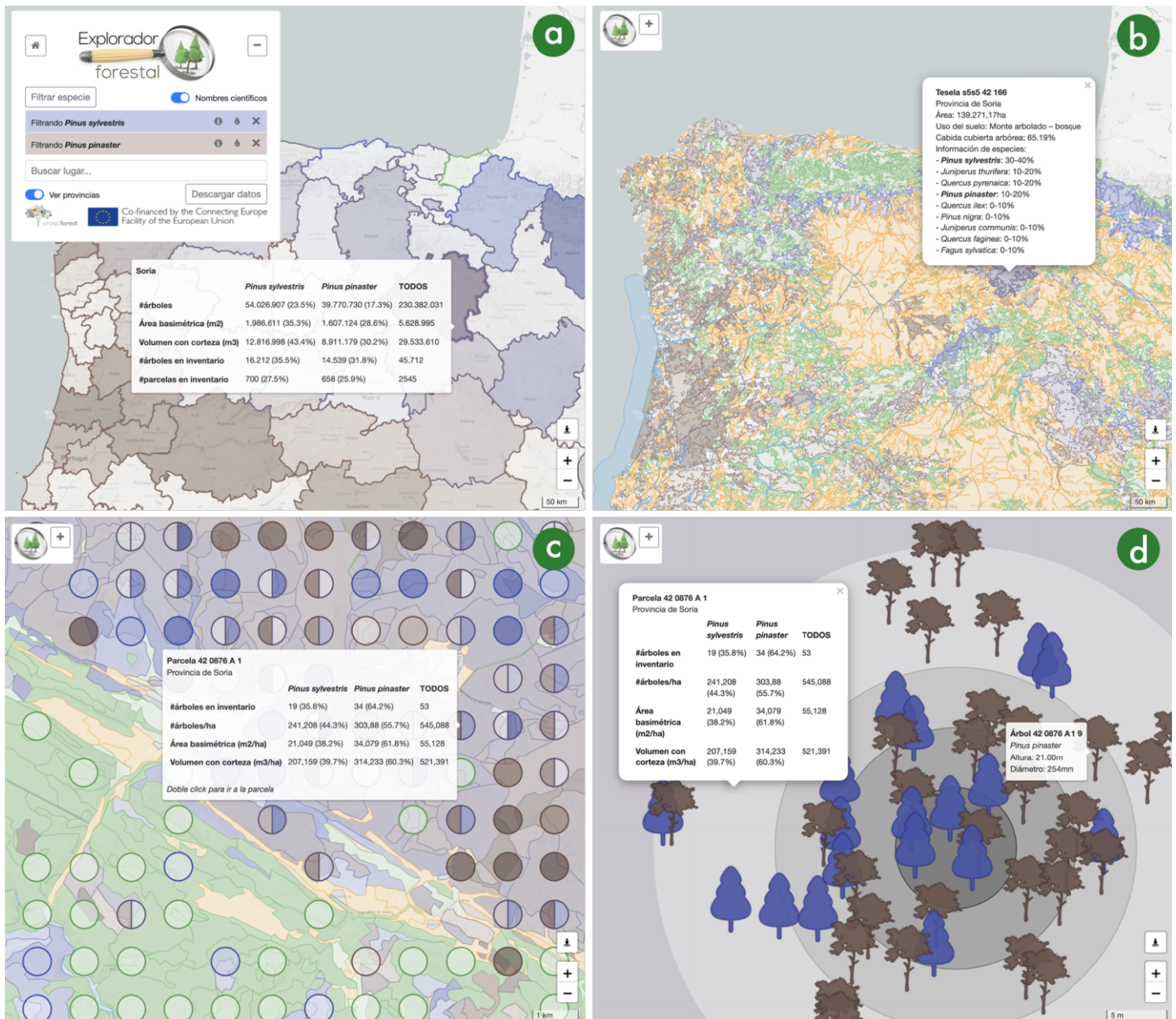


Figura 1. Capturas de pantalla de la interfaz de usuario del Explorador Forestal. (a) Vista por provincias de un área extensa que incluye a España y a Portugal (ver la escala en la esquina inferior derecha); el formulario de arriba a la izquierda está expandido, mostrando dos filtros de especies, *Pinus sylvestris* en color añil y *Pinus pinaster* en marrón; los datos de inventario para la provincia de Soria se muestran en un tooltip. (b) Vista de las teselas de un área extensa que incluye a España y a Portugal; el formulario de arriba a la izquierda está contraído; las teselas se pintan en diferentes colores según su uso (agrícola en naranja, agua en azul, artificial en gris y bosques en verde); las teselas de monte que incluyen las especies filtradas se pintan con el color del filtro correspondiente (añil y marrón en este caso); una ventana emergente muestra los datos de una tesela de uso forestal en la provincia de Soria. (c) Vista de un área forestal pequeña (ver escala en la esquina inferior derecha) en la provincia de Soria; las parcelas se pintan como círculos por encima de las teselas del mapa; el código de colores de teselas y parcelas es el mismo que antes; un “tooltip” muestra los datos de inventario de una de las parcelas. (d) Vista de un área forestal muy reducida centrada en la parcela de Soria destacada en (c); se muestran marcadores de árboles en las posiciones reales de la parcela utilizando iconos ajustados al taxón de cada árbol y filtros de color como antes; una ventana emergente muestra los datos de la parcela; un “tooltip” muestra la especie, altura y diámetro de uno de los árboles. Modificado de Vega-Gorgojo et al. 2022.

Figure 1. Snapshots of the user interface of Forest Explorer. (a) Province view of a large area that includes Spain and Portugal (check the map scale at the bottom right); the top-left form is expanded, showing two species filters, *Pinus sylvestris* in indigo color and *Pinus pinaster* in brown; the inventory data for the province of Soria are displayed in a tooltip. (b) Patch view of a large area that includes Spain and Portugal; the top-left form is collapsed; patches are rendered in different colors depending on their use (farms in orange, water in blue, artificial in gray, and forests in green); patches with a forestry use that include the species filters are rendered with the corresponding filter color (indigo and brown in this case); a popup shows the data of a patch with a forestry use in the province of Soria. (c) View of a small forestry area (check the map scale at the bottom right) in the province of Soria; plots are rendered as solid circles on top of the patch layer; the color code for patches and plots is the same as before; a tooltip shows the inventory data of a plot. (d) View of a tiny forestry area centered in the same plot of the tooltip in (c); tree markers are rendered in the real positions of the plot using icons fitted to the corresponding tree taxon and color filters as before; a popup shows the data of the plot; a tooltip shows the species, height and diameter of one of the trees. Modified from Vega-Gorgojo et al. 2022.



Figura 2. Captura de pantalla de la interfaz de usuario del Explorador Forestal en la que se muestra una ventana emergente con información de la especie *Pinus pinaster* proveniente de la DBpedia (imagen, descripción textual y enlace a la Wikipedia), ilustrando así el uso de datos abiertos enlazados.

Figure 2. Snapshot of the user interface of Forest Explorer, showing a popup with information about *Pinus pinaster* species extracted from DBpedia (image, textual description, and Wikipedia link), thus showing the use of Linked Open Data.

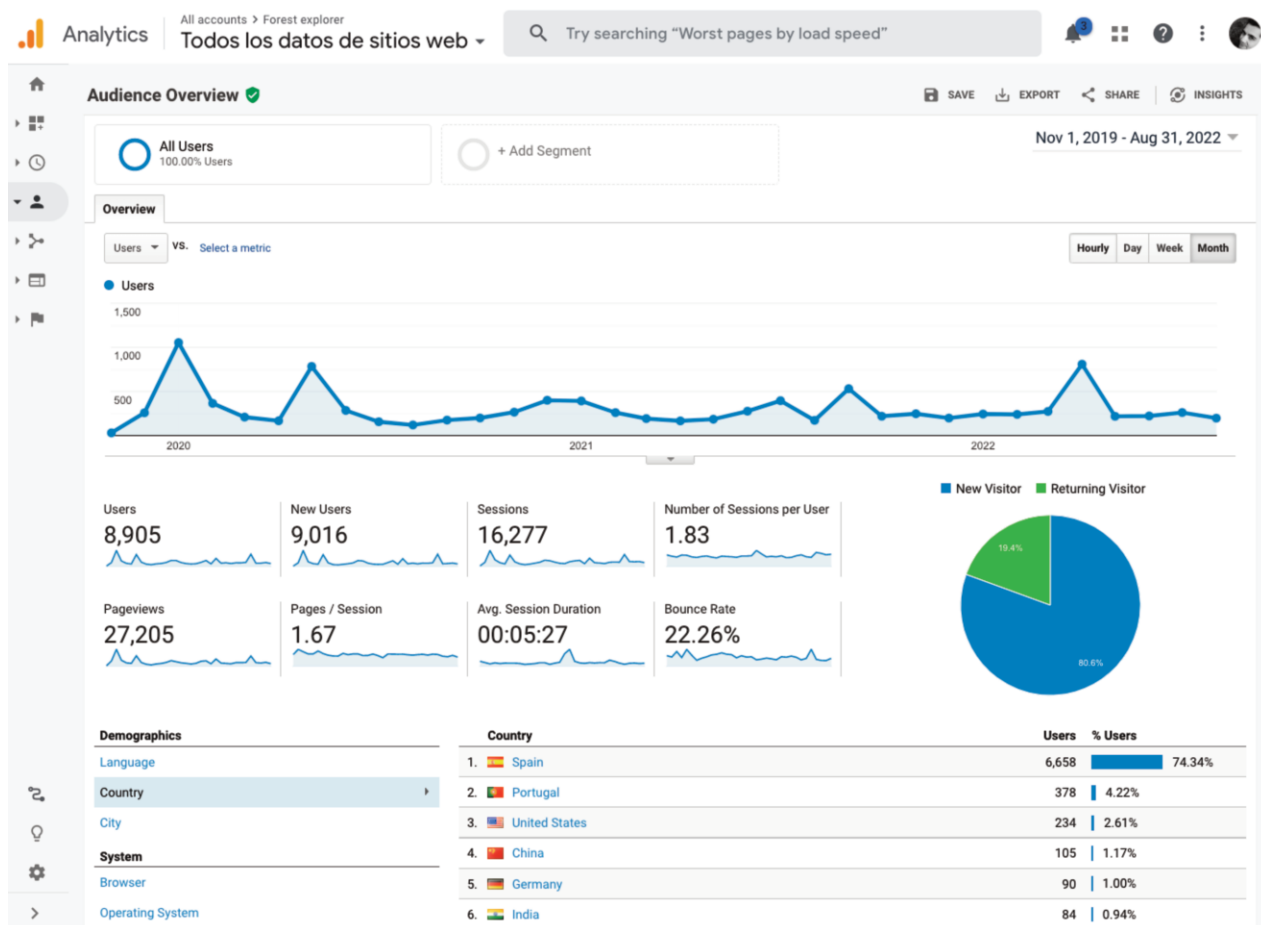


Figura 3. Resumen de la audiencia del Explorador Forestal entre noviembre de 2019 y agosto de 2022 según los datos recogidos con Google Analytics.

Figure 3. Summary of the uptake data of Forest Explorer between November 2019 and August 2022, data taken with Google Analytics.

Contribución de los autores

Guillermo Vega-Gorgojo: Redacción – borrador original, Conceptualización, Software.

Cristóbal Ordóñez: Redacción – revisión y edición, Conceptualización, Metodología.

José Miguel Giménez-García: Redacción – revisión y edición, Conceptualización, Curaduría de datos.

Felipe Bravo: Redacción – revisión y edición, Conceptualización, Metodología, Adquisición de fondos.

Financiación

Esta investigación ha sido financiada por los proyectos europeos Cross-Forest (CEF 2017-EU-IA-0140) y Virtualization of Forest Studies (Erasmus + 2020-1-ES01-KA226-HE-095836), así como por el proyecto nacional LOD.For.Trees: Forestry Linked Open Data and Applications (TED2021-130667B-I00).

Referencias

- Berners-Lee, T., Hendler, J., Lassila, O. 2002. The Semantic Web. *Scientific American* 284(5): 34–43.
- Berners-Lee, T. 2007. Linked Data. [en línea] [Accedido 18-11-2022]. Recuperado de: <https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>
- Dadzie, A.-S., Rowe, M. 2011. Approaches to visualising Linked Data: A survey. *Semantic Web* 2(2): 89–124.
- Dadzie, A.-S., Pietriga, E. 2017. Visualisation of linked data – reprise. *Semantic Web* 8(1): 1–21.
- Harris, S., Seaborne, A. 2013. *SPARQL 1.1 Query Language (W3C Recommendation)*. World Wide Web Consortium (W3C), MIT/CSAIL, Estados Unidos; ERCIM, Francia; Keio, Japón; Beihang, China. Disponible en: <https://www.w3.org/TR/sparql11-query/>
- Klímek, J., Škoda, P., Nečaský, M. 2019. Survey of tools for Linked Data consumption. *Semantic Web* 10(4): 665–720.
- Pretzsch, H. 2009. *Forest dynamics, growth and yield*. Springer, Cham, Suiza.
- Vega-Gorgojo, G., Giménez-García, J.M., Ordóñez, C., Bravo, F., 2022. Pioneering easy-to-use forestry data with Forest Explorer. *Semantic Web* 13(2): 147-162.