

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO DE LA GUÍA

1.1. Objetivo de la guía

La enseñanza de las ciencias comprende dos dimensiones fundamentales que se complementan mutuamente: la teórica, impartida habitualmente en las aulas, y la práctica o experimental, desarrollada principalmente en laboratorios y durante el trabajo de campo. En Ecología, la **integración efectiva entre conocimientos teóricos y habilidades prácticas** adquiridas en entornos naturales permite comprender las dinámicas ambientales y evaluar in situ el estado y la conservación de los hábitats.

Esta guía de prácticas tiene como objetivo general orientar dichas experiencias, facilitando una comprensión profunda de los procesos ecológicos. El **trabajo de campo** se convierte así en un componente **esencial para el desarrollo de competencias clave** en la formación de los futuros profesionales en Ciencias Ambientales. No obstante, la falta de recursos didácticos accesibles y organizados puede dificultar significativamente este proceso de aprendizaje, especialmente en las etapas iniciales del grado, cuando el estudiantado aún está consolidando sus capacidades de análisis ecológico. Esta guía pretende resolver estas dificultades proporcionando un apoyo sólido y una referencia clara que impulse la adquisición de habilidades prácticas fundamentales. Disponer de materiales que faciliten el aprendizaje autónomo y guiado es clave para fortalecer la capacidad de observación e interpretación de ecosistemas.

El principal objetivo de esta guía es acompañar al alumnado durante el desarrollo de las prácticas de la asignatura de Ecología, impartida en el primer curso del grado de Ciencias Ambientales. Este documento ha sido diseñado como guía de apoyo, complementaria a la orientación proporcionada por el profesorado, tanto en las sesiones presenciales como a través de tutorías. Además, se pretende que la lectura y **el uso de esta guía constituyan la base del trabajo individual y grupal del alumnado**, siendo las dudas generadas durante su lectura, interpretación y aplicación, las que se planteen y resuelvan a través de las distintas fórmulas de tutorización disponibles.

Esta guía tiene como objetivo específico fomentar una actitud cooperativa y desarrollar las competencias necesarias para el trabajo en equipo entre el alumnado. Las actividades propuestas han sido diseñadas para desarrollarse en grupos formados por al menos tres integrantes, promoviendo así la capacidad de realizar críticas constructivas, distribuir tareas de manera equitativa, estimular la creatividad y desarrollar habilidades de liderazgo.

En esta guía se integran siete prácticas (una de campo, dos de laboratorio y cuatro de gabinete) en las que se aplican metodologías habitualmente usadas por los ecólogos en el estudio de las comunidades biológicas. La guía establece una metodología estructurada que sigue la secuencia temporal propia de cualquier estudio científico: desde la observación del problema y el planteamiento de hipótesis, pasando por el trabajo de campo y laboratorio, hasta el análisis estadístico de los datos, culminando con la representación y discusión de los resultados obtenidos.

1.2. Ecosistema de estudio: el azufaifar

El trabajo de campo propuesto en esta guía se desarrolla en un ecosistema característico del sureste ibérico: el azufaifar. En particular, el situado en la llanura litoral de Torregarcía-Amoladeras, dentro del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar, representa la mejor muestra europea del hábitat prioritario “matorrales arborescentes con *Ziziphus lotus*” (código 5220* de la Directiva Hábitats). Su valor se debe tanto a su amplia extensión como a su buen estado de conservación, lo que lo convierte en un laboratorio natural excepcional para la formación en diagnóstico ecológico y seguimiento ambiental (Cabello et al., 2024).

El azufaifar es un tipo de matorral arborescente caracterizado por la presencia dominante del azufaifo, *Ziziphus lotus* (L.) Lam. (Rhamnaceae), una especie espinosa de gran porte con presencia en zonas áridas del Mediterráneo meridional y la región Saharo-Arábica (Pérez-Latorre y Cabezudo, 2009). En la parte norte del Mediterráneo solo se encuentra en el sureste de la península ibérica, Sicilia y Chipre (Sánchez-Gómez et al., 2002).

El **azufaifo** actúa como especie ingeniera del ecosistema, ya que modifica el entorno bajo su dosel al crear microhábitats más húmedos y fértiles, favoreciendo el establecimiento de otras especies (Tirado, 2009; Torres-García et al., 2022). Las macollas de azufaifo forman un patrón espacial parcheado en una matriz de baja cobertura vegetal, generando un mosaico típico de los ecosistemas áridos (Aguiar et al., 1996).

La relevancia ecológica del azufaifar (Figura 1) se fundamenta en su alta biodiversidad. Estudios recientes han registrado más de 220 taxones de artrópodos, 17 especies de reptiles, 97 especies de aves, algunas catalogadas como amenazadas, como la ganga ortega (*Pterocles orientalis*) o la alondra ricotí (*Chersophilus duponti*), así como importantes poblaciones de mamíferos (Cabello et al., 2024).

Este ecosistema depende en gran medida del **acceso a acuíferos someros** por parte del azufaifo (**especie freatófita**), que le permite mantener su actividad fisiológica durante el verano, cuando la mayoría de las especies cesan su crecimiento. Esta característica convierte a este ecosistema en un modelo ideal para estudiar las estrategias adaptativas frente a la aridez, la facilitación entre especies, la organización espacial de la vegetación y la resiliencia ecológica ante las perturbaciones ambientales.

En términos de servicios ecosistémicos, el azufaifar contribuye a la regulación hídrica, al secuestro de carbono, a la estabilización del suelo y a la conservación de la biodiversidad. Además, posee un elevado valor cultural, paisajístico y educativo, lo que ha justificado su elección como ecosistema de estudio en la asignatura de Ecología, para aproximar al alumnado a la realidad ecológica de los sistemas semiáridos, integrar conocimientos teóricos con prácticas de diagnóstico ecológico, y desarrollar habilidades en técnicas de seguimiento, análisis y evaluación del estado de conservación. **Por su complejidad funcional, su fragilidad y su valor patrimonial, el azufaifar representa un entorno excepcional para el aprendizaje en campo y la formación científica en el contexto de la sostenibilidad y la conservación biológica.**

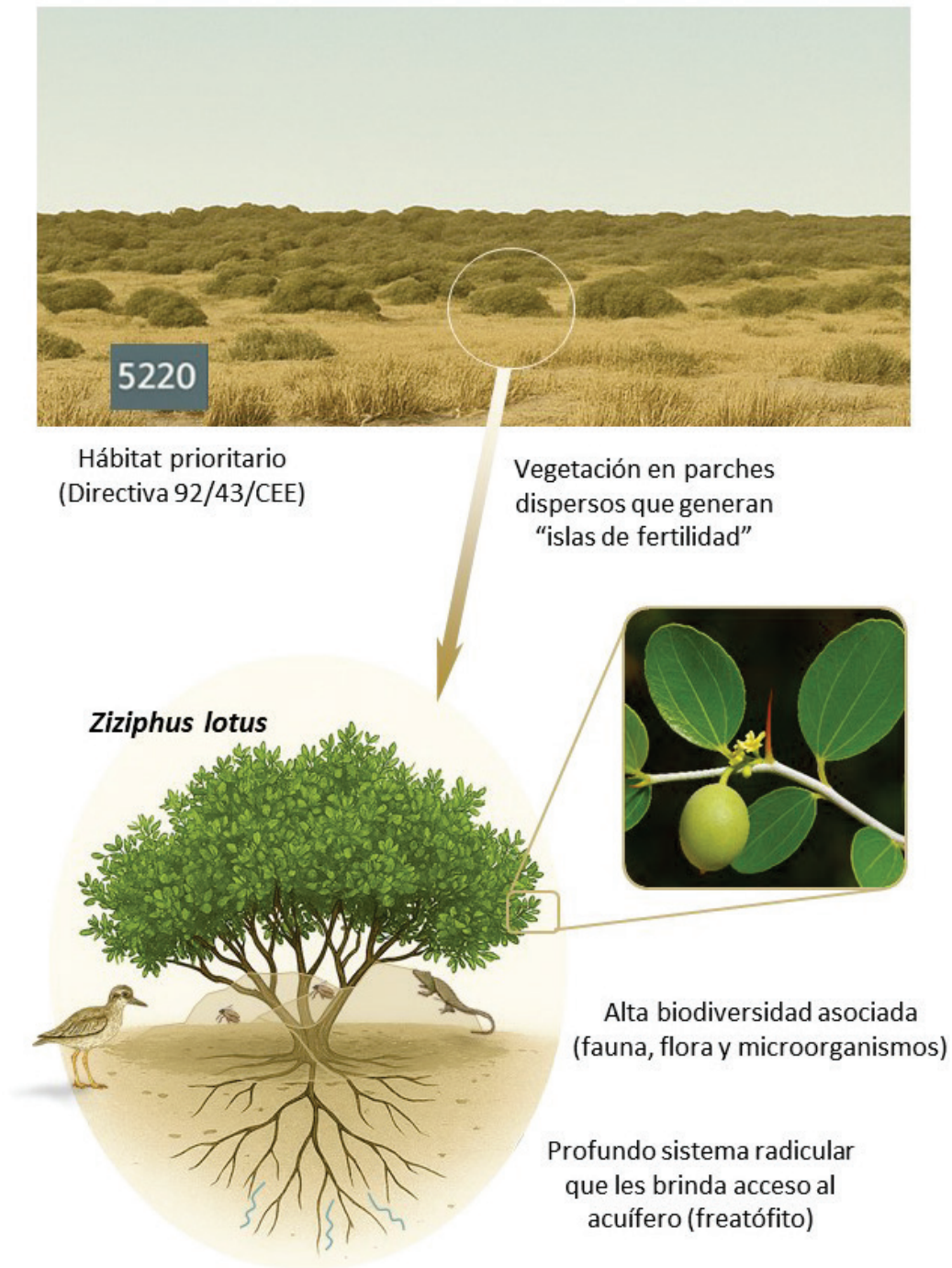


Figura 1. Representación del azufaifar y de los elementos clave que definen su estructura y valor ecológico.

2. PRÁCTICA DE CAMPO

MUESTREO PARA OBTENER DATOS DEMOGRÁFICOS Y DE ORGANIZACIÓN DE LA COMUNIDAD VEGETAL

2.1. Introducción

En regiones áridas o semiáridas la vegetación leñosa está obligada a afrontar importantes retos, principalmente relacionados con el balance hídrico, pero también con la escasez de nutrientes en los suelos y, con frecuencia, con la intensa presión de los herbívoros. Estos factores ecológicos constituyen presiones selectivas de primer orden para estas especies, condicionando las adaptaciones morfológicas y fisiológicas de los organismos, la dinámica demográfica y distribución espacial de las poblaciones y la organización de las comunidades (Figura 2).



Figura 2. Individuos de *Ziziphus lotus* formando macollas (flechas) en las que también se encuentran otras especies, como *Lycium intricatum*, *Thymelaea hirsuta* y *Launaea arborescens*. Foto tomada en verano.



¿Qué es una **macolla**?

Conjunto de vástagos, flores o espigas que nacen de un mismo pie

2.2. Objetivos

El objetivo de esta práctica de campo es la obtención *in situ* de datos demográficos y de estructura de la comunidad de especies leñosas mediante distintas técnicas de muestreo. Los datos tomados en campo se utilizarán para los siguientes **objetivos específicos** a desarrollar en prácticas subsiguientes:

1. Estudiar los cambios de la estructura de la comunidad a lo largo de un gradiente ambiental playa-interior.

2. Estudiar la densidad, distribución espacial y la estructura de tamaños de la especie leñosa cuyos individuos alcanzan un mayor porte en esta comunidad, *Ziziphus lotus* (arto blanco o azufaifo).
3. Estudiar la distribución espacial de todas las especies leñosas.
4. Estudiar la asociación espacial entre especies, y proponer hipótesis sobre sus interacciones.

2.3. Metodología y tareas de campo

2.3.1. Identificación de especies de vegetación leñosa

Con ayuda de la clave dicotómica ([Anexo I](#)) para la identificación de especies, se retiene el nombre científico y el común, y las características más diferenciadoras de cada especie. Para las identificaciones, se usarán tanto la clave dicotómica ([versión online](#) en la plataforma Genially) como varias aplicaciones móviles disponibles (p.ej., [PlantNet identify](#), [PlantSnap](#)). Se comparará el éxito de la identificación realizada con las diferentes aplicaciones. Además, se recogerá la información disponible sobre cada especie en relación con adaptaciones frente a la aridez y herbivoría.

2.3.2. Muestreo sistemático de la comunidad vegetal sobre un gradiente playa-interior mediante el método de las parcelas/cuadrados

Para estudiar cualquier comunidad, es necesario tomar muestras representativas cuyos valores estadísticos sean buenos estimadores de los parámetros reales del conjunto de poblaciones que constituyen la comunidad real. Para garantizar esto, cada muestra debe ser seleccionada al azar, ya que de esta manera todos los individuos de la comunidad tienen la misma probabilidad de ser seleccionados cuando se realiza el muestreo.

En el caso del estudio de comunidades vegetales (o de organismos sésiles en general), es fundamental determinar el área mínima de muestreo necesaria para obtener buenos estimadores. Esta corresponde al área más pequeña que refleja de manera adecuada la composición de especies de la comunidad y varía según el tipo de comunidad estudiada. Para el estudio de comunidades vegetales en climas templados, los valores recomendados abarcan desde los 0,1 m² para las comunidades de líquenes, hasta los 500 m² para el estrato arbóreo de un bosque (Tabla 1; Ellenberg & Mueller-Dombois, 1974). En nuestro caso, al estudiar una comunidad de matorral, utilizaremos un área de **25 m²**.

Tabla 1. Superficie mínima estimada de unidad de muestreo para el estudio de comunidades vegetales en climas templados.

Comunidad vegetal	Superficie mínima estimada (m ²)
Bosque (estrato arbóreo)	200 - 500
Bosque (estrato herbáceo)	50 - 200
Pastizal seco	30 - 100
Matorral	10 - 25
Comunidades de musgos	1 - 4
Comunidades de líquenes	0,1 - 1

El área mínima se puede determinar construyendo una **curva de acumulación de especies**. Para ello se considera inicialmente un área pequeña (ej. $0,5 \times 0,5 = (0,25 \text{ m}^2)$) y se anotan todas las especies presentes. El área se duplica sucesivamente y se anotan las **especies adicionales** que se encuentren (Figura 3A). Con estos datos se construye una gráfica que representa el número de

especies encontradas por unidad de área (Figura 3B). El área mínima es el área muestral en la cual la curva se hace casi asintótica.

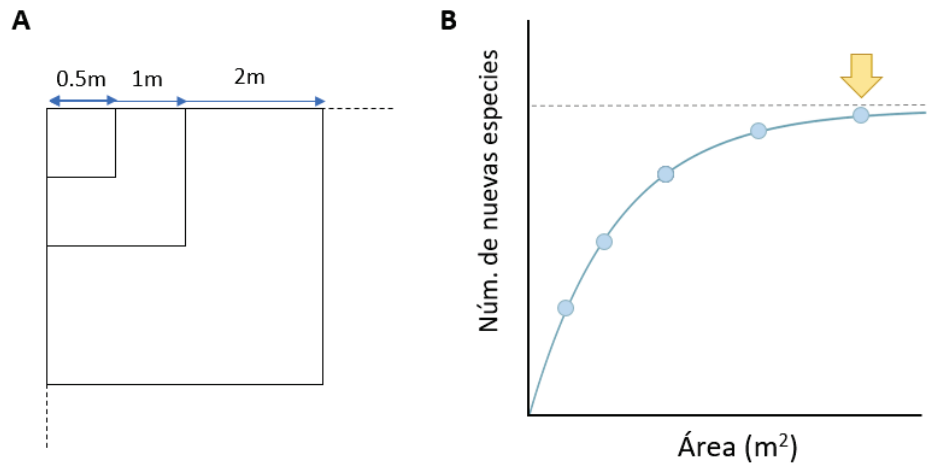


Figura 3. A) Elección arbitraria de la superficie inicial a muestrear, que se duplicará y analizará sucesivamente. B) Curva de especies acumuladas a medida que aumenta el área muestreada.

Tarea 2.3.2.1. Establecimiento y análisis de 5 grandes parcelas (30×20 m) equidistantes entre sí (separadas 75 m) a lo largo de un transecto, cubriendo una distancia desde la playa de 300 m (longitud total del transecto) (Figura 4). Cada una de estas grandes parcelas estará compuesta a su vez de 24 unidades de muestreo (u.m.), cada una de ellas definida por un cuadrado de 5 m de lado (**área mínima de muestreo de 25 m^2**). Las 24 u.m. de cada una de las 5 grandes parcelas se dispondrán de forma contigua, para formar el rectángulo de 30×20 m que constituye cada gran parcela.

Tarea 2.3.2.2. Identificación de las especies leñosas presentes y contabilización del número de individuos de cada especie en cada u.m. De esta forma tendremos datos de abundancia de cada especie en cada una de las 120 u.m. Los datos obtenidos se anotarán en el estadillo de campo diseñado para tal fin ([Anexo II](#)).

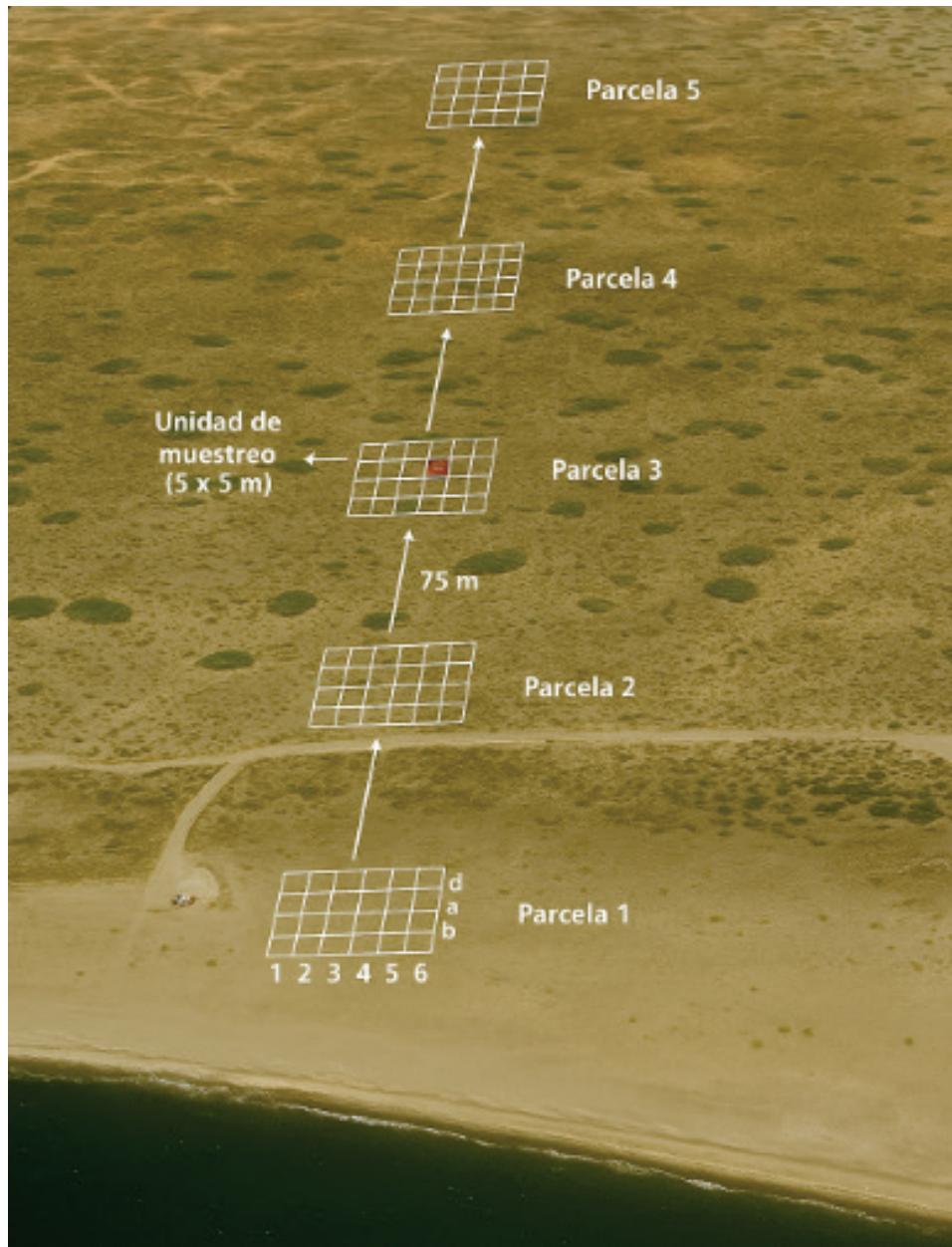


Figura 4. Perspectiva aérea de la distribución de las parcelas en el gradiente playa-interior.

Tarea 2.3.2.3. Toma de una **muestra compuesta de suelo** en cada una de las 5 grandes parcelas. Cada muestra estará compuesta por 3 submuestras, que se distribuirán al azar en cada gran parcela (sorteando las u.m. de 5×5 m en que se tomarán). El procedimiento para tomar cada u.m. de suelo se hará realizando una cata a 15 cm de profundidad mediante un muestreador de suelo de tipo *corer* (Figura 5). El volumen de suelo obtenido se dividirá entre un frasco de 100 mL (para análisis de conductividad eléctrica, pH, alcalinidad, materia orgánica y nitrógeno y fósforo total) y un tubo de 10 mL (para análisis de humedad). El tubo, una vez cerrado, se sellará con cinta adhesiva para evitar la evaporación de la humedad hasta llegar al laboratorio. Con estas muestras podremos estudiar cómo cambian algunas condiciones edáficas a lo largo del gradiente playa-interior, y relacionar estos cambios con cambios en la estructura de la vegetación.



Figura 5. Ejemplo de un modelo de *corer* para tomar muestras de suelo.

2.3.3. Muestreo para determinar la densidad, distribución espacial y estructura de tamaños de *Ziziphus lotus*, y su asociación con *Salsola oppositifolia* y *Lycium intricatum*

Se organizarán tantos grupos de 4 estudiantes como sea necesario. Cada grupo trazará un transecto rectilíneo (10 m de ancho) al azar sobre la zona de distribución del azufaifo, utilizando una referencia en el horizonte. Es necesario establecer un criterio para incluir o no las plantas que intercepten parcialmente sobre los extremos del transecto. En este caso, las plantas o macollas con más de la mitad de su volumen dentro del transecto serán contabilizadas y medidas. La trayectoria al azar de cada transecto se puede decidir lanzando un lápiz al aire. Los miembros de cada grupo seguirán la dirección de su transecto y medirán las siguientes variables, anotando los datos obtenidos en el estadillo de campo diseñado para tal fin ([Anexo III](#)), hasta contabilizar al menos 25 macollas de azufaifo:

Tarea 2.3.3.1. Registro de **distancia rectilínea entre macollas de azufaifo** (distancia al vecino más próximo, Figura 6A). Cada macolla se asume que contiene un solo individuo de azufaifo. Para facilitar el trabajo, la distancia se estimará en pasos, procurando estandarizar los pasos: un paso = 1 metro.

Tarea 2.3.3.2. Medición de la **altura de cada macolla** que se encuentre a lo largo del recorrido, medida con una vara graduada de precisión de 10 cm (Figura 6B). La altura se

mede desde la base (sustrato firme donde enraíza), y no desde la arena que suele acumularse en el interior de la macolla.

Tarea 2.3.3.3. Estimación del **perímetro de cada macolla**, en pasos equivalentes a metros (Figura 6B).

Tarea 2.3.3.4. Registro de la **longitud máxima** (en planta) y **orientación cardinal** de la mancha mayor de *S. oppositifolia* y *L. intricatum* embebidas en cada macolla de azufaifo (Figura 6B). También se medirán del mismo modo los individuos de *S. oppositifolia* y *L. intricatum* que se encuentren en el recorrido entre macollas de azufaifo ([Anexo IV](#)). Con estas medidas obtendremos una estima del tamaño medio (longitud mayor en planta) de dos grupos de individuos de las poblaciones de *S. oppositifolia* y *L. intricatum*, individuos asociados y no-asociados con azufaifo. Además, conociendo la orientación, podremos investigar si la macolla de azufaifo pudiera tener una función de facilitación (protección frente al viento, mejora de las condiciones de humedad y fertilidad del suelo, etc.) para estas especies.

Tarea 2.3.3.5. Cada grupo, en 2 macollas seleccionadas al azar, realizará una **cata de suelo**, tomando una muestra a 15 cm de profundidad utilizando un *corer* de igual forma que en la tarea 2.3.2.3, y dividirá la muestra entre un frasco de 100 mL y un tubo de 10 mL, el tubo una vez cerrado se sellará con cinta adhesiva. La operación se repetirá en dos puntos seleccionados al azar entre macollas de azufaifo. De esta forma tendremos dos grupos de muestras de suelo correspondientes a **dentro y fuera de las macollas**.