

ANEXO III. MEMORIA FINAL DE PROYECTO

*La memoria debe contener un mínimo de cinco y un máximo de **DIEZ** páginas, incluidas tablas y figuras, en el formato que se publicará en la página web de innovación y en la Revista. La plantilla que se utilizará será:*

TITULO ARTICULO RECURSOS DIDÁCTICOS PARA LA LOCALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MUSGOS Y HEPÁTICAS EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA

TITLE ARTICLE DIDACTIC RESOURCES FOR THE LOCALIZATION AND IDENTIFICATION OF MOSSES AND LIVERWORTS IN THE CITY OF CÓRDOBA

Purificación Alcázar Teno*
Herminia García Mozo
Carmen García Llamas
M^a del Pilar Plaza García
José Márquez Serrano
Diego Nieto Lugilde
María José Velasco Jiménez
Moisés Martínez Bracero
Rocío López Orozco
Carmen Galán Soldevilla

bv2altep@uco.es (*Author with specification for Corresponding Author)

Universidad de Córdoba

Received: dd/mm/yyyy

Accepted: dd/mm/yyyy

Abstract

This project of educational innovation tries to use the city of Córdoba as an educational resource for teaching plant biology, specifically mosses and liverworts. The aim is to bring the organisms of these groups closer to the students since, although they tend to go unnoticed due to their small size, they are very present in the cities. The objectives of the work have been to design routes in the city that can be done with the students where it is common to find different species of bryophytes and on the other hand, to provide the students with material so that they can carry out the identification of the species in an autonomous way. A series of itineraries have been developed in the city of Córdoba and in the University Campus of Rabanales. Along the itineraries the species that can be found in each of the marked points along the route have been marked with a label so that the students can find the species without difficulty and at the same time a didactic guide has been elaborated including a small introduction of the bryophytes, a dichotomous key for the identification of the species using morphological characters easily observable to the naked eye and a photographic guide with photos and more detailed descriptions of the liver and moss species that have been found most frequently in the city of Córdoba. This material has been prepared in Spanish and English.

Keywords: Liverworts, mosses, bryophytes, identification, Córdoba city. (máx. 5)

Resumen

Este proyecto de innovación educativa trata de utilizar la propia ciudad de Córdoba como recurso educativo para la enseñanza del mundo vegetal, en concreto de musgos y hepáticas. Se trata de acercar los organismos de estos grupos al alumnado, ya que aunque suelen pasar desapercibidos por su pequeño tamaño, están muy presentes en las ciudades. Los objetivos del trabajo han sido diseñar rutas en la ciudad que se puedan realizar con el alumnado en las que sea frecuente encontrar diferentes especies de briofitos y aportarles material para que pueda realizar de forma autónoma la identificación de las especies. Se han desarrollado una serie de itinerarios por la ciudad de Córdoba y por el Campus Universitario de Rabanales en los que se han añadido con una señal las especies que se pueden encontrar en cada uno de los puntos marcados a lo largo de la ruta, para que el alumnado pueda encontrar las especies sin dificultad. Por otro lado, se ha elaborado una guía didáctica que incluye una pequeña introducción de los briofitos, una clave dicotómica para la identificación de la especie, utilizando caracteres morfológicos fácilmente observables a simple vista y una guía fotográfica con fotos y descripciones más detalladas de las especies de hepáticas y musgos que se han encontrado con mayor frecuencia en la ciudad de Córdoba. El material se ha elaborado en español y en inglés.

Palabras clave: hepáticas, musgos, briofitos, identificación, Córdoba ciudad (máx. 5)

1. INTRODUCCIÓN

Las salidas del aula son un recurso atractivo para el alumnado lo que hace que aumente su atención e interés, a la vez que facilita la asimilación de contenidos. Salir de la rutina del aula o laboratorio hace que el estudiante esté más receptivo y adquiera conocimientos de una forma más dinámica y amena. En la enseñanza del mundo vegetal, a la hora de planificar salidas, solemos centrarnos en espacios naturales pero a veces la propia ciudad es un recurso de gran riqueza en cuanto a biodiversidad vegetal que, por lo general, nos suele pasar desapercibido. Por ello, nos parece interesante utilizar la ciudad para conocer aquellas especies vegetales más cercanas al alumnado. En el caso concreto de este proyecto nos hemos centrado en diferentes especies de musgos y hepáticas presentes en la ciudad de Córdoba. Al tratarse de organismos de pequeño tamaño suelen pasar desapercibidos y, sin embargo, existe un buen número de especies en nuestra ciudad. Se pretende dotar al alumnado del material necesario para que, a lo largo de una ruta diseñada y establecida de antemano, pueda identificar algunas de las especies de musgos y hepáticas que se pueden encontrar a lo largo de la misma. Dicho material será una pequeña clave dicotómica junto a una guía fotográfica para la identificación de los ejemplares. Por otro lado, no cabe duda de que al alumnado le resultan cada vez más atractivos los recursos digitales, y en particular el uso de dispositivos móviles, por lo que se acompañará dicho material con un mapa virtual de la ciudad en el que se indicará la ruta a seguir y los puntos calientes en los que se suelen encontrar las diferentes especies. La disponibilidad de estos recursos permitirá al alumnado realizar un aprendizaje autónomo utilizando el material elaborado, tanto en las salidas programadas con el profesorado como en salidas individuales que realice cada estudiante.

2. OBJETIVOS

Diseñar una ruta por la ciudad de Córdoba en la que queden identificados algunos de los puntos donde es frecuente encontrar diferentes especies de briofitos.

Aportar material al alumnado para facilitar el proceso de aprendizaje de forma autónoma mediante la elaboración de una pequeña clave y una guía fotográfica de briofitos.

Presentar dicho material también en inglés para que esté disponible para el alumnado de asignaturas incluidas en el plan de plurilingüismo que se están impartiendo actualmente en inglés.

Realizar un mapa virtual de la ciudad con ayuda de Google Earth en el que aparezca la ruta elaborada y sobre la que se desplieguen los puntos en los que se pueden encontrar especies de briofitos.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Se pretende utilizar una metodología que permita que el alumnado sea partícipe de su propio aprendizaje. Para ello se facilitarán unas sencillas claves dicotómicas que permitan identificar las diferentes especies de musgos y hepáticas localizadas en la ciudad de Córdoba. De esta forma, el profesorado tendrá la función de acompañar al alumnado en su aprendizaje para servir de apoyo cuando sea necesario, clarificar términos o reafirmar su aprendizaje. Las claves se acompañarán también de una guía fotográfica que facilitará el reconocimiento e identificación de las especies. De esta manera las salidas se pueden realizar no solo en compañía del profesorado sino que pueden presentarse como salidas autodidactas. Se diseñará también un itinerario con ayuda de Google Earth que permita establecer una ruta a priori para conocer el recorrido a realizar de forma previa. Este itinerario se facilitará al alumnado antes de la salida para que conozca la ruta que se va a realizar por la ciudad, a la vez que permita establecer puntos de interés donde se pueden encontrar especies significativas. Este tipo de programas nos ha facilitado la elaboración del itinerario didáctico a seguir.

Las claves y guías se han elaborado también en inglés para ofertarlas dentro de las asignaturas del plan de plurilingüismo de la UCO, ya que algunas de las asignaturas implicadas en este proyecto se están impartiendo actualmente en este idioma.

Para que el aprendizaje sea aún más activo para el alumnado, y con herramientas que les resulten atractivas, se ha utilizado la aplicación Google Earth para Android que permite indicar al estudiante el itinerario a seguir, la posición en la que se encuentra, así como los puntos de interés en dicha ruta donde se pueden encontrar las diferentes especies de musgos y hepáticas. Una vez que el alumnado acceda a un punto de interés contará con una nota informativa de la especie o especies que se pueden encontrar en ese punto.

imagen

4. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

Esperamos aumentar la motivación del alumnado para descubrir diferentes organismos vegetales que están presentes en su ciudad. Las herramientas desarrolladas permitirán captar la atención de los estudiantes y les ayudarán a ser conscientes de la gran diversidad vegetal que podemos encontrar, no solo en nuestros espacios naturales sino también en las zonas urbanas.

Estos recursos pueden resultar útiles para un gran número de estudiantes de diferentes titulaciones, como por ejemplo las relacionadas con el Conocimiento del Medio Natural del grado de Primaria en Ciencias de la Educación o asignaturas como Botánica y Geobotánica del grado de Biología o Bases Botánicas para la Gestión del Medioambiente del grado de Educación Ambiental de la Facultad de Ciencias.

Gracias al trabajo realizado en este proyecto se han obtenido como resultados los siguientes itinerarios que se pueden proponer al alumnado para la fácil localización de briofitos en la ciudad de Córdoba:

Itinerarios para la localización e identificación de musgos y hepáticas en la ciudad de Córdoba

Itinerario 1: Córdoba ciudad

Longitud: 13 km

Zonas visitadas: Parque Juan Carlos I, Parque Cruz Conde, Monumento Natural “Sotos de la Albolafia”, Jardines Huerto de Orive, Jardines de Colón, Vial Norte, Jardines Elena Moyano (Madre Coraje), Parque de La Asomadilla y Arroyo de la Palomera.

Taxones detectados (12): *Orthotrichum* sp, *Lunularia cruciata*, *Tortula muralis*, *Bryum* sp, *Riccia* sp, *Sphaerocarpos* sp, *Funaria* sp, *Rhynchostegium megapolitanum*, *Fossombronia* sp, *Reboulia* sp, *Targionia* sp. y *Grimmia* sp.

Itinerario 2: Campus de Rabanales

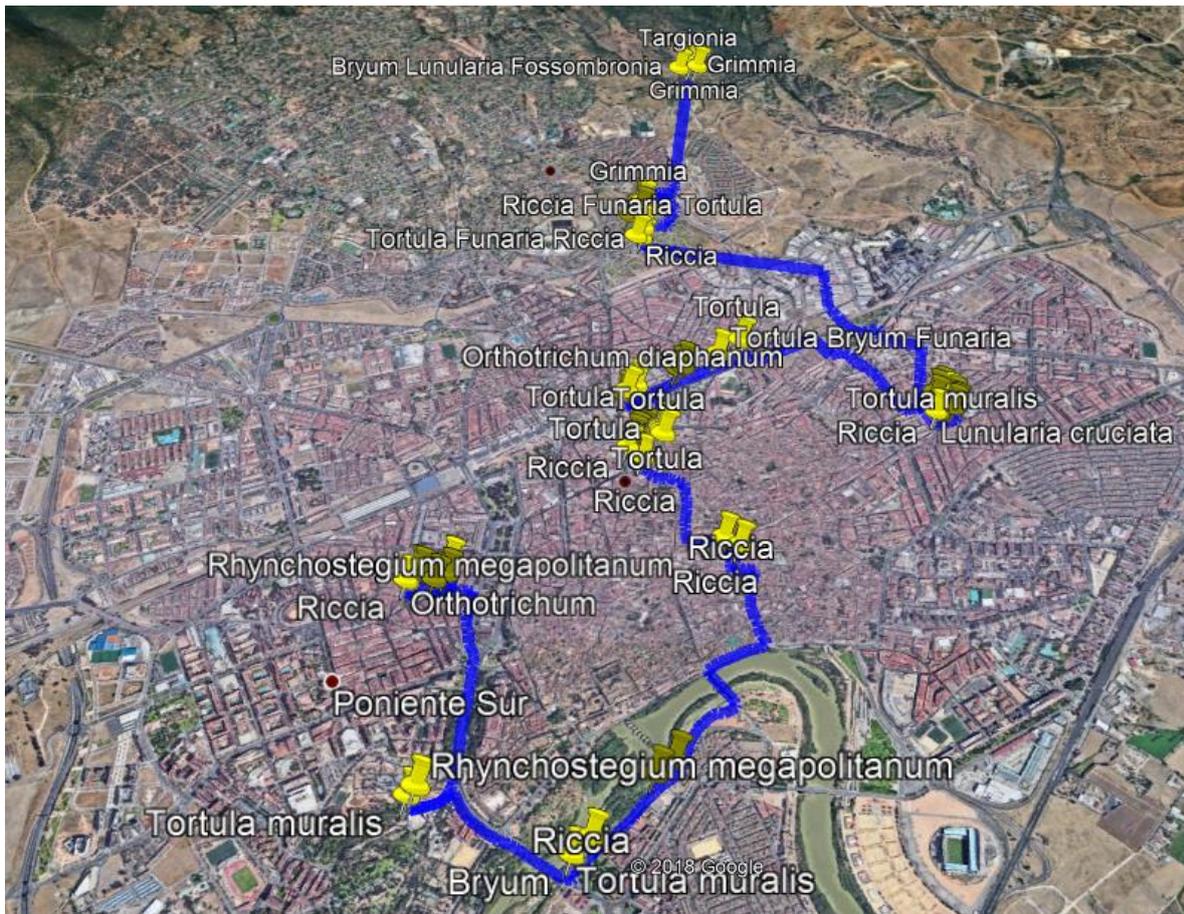
Longitud: 304 m

Zonas visitadas: Entorno de los jardines del Paraninfo (Edificio de Gobierno) y del Salón de Actos Juan XXIII.

Taxones detectados (7): *Orthotrichum* sp, *Lunularia cruciata*, *Tortula muralis*, *Bryum* sp, *Riccia* sp, *Funaria* sp. y *Grimmia* sp.

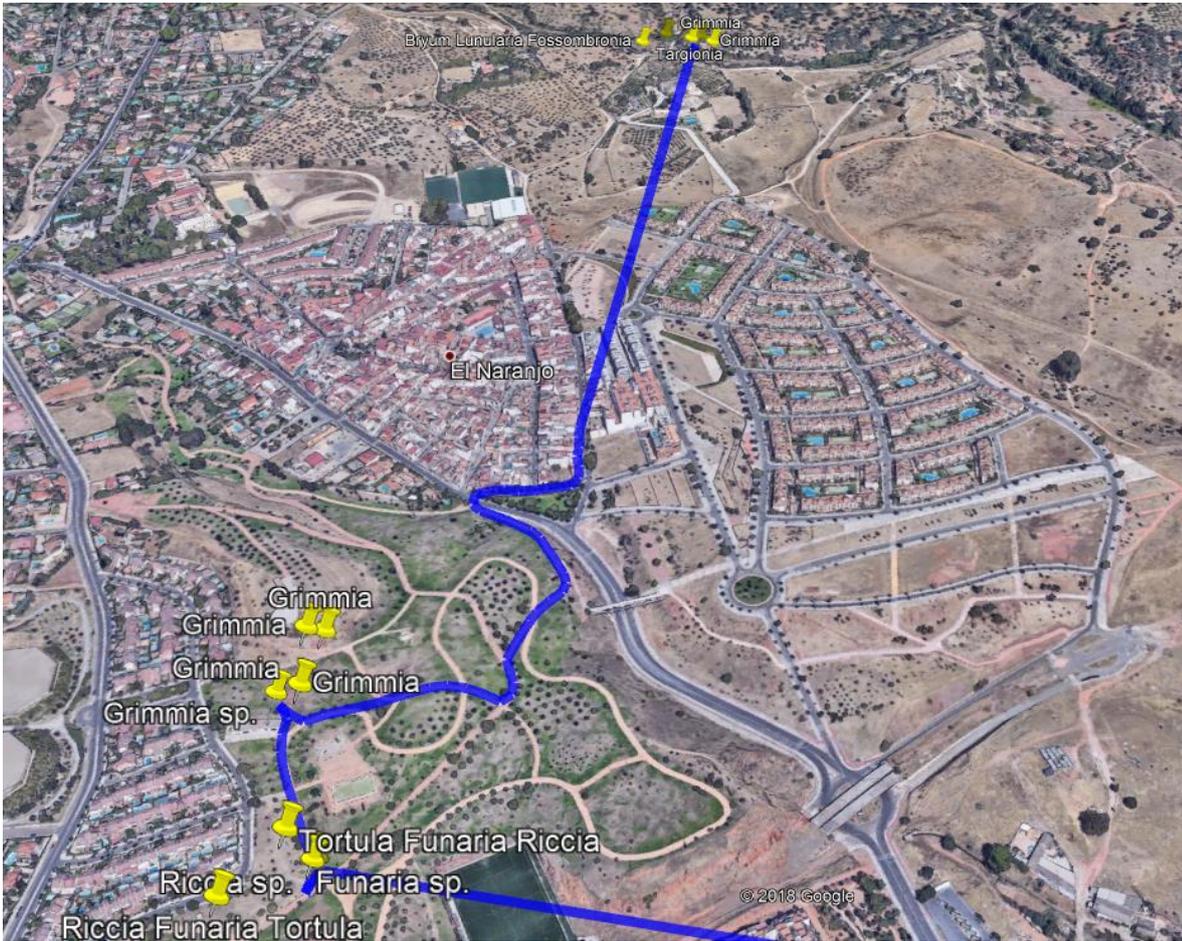
En una carpeta de acceso público en Dropbox o Google Drive se incluirá este documento y los archivos de los transectos dibujados en Google Earth. En Google Earth aparecen las diferentes rutas que componen el itinerario total y las especies encontradas en los diferentes recorridos.

En la siguiente imagen se puede observar el itinerario realizado en la ciudad de Córdoba, tal y como aparece en Google Earth que cuenta con un total de 13 Km y 12 taxones detectados entre hepáticas y musgos que han sido marcados mediante chinchetas amarillas a lo largo del recorrido. Dicho recorrido se puede ampliar para centrarse en una zona concreta y poder visualizar con mayor facilidad la zona y el nombre de las especies presentes.

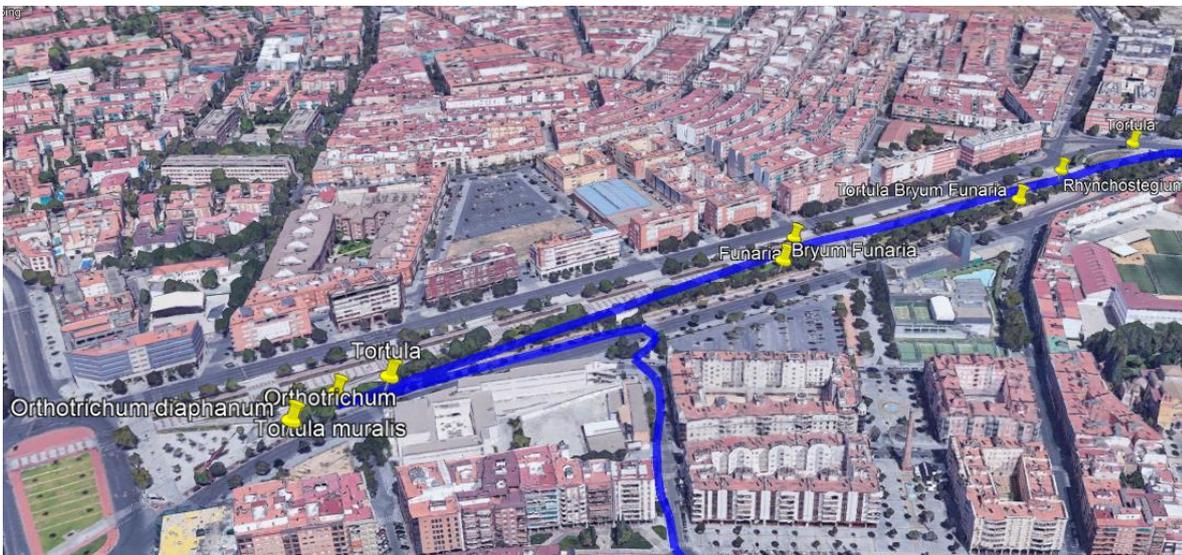


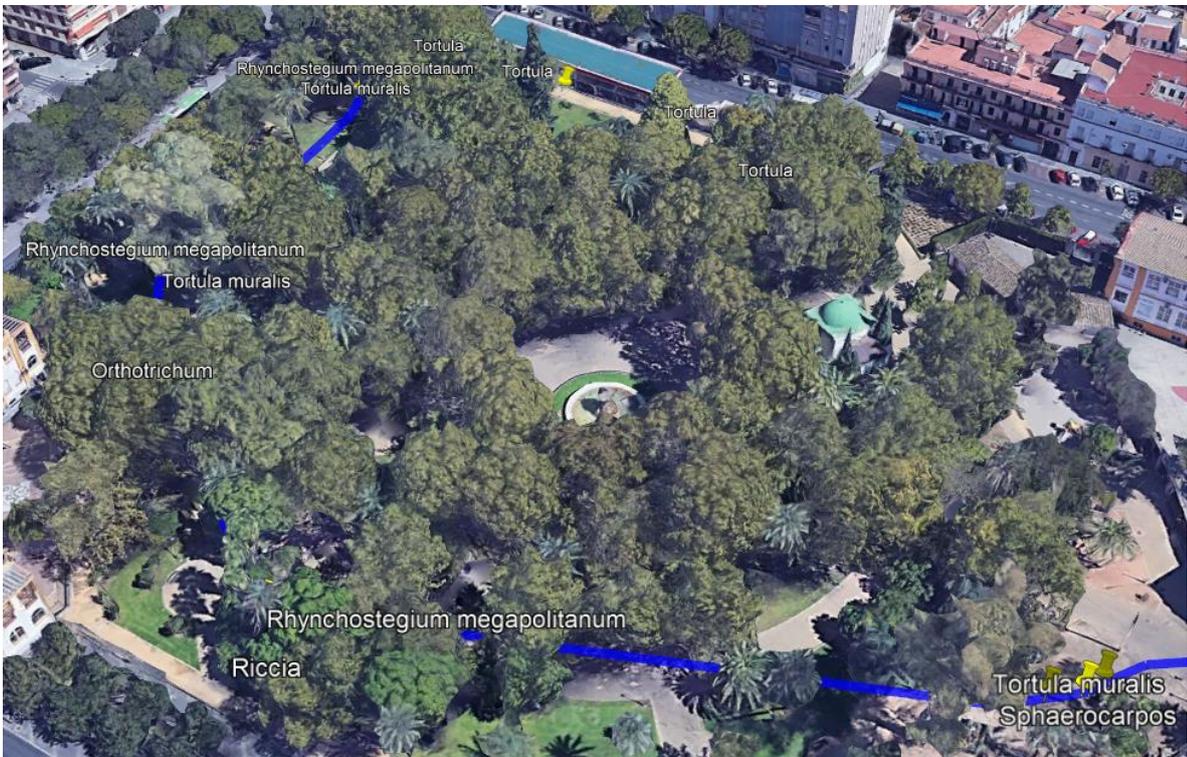
El itinerario realizado a lo largo de la ciudad se puede dividir en pequeños itinerarios fácilmente abordables durante las sesiones prácticas de las asignaturas que se pueden beneficiar de estos recursos. Estos pequeños itinerarios se realizan en diferentes zonas verdes urbanas de Córdoba y se han concentrado en un único recorrido, tal y como aparece en la imagen. En las siguientes imágenes aparecen los itinerarios realizados en algunos de los jardines incluidos en el estudio.

Las imágenes que aparecen a continuación muestran el recorrido realizado en El Parque de la Asomadilla y posteriormente en el Barrio Naranjo, en la zona del arroyo de la Palomera que suele ser lugar habitual para realizar las prácticas de diferentes asignaturas impartidas por el profesorado del departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal relacionadas con la Botánica.



A continuación aparecen los itinerarios realizados en El Vial Norte, Jardines del Parque Juan Carlos I y Jardines de Colón respectivamente.





Por otro lado se ha elaborado un manual para uso del alumnado en tamaño cuartilla, para que sea de fácil manejo durante las salidas, en el que se incluye una pequeña introducción sobre los briofitos y en concreto sobre los dos grupos incluidos en el trabajo: musgos y hepáticas, una clave dicotómica para la identificación de las especies utilizando caracteres morfológicos fácilmente observables y una guía fotográfica con descripciones detalladas de los briofitos que se pueden observar con mayor facilidad en la ciudad de Córdoba. Todas las fotografías y dibujos que aparecen en dicho material son de elaboración propia del equipo que ha participado en este proyecto de innovación docente.

En las siguientes imágenes aparecen la portada del manual elaborado, la clave utilizada para la identificación de especies y dos páginas de la guía fotográfica para presentar el diseño de la misma.

Recursos didácticos para la localización e identificación de musgos y hepáticas en la ciudad de Córdoba



Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal
Universidad de Córdoba

CLAVES BRIOFITOS (musgos y hepáticas)

1. Gametofito de estructura foliosa, con caulidios y filidios diferenciados. Esporofito levantado del gametofito por una seta visible y normalmente coloreada (musgos)2
1. Gametofito de estructura talosa. Esporofito efimero, sin seta o con seta hialina (hepáticas).....7
2. Filidios con pelo hialino en el ápice.....3
2. Filidios sin pelo hialino en el ápice.....5
3. Esporofito con seta larga, de hasta 1cm. Cápsula cilíndrica con opérculo alargado.....*Tortula* sp.
3. Esporofito con seta corta, menor a 1cm.....4
4. Esporofito inmerso entre los filidios.....*Orthotrichum* sp.
4. Esporofito con seta curvada. Cápsula ovoide.....*Grimmia* sp.
5. Esporofito con seta flexuosa, cápsula piriforme y opérculo alargado.....*Funaria* sp.
5. Esporofito de otra forma.....6
6. Esporofito con cápsula colgante. Opérculo cónico.....*Bryum* sp.
6. Esporofito con cápsula no colgante. Opérculo alargado.....*Rhynchostegium* sp.
7. Talo con margen sinuoso de color verde claro. Esporofito visible, con cápsula esférica de color negro y seta hialina.....*Fossombronia* sp.
7. Esporofito no visible.....8
8. Talo ligeramente lobulado, con poros visibles y con conceptáculos en forma de media luna..*Lunularia* sp.
8. Talo sin conceptáculos visibles.....9
9. Talo desarrollando unos involucros globosos que protegen los gametangios.....*Sphaerocarpos* sp.
9. Talo sin involucros.....10
10. Talo con poros aeríferos visibles y borde oscuro.....11
10. Talo sin poros aeríferos visibles y sin borde oscuro.....*Riccia* sp.
11. Talo de 0,5-1 cm de ancho, con gametangióforos visibles.....*Reboulia* sp.
11. Talo de 1-3 mm, sin gametangióforos visibles.....*Targionia* sp.

Sphaerocarpos Boehm

Plantas efímeras, se desarrollan en la época húmeda. Talos anuales, dioicos, forman pequeñas rosetas de color verde claro de una sola capa de células, con contorno lobulado. Rosetas densamente cubiertas por involucros que protegen los órganos sexuales (arquegonios y anteridios), los masculinos tubulares, muy pequeños y dos veces más altos que anchos, los femeninos ovoides o piriformes. Esporas unidas en tétradas. Rizoides no ramificados, de pared lisa, incoloros, que surgen en la base o cerca de la base de la superficie ventral o a lo largo de la región costal. El nombre proviene de sphaera (redondo) y carpos (fruto).



Sphaerocarpos michellii Bellardi

Talos de 1-3 mm de diámetro, los masculinos más pequeños, de 1 mm, los femeninos algo mayores, agregados en rosetas de color verde claro. Involucros masculinos tubulares, los femeninos ovoides. Esporas en tétradas de 80-100 µm de diámetro, de parduzco a casi negro en la madurez, muy regulares, espinosas y sin margen membranoso. *S. texanus*, solo puede distinguirse por las esporas, tétrada de 130-160 µm de diámetro, rodeada de margen membranoso. Hábitats húmedos, poco alterados, descubiertos, bordes de cultivos, zonas descuidadas de jardines, viveros, taludes o caminos de bosques.

Thalli on damp soil, densely covered with pear-shaped involucre. Oil-bodies absent. *S. michellii* with spore tetrads spinulose in silhouette, brownish black, 70-100 µm in diam. Spores with hexagonal alveolae, 10-14 µm wide. On acidic loamy soil on cultivated land. At low altitudes. Southern N. America, S. America, Mediterranean-atlantic Macaronesian; in Europe north to England, the Netherlands, Germany and Poland. *S. texanus* spore tetrads winged in silhouette, reddish brown, 130-160 µm in diam. Spores with alveolae 20-36 µm wide. Similar habitats.

Grimmia Hedw

Plantas acrocárpicas, que forman almohadillas densas o laxas, céspedes que se desintegran fácilmente o matas, glaucas, verdes, de un amarillento o verde oliváceo a negruzcas. Caudicios rectos o ascendentes, simples o de irregular a dicotómicamente ramificados. Rizoides en la base de los caudicios, raramente también dispersos a lo largo de los caudicios, parduscos, lisos. Filidios erectos, adpresos o flexuosos, ocasionalmente homómalos o dispuestos en espiral alrededor del tallo en seco, de erectos a extendidos en húmedo, lineares, ovales, lanceolados, lingüiformes, oblongos o triangulares, cóncavos acanalados o aquillados, plegados o no, con o sin una punta hialina cilíndrica que puede ser plana en la base, lisa, entera, dentada o, raramente, ciliada; ápice de obtuso a acuminado; márgenes enteros, planos o variablemente recurvados. Propágulos no desarrollados o pluricelulares, esféricos, ovales o elípticos, verdes o parduscos, de paredes hialinas o coloreadas. Seta recta o curvada, incluso retorcida en espiral en algunos individuos, de longitud variable, desde más corta que la cápsula hasta más larga. Cápsula estegocárpica, immersa, emergente o exerta, de color pajizo, pardusco o pardo oscuro; urna subglobosa, ovoide, elipsoide o fusiforme, simétrica o asimétrica y ventricosa en la base, lisa o con costillas longitudinales; columela persistente. Anillo simple y persistente o compuesto y caedizo. Opérculo de cónico a largamente rostrado. Caliptra cucullada o mitrada, lisa, que alcanza, o casi, el borde del opérculo. Esporas lisas, verruculosas o verrugosas. Especies que se pueden encontrar en Córdoba: *G. laevigata* Brid., *G. lisae* Not, *G. pulvinata* Hedw. Sm.

Plants erect, in cushions. Hair-points mostly terete at base, straight when dry. Sporophyte terminal. Peristome teeth entire or perforated, not divided to the base and not cribose. Calyptra cucullate. Leaves at base without plicae, ovate to lanceolate, acute to acuminate, rarely broad and rounded, and then plants not flaccid. Leaf margins plane or recurved. Capsules immersed or exserted. Cells of costa internally differentiated, rarely undifferentiated. Columella not united with lid.



En la guía aparece información de diferentes especies de un total de 12 géneros, 6 de hepáticas y 6 de musgos. Esta guía, así como las claves, se irán actualizando con nuevas especies que se puedan ir encontrando, con el tiempo, en las sucesivas salidas realizadas por la ciudad de Córdoba, en diferentes épocas del año. Estos organismos se pueden observar con mayor facilidad durante la época de lluvias mientras que son difícilmente observables en verano.

5. CONCLUSIONES

Los recursos facilitados ayudarán al alumnado a ser partícipe de su propio aprendizaje, lo que seguramente facilitará, gracias a un proceso educativo más vivencial, la adquisición de unos conocimientos más sólidos.

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

- Brugués, M., Cros, R.M., Guerra, J. *Flora Briofítica Ibérica*. Universidad de Murcia. Sociedad Española de Briología Vol. I. Murcia. 2007.
- Brugués, M., Guerra, J. *Flora Briofítica Ibérica*. Universidad de Murcia. Sociedad Española de Briología Vol. II. Murcia. 2015.
- Frey, W., Frahm, J., Fischer, E., Wolfram, L. *The Liverworts, Mosses and Ferns of Europe*. T.L. Blockeel. Colchester. 2006.
- Guerra, J., Cano, M.J., Ros, R.M. *Flora Briofítica Ibérica*. Universidad de Murcia. *Sociedad Española de Briología Vol. III*. Murcia. 2006.
- Guerra, J., Brugués, M., Cano, M.J., Cros, R.M. *Flora Briofítica Ibérica*. Universidad de Murcia. *Sociedad Española de Briología Vol. IV*. Murcia. 2010.
- Guerra, J., Cano, M.J., Brugués, M. *Flora Briofítica Ibérica*. Universidad de Murcia. *Sociedad Española de Briología Vol. V*. Murcia. 2014.
- Guerra, J., Cano, M.J., Brugués, M. *Flora Briofítica Ibérica*. Universidad de Murcia. *Sociedad Española de Briología Vol. VI*. Murcia. 2018.
- Izco, J. (Coord.) Barreno, E., Brugués, M., Costa, M., Devesa, J.A., Fernández, F., Gallardo, T., Llimona, X., Prada, C., Talavera, S., Valdés, B. *Botánica. McGraW-Hill-Interamericana de España*. Madrid. 2005.
- Oliva Alonso, R. "Brioflora urbana de la ciudad de Córdoba (España)", *Bol. Soc. Esp. Briol.* 2001/18/19, p. 121-125.
- Wirth, V., Dull, R. *Guía Campo Líquenes, Musgos y Hepáticas*. Omega. Barcelona. 2004