



2. Metodología

En aras de una mayor claridad en la presentación de los resultados, las fases metodológicas del trabajo han quedado agrupadas en cuatro bloques principales:

- Cartografía de distribución y zonificación espacial del impacto y riesgo de predación
- Evaluación de la presencia de abejas melíferas en la dieta del abejaruco. Variación espacial y temporal
- Evaluación de la incidencia e impacto de la predación del abejaruco sobre los colmenares.
- Propuesta de estrategias y medidas para gestionar la interacción entre abejarucos y apicultura

Se expone a continuación la metodología detallada de los tres primeros, constituyendo el cuarto una síntesis final de los resultados de los anteriores aplicada a la resolución del problema estudiado.

2.1. Cartografía de distribución y zonificación espacial del impacto y riesgo de predación.

Con los datos de presencia de Abejaruco recopilados en la campaña de 2008 se elaboraron modelos de nicho ecológico mediante un Análisis Factorial de Nicho Ecológico o ENFA (Ecological Niche Factor Analysis) utilizando el software Biomapper 4.0. Los ENFA se basan en comparar las distribuciones de diversas variables ecogeográficas (EcoGeographical Variables, o EGVs) entre el conjunto de datos de presencia y la totalidad del área de estudio (en este caso la Región de Murcia). El ENFA resume varias EGVs en unos pocos factores no correlacionados que retienen



la mayor parte de la información. El primer factor, llamado **marginalidad**, describe la distancia entre el óptimo de la especie y el “habitat medio” en el area de estudio, es decir, la dirección en la cuál el nicho de la especie se diferencia más de las condiciones disponibles (Santos *et al.*, 2006). Los coeficientes (scores) de la matriz de marginalidad indican la correlación entre cada EGV y este factor. Las variables ecogeográficas utilizadas fueron **6 clases litológicas**, la **altitud**, la **abruptosidad** y una reclasificación en **8 tipos de usos del suelo**. Se obtuvieron valores de marginalidad y especialización, además de un **mapa de idoneidad** de hábitat en el que se clasifica el territorio en función de la preferencia de uso de la especie.

Además de estos modelos, se han elaborado diferentes **cartografías de superposición** entre los registros de presencia y nidificación de abejaruco recopilados (correspondientes al periodo 2004-06), de ubicación de los colmenares georeferenciados por la AARM, y de los diversos sistemas de espacios declarados o designados para la protección de la biodiversidad y los recursos o procesos naturales (Espacios Naturales Protegidos, Lugares de Interés Comunitario, Zonas de Especial Protección para las Aves y Montes de Utilidad Pública).

Por otra parte, con la finalidad de trabajar a escala local y poder analizar la respuesta del abejaruco a distintas variables ambientales y de uso, se han elaborado **modelos lineales generalizados (GLM)**, utilizando como variable respuesta la presencia-ausencia del ave, o su abundancia relativa, en 29 estaciones de muestreo de aves terrestres establecidas en la vertiente Norte de la Sierra de Carrascoy que reco gen un gradiente valle-cumbre (100-600 m). Como variables explicativas se han utilizado diversas características ecogeográficas y paisajísticas (altitud, pendiente, litología-excavabilidad, cobertura forestal) o de gestión (nivel de protección). Los modelos se han complementado con otras pruebas estadísticas encaminadas a detectar diferencias, entre clases de las distintas variables, en su utilización por el abejaruco.



2.2. Evaluación de la presencia de abejas melíferas en la dieta del abejaruco. Variación espacial y temporal.

Este apartado del estudio se ha basado en la recolección y análisis de egagrópilas o regurgitados. Este método de análisis de la composición de la dieta va a permitir cuantificar cual es el número medio de ejemplares de *A. mellifera* presentes en una egagrópila, su frecuencia de aparición con respecto a otras especies de himenópteros y otros grupos o taxones. Además, sabiendo cual es la tasa diaria de generación de egagrópilas por parte de cada individuo, y caracterizando cada colonia de cría, permitirá obtener un valor final que refleje la predación total por grupo poblacional (colonia) a lo largo de su estancia en la Región de Murcia. Estos valores se obtendrán de forma independiente para cada localidad y fecha. Esta aproximación diferenciada resulta pertinente ya que los distintos grupos poblacionales se asientan sobre zonas con diferentes estructuras del paisaje y en consecuencia, diferentes fuentes potenciales de alimento. Además, se espera encontrar variaciones en la intensidad de la predación a lo largo de la estancia de la especie, coincidiendo con los diferentes requerimientos según la etapa de su ciclo biológico: época pre-nupcial, cría y ceba de los pollos, y época post-nupcial, donde los pollos empiezan a volar y a aprender a cazar (siendo en este periodo donde se espera la mayor intensidad de predación).

2.2.1 Localidades de procedencia del material estudiado

Dado que la especie ha mostrado preferencias ambientales particulares, al menos a nivel regional, relacionadas con la cobertura vegetal, la litología, la geomorfología o el régimen hídrico (Zapata, 2008), se hizo necesario cubrir lo más ampliamente posible estos gradientes ambientales a la hora de diseñar la recogida de muestras. Asimismo, también convenía incluir zonas con distintas densidades de colmenares para aportar mayor variabilidad al estudio. No obstante, el diseño muestral final quedaba sujeto al número y distribución de colonias detectadas por el equipo investigador o colaboradores, ya que la recogida de regurgitados se iba a realizar en dichos enclaves. Por tanto, las localidades seleccionadas finalmente fueron las siguientes:

- Rambla de Lebor: Rambla que vierte a la llanura aluvial del Guadalentín y que baja del piedemonte de la Sierra de la Tercia, cercana a Totana. Su parte media-baja (donde se han recogido las muestras) se caracteriza por pequeños taludes de arcillas-arenas con cantos angulosos y/o redondeados. La zona soporta una actividad ganadera intensa y también se localiza una zona de extracción de áridos adyacente. Las muestras se recogían al pie de posaderos en la vegetación exótica (*Agave americana*, *Nicotiana glauca*) o elementos artificiales (valla encima del talud).



Figura 2.2.1.1. Vista general de la Rª de Lebor

- Río Guadalentín (Alhama): Se trata de una sección del cauce enclavada en un paisaje agrícola de secano, de litología compuesta por margas, limos y arcillas, con grandes taludes abruptos en uno de los márgenes, y suaves y escalonados en el otro. El centro del cauce está ocupado por un denso dosel de *Tamarix sp.* y *Phragmites australis*. La colonia se disponía de forma muy dispersa. Debido a esto y a la ausencia de posaderos naturales accesibles, se estimó oportuno la implantación de algunos posaderos artificiales (ramas y postes de madera) para propiciar la deposición concentrada de las muestras.



Figura 2.2.1.2. Vista general del río Guadalentín (a su paso por Alhama)

- Campo de Béjar: Rambla ubicada en el término municipal de Moratalla (R^a de las Buitreras). Zona abierta de taludes bajos (no superior a 0,5 m) formada por cantos redondeados y material calcáreo, y enclavada en un paisaje agrícola de regadío tradicional. La colonia se presentaba dispersa a lo largo de una gran extensión horizontal. Las muestras se recogieron al pie de los taludes, en el mismo lecho de la rambla.



Figura 2.2.1.3. Vista general de la zona del Campo de Béjar

- Campo de San Juan: Rambla de litología (Arroyo de las Polladas) margosa ubicada en un entorno compuesto por piedemontes y terrenos agrícolas de secano, resultando un paisaje medianamente arbolado (*Pinus halepensis* y *P. pinaster*). Es un paraje accesible y bastante frecuentado. La colonia, que se dispone de forma muy concentrada, se ubica en una sección de la rambla que es atravesada por la carretera que va del Sabinar hacia Archivel. Las muestras se recogieron al pie de los nidos en el talud y en la base de algunos pinos y arbustos cercanos.



Figura 2.2.1.4. Vista general de la zona del Campo de San Juan

- Rambla de la Murta: Rambla de material detrítico de distinta granulometría que vierte desde la ladera sur de la sierra de Carrascoy en dirección sur. Se sitúa en una zona ya abandonada de una extensa explotación de áridos, colindante a terrenos agrícolas de secano y de matorral. Se trata de una zona poco frecuentada, alejada de zonas transitadas y poco accesible al público. Dada la alta homogeneidad de la zona, y la presencia de dos colonias de cría localizadas, se estimó oportuno proyectar la recogida de muestras en las inmediaciones de ambos grupos poblacionales. Las muestras se presentaban al pie de posaderos en especies vegetales exóticas (*Opuntia maxima*, *Agave americana* y *Nicotiana Glauca*).



Figura 2.2.1.5. Vista general de la Rª de la Murta

- Río Guadalentín (La Vereda): Se trata de un área perteneciente a la primera terraza fluvial del río Guadalentín, enclavada en un pasaje mixto de terrenos agrícolas de secano y eriales, junto al núcleo de población del Molino de la Vereda. En esta zona, el cauce se encuentra dominado por *Tamarix sp.* y *Phragmites australis*. La litología está compuesta por arcillas y margas diatomíticas. Las muestras recogidas se obtuvieron al pie de un tendido eléctrico que recorre los cultivos adyacentes al río, que la especie utiliza como posaderos de caza.



Figura 2.2.1.6. Vista general del río Guadalentín (a su paso por la Vereda)

- Santomera: Se trata de una zona de litología carbonatada dominada por un pinar de repoblación poco desarrollado, con densidad variable, donde se forman claros con vegetación camefítica típica de tomillares mediterráneos (*Helianthemum almeriense*, *Thymus hyemalis*). Toda la zona se encuentra rodeada por cultivos de cítricos y otros cultivos de temporada.



Figura 2.2.1.7. Vista general de la zona de Santomera

Finalmente, en la Figura 2.2.1.8 quedan representadas las localizaciones descritas anteriormente en donde se realizó la recogida de egagrópilas (círculos rojos) en relación con la distribución de los colmenares georreferenciados por la AARM (puntos verdes). Los círculos engloban los colmenares situados en un radio de 5 km.

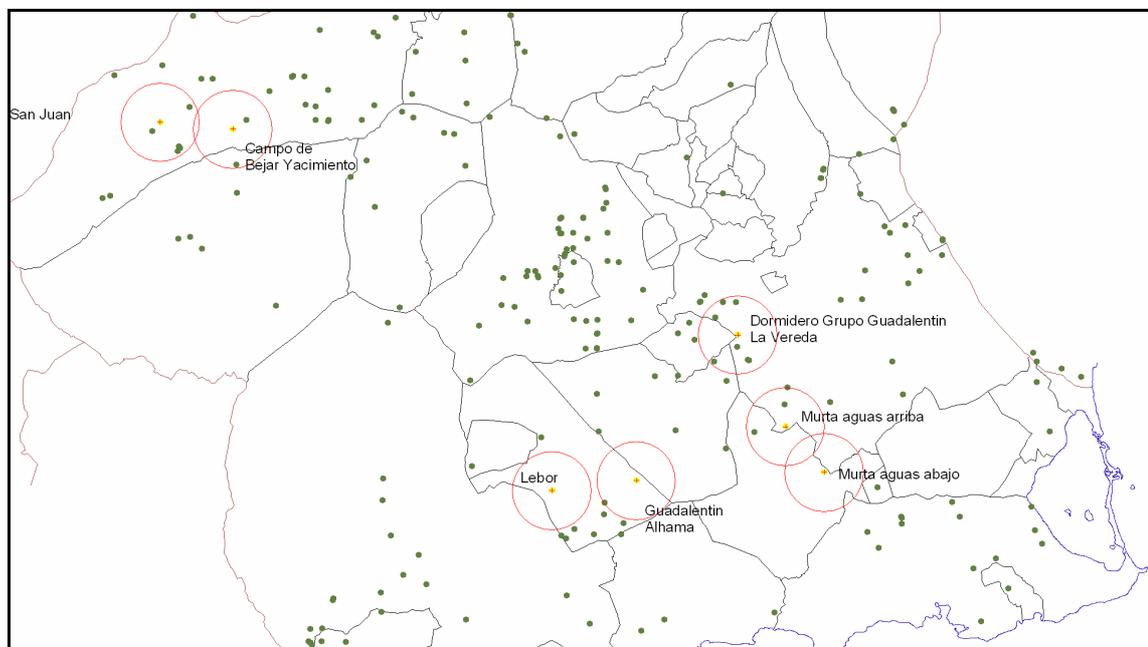


Figura 2.2.1.8: Imagen de satélite de la localidad SANTAU. Fuente: Google Earth



2.2.2 Metodología de análisis

La recogida de egagrópilas se realizó entre los meses de mayo y septiembre de 2009. La frecuencia de visita a cada localidad fue de una salida al mes. Se realizaba siempre el mismo recorrido en cada zona, bien acudiendo directamente a los posaderos previamente registrados y testados, o realizando recorridos a pie por la base de los taludes y los nidos. Una vez detectada la muestra se procedía a su recolección manual y almacenamiento en frascos roscados pequeños, debidamente etiquetados. Se intentaba recoger el máximo número de muestras por localización, ya que presentaban distintos grados de conservación y fue necesaria una criba posterior, hasta quedar seleccionadas diez egagrópilas por sitio y fecha, número suficiente para obtener una adecuada representación evitando caer en la pseudoreplicación (Hernández, 1999)

Tras la selección, las muestras se secaron durante 24 h a 60°C en secador. A continuación se llevaban a placas de Petri, se registraban sus dimensiones (longitud y anchura máxima), se disgregaban manualmente mediante pinzas y aguja enmangada y se observaban a través de una lupa modelo Optika WF 10x/20 durante un periodo de aproximadamente 10 minutos por muestra (Holt & Warrington, 1996). Se midieron los siguientes parámetros que quedaban registrados en una ficha por muestra:

- Peso total de la muestra (peso seco).
- Dimensiones y forma.
- Presencia y abundancia de himenópteros (excepto *A. mellifera*)
- Presencia y abundancia de *A. mellifera*.
- Presencia de otros grupos (se diferenció entre Coleptera, Odonata, Lepidóptera, Dermáptera, Ortóptera y Hemíptera)

Seguidamente, las muestras fueron almacenadas de nuevo en las placas de Petri.



2.2.3 Tratamiento de datos

Una vez analizada la composición de las muestras clasificadas por localidad y fecha se pudo realizar el cálculo de parámetros indicadores de la intensidad de predación de *A. mellifera* por parte de los distintos grupos poblacionales de *M. apiaster*. Primeramente se calculó la frecuencia de total de aparición de los distintos grupos de invertebrados presentes en las muestras, así como la proporción media de aparición de abeja melífera frente a otros himenópteros.

No obstante lo que más interés suscitaba era evaluar las variaciones espaciotemporales de esa predación, es decir analizar de forma independiente las localidades (ya que presentan características ambientales distintas) y las fechas (para evaluar la predación atendiendo a las distintas fases del ciclo vital de la especie: cortejo, cría y ceba, dispersión de los jóvenes y formación de grupos de migración). Por tanto se llevaron a cabo análisis de la varianza (ANOVA) del contenido de abeja melífera en las egagrópilas, para ver si había diferencias significativas entre fechas (realizada en la zona de Campo de San Juan, en donde se disponían de datos relativos a tres meses) y localidades (todas las zonas para el mes de Julio).

Para cuantificar finalmente la predación total de los distintos grupos poblacionales de abejaruco a lo largo de toda su estancia en la región, al no disponer de muestras de egagrópilas de todas las localidades en todos los meses de estancia de la especie, hubo que realizar una extrapolación (sólo se disponía del mes de Julio para todas las localidades). A partir de los datos recogidos en el Campo de San Juan, se calculó el incremento/pérdida en contenido medio de abeja por egagrópila entre los tres meses (Mayo, Junio y Julio) de los que se disponían muestras para esa zona. Ese incremento se extrapoló al resto de localidades para estimar el valor de los datos en blanco que se tuvieran para esos tres meses. Posteriormente, para el resto de meses de estancia (Abril, Agosto y Septiembre) se tomó, de forma cautelara (y teniendo en cuenta que son los meses en los que las poblaciones están más dispersas) el valor mínimo (correspondiente al mes de Junio) para completar la matriz de datos de cada localidad a lo largo de toda la estancia.