

**Producción y abundancia natural de  
verduras de hoja, espárragos y frutos carnosos  
silvestres de uso tradicional en España**

**María Molina Simón  
Tesis doctoral  
2014**





**Universidad Autónoma de Madrid**

**Facultad de Ciencias, Departamento de Biología**

**Producción y abundancia natural de  
verduras de hoja, espárragos y frutos carnosos  
silvestres de uso tradicional en España**

**Tesis Doctoral**

María Molina Simón

**Directores**

Dr. F. Javier Tardío  
Instituto Madrileño de Investigación  
y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario  
(IMIDRA)

Dr. Manuel Pardo de Santayana  
Universidad Autónoma de Madrid,  
Facultad de Ciencias,  
Departamento de Biología

**Madrid, 2014**



FACULTAD DE  
CIENCIAS



Instituto Madrileño de Investigación  
y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

**Comunidad de Madrid**



*A mi abuela*



## Agradecimientos

*Durante el transcurso de esta tesis han tenido lugar importantes acontecimientos en mi vida, en parte motivados por las reflexiones que este trabajo me ha suscitado. Mi nevera se ha llenado de verduras y frutos silvestres, muchas de las cuales eran desconocidas para mí hasta entonces, y a mitad de camino cambié mi piso en Madrid por una pequeña casa en un pueblo de la sierra. Esto me ha permitido acercarme más al medio rural y al mundo de los alimentos silvestres.*

*Debo reconocer que lo he pasado en grande en todas las salidas al campo que nos ha permitido hacer este proyecto, visitando pueblos en busca de plantas silvestres comestibles y disfrutando de la compañía de mis tutores, Javier Tardío y Manuel Pardo de Santayana, y de Ramón Morales y Laura Aceituno. Me siento muy arropada por este equipo de etnobotánicos del que formo parte desde hace más de siete años. Su apoyo y guía en lo profesional y personal han sido vitales para mí en este camino. También nos han acompañado al campo en varias ocasiones Susana González, Ainhoa Vélez del Burgo y Juan Francisco Bartolomé “el lupiero”. Gorka Menendez, Estefanía García y Paloma Dávila han participado en trabajos relacionados con éste y otros proyectos. Gracias a todos ellos por su ayuda y compañía.*

*Este trabajo ha sido posible gracias a una beca predoctoral FPI del IMIDRA, disfrutada en la Finca El Encín, donde he trabajado durante más de cuatro años. Agradezco el apoyo de todos los investigadores, becarios y técnicos con los que he tenido la oportunidad de compartir estos años. Me siento igualmente afortunada de haber trabajado en colaboración con el Departamento de Nutrición y Bromatología II de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid, con María de Cortes Sanchez-Mata, Montaña Cámara, Victoria Fernández, Patricia Morales, Patricia García, Brígida Ruiz y Carmen Díez-Marqués. Agradezco también la ayuda de Fátima Cabrera para escanear los pliegos de herbario en el Real Jardín Botánico de Madrid.*

*A lo largo de este tiempo he tenido la oportunidad de asistir a varios congresos y de participar en el Inventario Español de los Conocimientos Tradicionales. Esto me ha permitido conocer y estrechar lazos con otros etnobotánicos que me han transmitido su entusiasmo y dedicación, y con los que me siento parte de una pequeña-gran comunidad.*

*Mi familia y amigos han sido un apoyo fundamental, animándome en todo momento. Gracias a mis padres y hermanos por ayudarme a superar las dificultades y a aclarar las ideas, y a Marcos, por su apoyo logístico y moral. Finalmente, espero recompensar con creces a Poe, que me ha acompañado y ayudado siempre, y ha sabido comprender con exquisita paciencia la dedicación que requiere este trabajo.*

*Muchas, muchas gracias a todos, como diría mi abuela*





## Resumen

Las plantas silvestres comestibles, a pesar de su gran interés nutricional y cultural, son un recurso alimentario infrautilizado, y los estudios sobre su producción y manejo sostenible son escasos. En este trabajo se ha estimado la producción y abundancia natural de 23 especies silvestres tradicionalmente recolectadas en España y en otros países mediterráneos, correspondientes a las categorías de verduras de hoja (16 especies), brotes tiernos o espárragos (4 especies) y frutos carnosos (3 especies).

El estudio se ha realizado en el centro de la Península Ibérica, principalmente en la provincia de Madrid, durante 2007-2009. Cada una de las especies seleccionadas se ha muestreado en dos localidades diferentes durante dos o tres años consecutivos. Se han estimado tres variables: producción por planta, abundancia y producción por hectárea.

En las especies no clonales, en las que puede asumirse que toda la parte aérea procede de un único “pie” o ramet, la producción por planta osciló entre 12-280 g de verduras de hoja, 8-40 g de espárragos y 4-4,4 kg de frutos. Las especies más productivas fueron *Beta maritima* (284 g), *Foeniculum vulgare* (262 g) y *Silybum marianum* (246 g) entre las verduras de hoja, *Bryonia dioica* (41 g) entre los espárragos y *Arbutus unedo* (4,4 kg) entre los frutos. En las especies clonales, en las que no es posible diferenciar individuos aislados porque normalmente crecen formando densas masas, la producción osciló entre 510-3.812 g m<sup>-2</sup> en las verduras de hoja, destacando las plantas acuáticas *Apium nodiflorum* (3.812 g m<sup>-2</sup>) y *Montia fontana* (2.641 g m<sup>-2</sup>). También pueden obtenerse 79 g m<sup>-2</sup> de espárragos de *Humulus lupulus* y 513 g m<sup>-2</sup> de frutos de *Rubus ulmifolius*. Según la densidad y cobertura de las especies en las zonas de muestreo, la producción asciende a 1.800-2.400 kg ha<sup>-1</sup> en *Foeniculum vulgare*, *Montia fontana*, y *Rubus ulmifolius*, 700-1.000 kg ha<sup>-1</sup> en *Beta maritima*, *Rumex pulcher*, *Papaver rhoeas* y *Silybum marianum*, y 80-500 kg ha<sup>-1</sup> en el resto de las especies, excepto *Scolymus hispanicus*, *Tamus communis* y *Asparagus acutifolius* que sólo produjeron 30, 13 y 6 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Se observó una gran variabilidad interespecífica en la producción, según el biotipo de las especies, forma de reproducción, hábitat y parte comestible, así como variabilidad intraespecífica entre localidades y/o años. No obstante, la producción por hectárea fue relativamente estable, ya que sólo fluctuó  $\pm 2,2$  veces respecto al valor medio total de cada especie. Dada la alta producción de la mayoría de estas plantas, además de la recolección tradicional con fines de autoconsumo, algunas podrían recolectarse con fines comerciales. El cultivo ecológico también puede ser una alternativa interesante para las especies más apreciadas culturalmente que presentaron bajas tasas de producción en el campo, como el cardillo o la colleja. Por todo ello, las plantas silvestres comestibles pueden contribuir a promover la seguridad alimentaria y el desarrollo rural, aumentando la diversidad de nuestra dieta actual y ofreciendo nuevas fuentes de ingreso y empleo.

**Palabras clave:** plantas silvestres comestibles, región mediterránea, verduras silvestres, frutos silvestres, producción, etnobotánica aplicada.



## Abstract

### *Yield rates and natural availability of wild leafy vegetables, edible sprouts and fleshy fruits traditionally consumed in Spain.*

*Despite their great nutritional and cultural interest, wild edible plants are an undervalued food resource and very little is known about their production and sustainable exploitation. We study the availability and yield of 23 wild edible plants traditionally consumed in Spain and other Mediterranean countries, including leafy vegetables (16 species), edible sprouts (4 species) and fleshy fruited species (3 species).*

*Field work was conducted in Central Spain, mainly in Madrid province, during 2007-2009. For each species, two wild populations from two different sites were sampled during two or three consecutive years. The three yield variables estimated were: production per plant, plant abundance, and production per hectare.*

*In non-clonal species, defined as those species in which the aerial parts can be assumed to have developed from a single “rooted unit”, individual plant yields varied from 12 to 280 g of leafy vegetables, 8-40 g of edible sprouts, and 4-4.4 kg of fruits. The highest yield rates were obtained in *Beta maritima* (284 g), *Foeniculum vulgare* (262 g), and *Silybum marianum* (246 g) among leafy vegetables, *Bryonia dioica* (41 g) among edible sprouts, and *Arbutus unedo* (4.4 kg) among fruited species. In clonal species, defined as those species which grow forming clumps and individuals can not be easily distinguished, production varied from 510 to 3,812 g m<sup>-2</sup> of leafy vegetables. The aquatic plants *Apium nodiflorum* (3,812 g m<sup>-2</sup>) and *Montia fontana* (2,641 g m<sup>-2</sup>) obtained the highest yields. In addition, 79 g m<sup>-2</sup> of edible sprouts of *Humulus lupulus* and 513 g m<sup>-2</sup> of fruits of *Rubus ulmifolius* can be obtained. According to local plant density and plant cover estimates, a total of 1,800-2,400 kg ha<sup>-1</sup> for *Foeniculum vulgare*, *Montia fontana*, and *Rubus ulmifolius*, 700-1,000 kg ha<sup>-1</sup> for *Beta maritima*, *Rumex pulcher*, *Papaver rhoeas*, and *Silybum marianum*, and 80-500 kg ha<sup>-1</sup> for the remaining species could be obtained, except for *Scolymus hispanicus*, *Tamus communis*, and *Asparagus acutifolius* that only yielded 30, 13, and 6 kg ha<sup>-1</sup>, respectively.*

*A great inter-species variation on yield rates was observed, depending on life and growth forms, distribution areas, or parts used. We also documented intra-species variation between sites and/or years. However, the production per hectare was relatively stable, since only fluctuated  $\pm 2.2$  times the total average value of each species. Given the high production of most of these plants, in addition to traditional harvesting for domestic consumption, some of them could be harvested for commercial purposes. Organic farming could also be an interesting alternative for highly valued species with low production rates in the wild, such as *Scolymus hispanicus* and *Silene vulgaris*. Therefore, wild edible plants can contribute to promote food security and rural development, enhancing the diversity of contemporary diets, and providing new options for employment and income generation.*

**Keywords:** *Mediterranean wild edible plants, weedy vegetables, wild fruits, food production, applied ethnobotany.*



# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN GENERAL .....   | 1  |
| 1.1. Definición de plantas silvestres comestibles .....                           | 1  |
| 1.2. Plantas silvestres y alimentación .....                                      | 2  |
| 1.2.1. De cazadores-recolectores a agricultores .....                             | 2  |
| 1.2.2. Flora alimentaria en el mundo .....  | 4  |
| 1.2.3. Conservación de la biodiversidad alimentaria: erosión genética.....        | 4  |
| 1.2.4. Conservación de la biodiversidad alimentaria: erosión cultural.....        | 5  |
| 1.2.5. Alimentación y salud: plantas silvestres vs. cultivadas.....               | 6  |
| 1.2.6. Interés actual de las plantas silvestres comestibles .....                 | 8  |
| 1.3. Estudios de producción de plantas silvestres comestibles. Antecedentes ..... | 10 |
| 1.4. Descripción de las especies estudiadas.....                                  | 14 |
| 1.4.1. Verduras de hoja.....  | 14 |
| 1.4.1.1. <i>Allium ampeloprasum</i> .....   | 14 |
| 1.4.1.2. <i>Anchusa azurea</i> .....  | 15 |
| 1.4.1.3. <i>Apium nodiflorum</i> .....  | 16 |
| 1.4.1.4. <i>Beta maritima</i> .....   | 17 |
| 1.4.1.5. <i>Chondrilla juncea</i> .....   | 18 |
| 1.4.1.6. <i>Cichorium intybus</i> .....   | 19 |
| 1.4.1.7. <i>Foeniculum vulgare</i> .....  | 20 |
| 1.4.1.8. <i>Montia fontana</i> .....  | 22 |
| 1.4.1.9. <i>Papaver rhoeas</i> .....  | 23 |
| 1.4.1.10. <i>Rumex papillaris</i> .....   | 24 |
| 1.4.1.11. <i>Rumex pulcher</i> .....  | 25 |
| 1.4.1.12. <i>Scolymus hispanicus</i> .....  | 26 |
| 1.4.1.13. <i>Silene vulgaris</i> .....  | 28 |
| 1.4.1.14. <i>Silybum marianum</i> .....   | 29 |
| 1.4.1.15. <i>Sonchus oleraceus</i> .....  | 30 |
| 1.4.1.16. <i>Taraxacum obovatum</i> .....   | 31 |
| 1.4.2. Espárragos .....   | 33 |
| 1.4.2.1. <i>Asparagus acutifolius</i> .....                                       | 33 |
| 1.4.2.2. <i>Bryonia dioica</i> .....  | 34 |
| 1.4.2.3. <i>Humulus lupulus</i> .....   | 35 |
| 1.4.2.4. <i>Tamus communis</i> .....  | 36 |
| 1.4.3. Frutos carnosos.....   | 37 |
| 1.4.3.1. <i>Arbutus unedo</i> .....   | 37 |
| 1.4.3.2. <i>Crataegus monogyna</i> .....  | 39 |
| 1.4.3.3. <i>Rubus ulmifolius</i> .....  | 40 |
| 1.5. Objetivos, estructura, financiación y colaboraciones .....                   | 41 |
| 1.5.1. Objetivos.....   | 41 |
| 1.5.2. Estructura.....  | 42 |
| 1.5.3. Financiación .....   | 44 |
| 1.5.4. Colaboraciones .....   | 44 |

|  |    |
|--|----|
| 2. METODOLOGÍA GENERAL .....   | 47 |
| 2.1. Selección de las especies .....                                     | 47 |
| 2.2. Localidades de estudio .....  | 50 |
| 2.2.1. Selección de las localidades .....                                | 50 |
| 2.2.2. Descripción de las localidades.....                               | 54 |
| 2.2.2.1. Cadalso de los Vidrios.....                                     | 57 |
| 2.2.2.2. Cantoblanco 1-alrededores UAM.....                              | 58 |
| 2.2.2.3. Cantoblanco 2-Monte de Valdelatas.....                          | 59 |
| 2.2.2.4. El Encín 1-Finca agrícola .....                                 | 60 |
| 2.2.2.5. El Encín 2-Soto del Henares.....                                | 61 |
| 2.2.2.6. Fuentidueña de Tajo .....                                       | 62 |
| 2.2.2.7. Ituero y Lama .....   | 63 |
| 2.2.2.8. Miraflores de la Sierra .....                                   | 64 |
| 2.2.2.9. Morata de Tajuña.....   | 65 |
| 2.2.2.10. Perales de Tajuña.....   | 66 |
| 2.2.2.11. Pioz .....   | 67 |
| 2.2.2.12. Puerto de la Morcuera.....                                     | 68 |
| 2.2.2.13. Salorino.....  | 69 |
| 2.2.2.14. San Martín de Valdeiglesias .....                              | 70 |
| 2.2.2.15. Soto del Real.....   | 71 |
| 2.2.2.16. Tielmes .....  | 72 |
| 2.2.2.17. Tres Cantos .....  | 73 |
| 2.2.2.18. Valdemanco .....   | 74 |
| 2.2.2.19. Villar del Olmo .....  | 75 |
| 2.3. Estimación de la producción.....                                    | 76 |
| 2.3.1. Metodología para el estudio de las verduras de hoja.....          | 79 |
| 2.3.1.1. Reconocimiento de las especies .....                            | 79 |
| 2.3.1.2. Diferenciación de individuos y unidades de muestreo .....       | 81 |
| 2.3.1.3. Periodo óptimo de recolección .....                             | 83 |
| 2.3.1.4. Determinación del área de muestreo .....                        | 84 |
| 2.3.2. Metodología para el estudio de los espárragos.....                | 86 |
| 2.3.2.1. Reconocimiento de las especies .....                            | 86 |
| 2.3.2.2. Diferenciación de individuos y unidades de muestreo .....       | 87 |
| 2.3.2.3. Periodo óptimo de recolección .....                             | 88 |
| 2.3.2.4. Seguimiento de las especies .....                               | 88 |
| 2.3.2.5. Efecto de la recolección sobre la producción .....              | 90 |
| 2.3.2.6. Determinación del área de muestreo .....                        | 91 |
| 2.3.3. Metodología para el estudio de los frutos carnosos.....           | 92 |
| 2.3.3.1. Reconocimiento de las especies .....                            | 92 |
| 2.3.3.2. Diferenciación de individuos y unidades de muestreo .....       | 92 |
| 2.3.3.3. Periodo óptimo de recolección .....                             | 94 |
| 2.3.3.4. Seguimiento de las especies y características biométricas ..... | 95 |
| 2.3.3.5. Determinación del área de muestreo .....                        | 97 |
| 2.4. Análisis climático .....  | 98 |
| 2.5. Calendario de realización del trabajo .....                         | 99 |

|   |     |
|---|-----|
| 3. CAPÍTULO I Weeds and food diversity: natural yield assessment and future alternatives for traditionally consumed wild vegetables .....   | 101 |
| 3.1. Introduction .....   | 101 |
| 3.2. Materials and methods.....   | 104 |
| 3.2.1. Wild edible species.....   | 104 |
| 3.2.2. Study sites.....   | 106 |
| 3.2.3. Sampling areas and periods .....   | 108 |
| 3.2.4. Estimation of individual plant yields.....   | 110 |
| 3.2.5. Estimation of plant density.....   | 111 |
| 3.2.6. Estimation of the production per hectare.....  | 111 |
| 3.2.7. Data analysis.....   | 111 |
| 3.3. Results and discussion.....  | 112 |
| 3.3.1. Individual plant yield.....  | 112 |
| 3.3.2. Plant density .....  | 115 |
| 3.3.3. Production per hectare.....  | 117 |
| 3.3.4. Alternatives for traditionally consumed wild vegetables .....  | 118 |
| 3.3.4.1. Organic farming.....   | 118 |
| 3.3.4.2. Wild gathering for commercial purposes .....   | 119 |
| 3.3.4.3. Wild collection for self-consumption.....  | 120 |
| 3.4. Conclusions .....  | 121 |
| 4. CAPÍTULO II <i>Montia fontana</i> L. (Portulacaceae), an interesting wild vegetable traditionally consumed in the Iberian Peninsula .....  | 123 |
| 4.1. Introduction .....   | 124 |
| 4.2. Materials and methods.....   | 127 |
| 4.2.1. Study sites and harvesting dates .....   | 127 |
| 4.2.2. Natural production estimations.....  | 127 |
| 4.2.3. Nutritional analysis.....  | 128 |
| 4.2.4. Statistics.....  | 129 |
| 4.3. Results and discussion.....  | 130 |
| 4.3.1. Natural production estimations.....  | 130 |
| 4.3.2. Nutritional value .....  | 133 |
| 4.4. Conclusions .....  | 138 |
| 5. CAPÍTULO III Exploring the potential of wild food resources in the Mediterranean region: natural yield and gathering pressure of the wild asparagus ( <i>Asparagus acutifolius</i> L.) ..... | 141 |
| 5.1. Introduction .....   | 142 |
| 5.2. Materials and methods.....   | 144 |
| 5.2.1. Study sites.....   | 144 |
| 5.2.2. Plant monitoring .....   | 146 |
| 5.2.3. Asparagus yield estimates .....  | 147 |
| 5.2.4. Harvesting practices .....   | 147 |
| 5.2.5. Statistics.....  | 148 |
| 5.3. Results and discussion.....  | 148 |
| 5.3.1. Asparagus yield .....  | 148 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.3.1.1. Spear number and weight .....   | 148 |
| 5.3.1.2. Yield patterns and weather influence .....  | 150 |
| 5.3.1.3. Yield estimations and gathering effort .....  | 151 |
| 5.3.2. Harvesting practices .....  | 152 |
| 5.3.2.1. Current scale of gathering .....  | 152 |
| 5.3.2.2. Spear number and diameter .....   | 153 |
| 5.3.2.3. Patterns of gathering .....   | 154 |
| 5.4. Conclusions .....   | 154 |
| 6. CAPÍTULO IV Producción y abundancia natural de tres especies de espárragos silvestres: <i>Bryonia dioica</i> , <i>Humulus lupulus</i> y <i>Tamus communis</i> ..... | 157 |
| 6.1. Introducción .....  | 157 |
| 6.2. Material y métodos .....  | 160 |
| 6.2.1. Metodología para el estudio de la producción de <i>Bryonia dioica</i> .....   | 161 |
| 6.2.2. Metodología para el estudio de la producción de <i>Humulus lupulus</i> .....  | 162 |
| 6.2.3. Metodología para el estudio de la producción de <i>Tamus communis</i> .....   | 163 |
| 6.2.4. Análisis estadístico .....  | 163 |
| 6.3. Resultados y discusión .....  | 164 |
| 6.3.1. <i>Bryonia dioica</i> .....   | 164 |
| 6.3.1.1. Producción por planta .....   | 164 |
| 6.3.1.2. Abundancia .....  | 165 |
| 6.3.1.3. Producción por hectárea .....   | 165 |
| 6.3.1.4. Efecto de la recolección en el peso medio de los espárragos .....   | 166 |
| 6.3.1.5. Efecto de las condiciones meteorológicas en la producción .....   | 166 |
| 6.3.2. <i>Humulus lupulus</i> .....  | 168 |
| 6.3.2.1. Producción por planta .....   | 168 |
| 6.3.2.2. Abundancia .....  | 169 |
| 6.3.2.3. Producción por hectárea .....   | 170 |
| 6.3.2.4. Efecto de la recolección en el peso medio de los espárragos .....   | 170 |
| 6.3.2.5. Efecto de las condiciones meteorológicas en la producción .....   | 171 |
| 6.3.3. <i>Tamus communis</i> .....   | 173 |
| 6.3.3.1. Producción por hectárea .....   | 173 |
| 6.3.3.2. Efecto de la recolección en el número de espárragos .....   | 174 |
| 6.3.3.3. Efecto de las condiciones meteorológicas en la producción .....   | 175 |
| 6.4. Conclusiones .....  | 176 |
| 7. CAPÍTULO V Fruit production of strawberry tree ( <i>Arbutus unedo</i> L.) in two Spanish forests .....  | 179 |
| 7.1. Introduction .....  | 179 |
| 7.2. Materials and methods .....   | 182 |
| 7.2.1. Study sites .....   | 182 |
| 7.2.2. Fruit production estimation .....   | 183 |
| 7.2.3. Parameters measured in single trees .....   | 184 |
| 7.2.4. Meteorological variables .....  | 185 |
| 7.2.5. Statistical analysis .....  | 185 |
| 7.3. Results and discussion .....  | 186 |



|   |     |
|---|-----|
| 7.3.1. Fruit mass .....   | 186 |
| 7.3.2. Fruit production per tree .....  | 187 |
| 7.3.3. Fruit production per hectare .....   | 188 |
| 7.3.4. Fruit production per cubic meter of crown .....  | 188 |
| 7.3.5. Tree size and local abundance .....  | 189 |
| 7.3.6. Meteorological data .....  | 191 |
| 7.4. Conclusions .....  | 194 |
| <br>  |     |
| 8. CAPÍTULO VI Producción y abundancia natural de frutos de majuelo ( <i>Crataegus monogyna</i> ) y zarzamora ( <i>Rubus ulmifolius</i> ) ..... | 195 |
| 8.1. Introducción .....   | 195 |
| 8.2. Material y métodos .....   | 197 |
| 8.2.1. Metodología para el estudio de la producción de <i>Crataegus monogyna</i> ....   | 198 |
| 8.2.2. Metodología para el estudio de la producción de <i>Rubus ulmifolius</i> .....  | 200 |
| 8.2.3. Análisis estadístico .....   | 201 |
| 8.3. Resultados y discusión .....   | 201 |
| 8.3.1. <i>Crataegus monogyna</i> .....  | 201 |
| 8.3.1.1. Características biométricas y producción por planta .....  | 201 |
| 8.3.1.2. Abundancia .....   | 203 |
| 8.3.1.3. Producción por hectárea .....  | 204 |
| 8.3.1.4. Análisis climático .....   | 205 |
| 8.3.2. <i>Rubus ulmifolius</i> .....  | 207 |
| 8.3.2.1. Producción por planta .....  | 207 |
| 8.3.2.2. Abundancia .....   | 208 |
| 8.3.2.3. Producción por hectárea .....  | 209 |
| 8.3.2.4. Análisis climático .....   | 209 |
| 8.4. Conclusiones.....  | 210 |
| <br>  |     |
| 9. DISCUSIÓN GENERAL .....  | 213 |
| 9.1. Comparación global de los resultados .....   | 213 |
| 9.1.1. Producción por planta .....  | 213 |
| 9.1.2. Abundancia .....   | 221 |
| 9.1.3. Producción por hectárea .....  | 226 |
| 9.2. Variabilidad entre localidades y años .....  | 232 |
| 9.3. Influencia de la recolección en la producción y disponibilidad local.....  | 237 |
| 9.4. Posibilidades de uso de las plantas silvestres comestibles .....   | 240 |
| 9.4.1. Recolección .....  | 240 |
| 9.4.2. Cultivo .....  | 242 |
| <br>  |     |
| 10. CONCLUSIONES FINALES .....  | 245 |
| <br>  |     |
| 11. BIBLIOGRAFÍA .....  | 249 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| ANEXO 1.....            | 277 |
| ANEXO 2.....            | 281 |
| ÍNDICE DE TABLAS.....   | 287 |
| ÍNDICE DE FIGURAS ..... | 291 |

# 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

## 1.1. Definición de plantas silvestres comestibles

Entendemos por plantas silvestres comestibles aquellas especies que no se producen bajo cultivo y se emplean como fuente de alimento. El concepto de silvestre, en contraposición con el de cultivado, nos indica que las especies crecen por sí mismas sin que el hombre las siembre, y no dependen de sus cuidados para completar su desarrollo. Sin embargo, conviene aclarar que muchas especies han sido intensamente manejadas o favorecidas con el fin de mejorar su productividad o disponibilidad (Blancas et al. 2010; Turner et al. 2011). Algunas plantas que aparecen de forma espontánea y son consideradas silvestres serían menos abundantes o estarían ausentes si no fuera por la actividad humana, que ha transformado los ecosistemas naturales y generado un amplio mosaico de paisajes más o menos antropizados (Morales et al. 2011).

Las plantas utilizadas en alimentación han sido sometidas en mayor o menor medida a estas prácticas de manejo, y dependiendo del grado de intervención humana en el ambiente y en la configuración (ecológica, morfológica o genética) de la especie, podemos hablar de plantas silvestres, en sentido estricto, o domesticadas, si han sido seleccionadas artificialmente por el hombre. Entre estos dos extremos existe un *continuum* de estados intermedios de naturaleza dinámica y reversible, fruto de la interacción y coevolución del hombre y las plantas (Bye 1993; Harlan 1975). No todas las plantas cultivadas están completamente domesticadas, y algunas de ellas pueden asilvestrarse o hibridarse con formas silvestres de la misma especie.

En la cultura popular, los alimentos silvestres son claramente diferenciados de los cultivados. Como indica Aceituno-Mata (2010), para obtener información sobre las plantas silvestres utilizadas en alimentación es necesario preguntar “¿qué plantas *del campo* se comían?”, mientras que para conocer las hortalizas, cereales o frutas cultivadas hay que preguntar específicamente “¿qué se comía *para almorzar*?”, “¿qué se comía *los días de matanza*?”. Se descubre así que las plantas silvestres y cultivadas constituyen dos dominios culturales independientes. Uno, el de las plantas que *aparecen sin querer* en el campo; otro, el de aquellas que *se siembran* intencionadamente y cuya producción está dirigida de antemano. De las primeras podemos decir que se recolectan cuando se encuentran (con más o menos fortuna) y que, en ese sentido, no implican trabajo; las segundas, en cambio, no se encuentran: se disponen en un recinto como unidades de producción de alimento, y su manejo cae por tanto bajo la figura del trabajo. Por ello, no es extraño que algunos productos secundarios de origen agrícola, como las hojas de los nabos o los brotes de la vid, sólo se mencionen cuando se pregunta por alimentos silvestres –aunque evidentemente no lo sean– ya que *se recogen* pero no *se cultivan* con ese fin (Menendez-Baceta et al. 2012).

Las plantas silvestres comestibles se definen entonces como las especies nativas e introducidas de un territorio que son consumidas por una comunidad y consecuentemente toleradas, favorecidas o protegidas en mayor o menor medida, sin que su producción esté controlada ni sujeta a las prácticas agrícolas convencionales.

## 1.2. Plantas silvestres y alimentación

### 1.2.1. De cazadores-recolectores a agricultores

La recolección de plantas silvestres con fines alimentarios es una práctica que se remonta a los primeros grupos humanos de cazadores-recolectores. La dieta de nuestros ancestros, hace más de 10.000 años, estaba obligatoriamente restringida al consumo de plantas y animales silvestres mínimamente procesados. La importancia relativa del componente vegetal y animal en su dieta ha sido uno de los aspectos más debatidos en la literatura arqueológica y antropológica (Aura et al. 2005; Eaton & Konner 1985). Aunque la introducción de la carne en la dieta fue crucial para la evolución humana (Arsuaga & Martínez 1998), los vegetales siguieron aportando una parte importante en la misma. El consumo de vegetales ha sido frecuentemente infravalorado y relegado a un papel secundario, debido en parte a la mayor visibilidad arqueológica que ofrecen los restos animales y el utillaje lítico empleado en las actividades cinegéticas (Zapata 2000). No obstante, actualmente se han desarrollado nuevas técnicas en arqueobotánica, como el análisis de fitolitos, que mejoran la identificación de restos vegetales en contextos arqueológicos (Zurro 2010).

Además, los estudios etnográficos sobre grupos contemporáneos de cazadores-recolectores muestran que estos grupos tienen una gran versatilidad de hábitos alimentarios dependiendo de su situación geográfica y condiciones ambientales. Generalmente se ha observado que a medida que aumenta la latitud disminuye la disponibilidad estacional de recursos vegetales, y con ello su proporción en la dieta (Hardy 2010). Asumiendo que estas variaciones son extrapolables al pasado, y que no puede hablarse de un único patrón que defina sus pautas alimentarias, no cabe duda que los alimentos de origen vegetal tuvieron gran relevancia en la dieta prehistórica, especialmente los frutos, semillas y órganos subterráneos (Cordain et al. 2000). Actualmente se piensa que el consumo de plantas representó un porcentaje del 36-45% de la dieta (Cordain et al. 2002; Konner & Eaton 2010).

Con la domesticación de plantas y animales durante el Neolítico, los productos de origen agrícola y ganadero fueron desplazando a los alimentos silvestres. Las evidencias arqueológicas parecen indicar que las primeras sociedades agrícolas continuaron explotando de manera regular los recursos silvestres, por lo que la introducción de la agricultura no supuso un cambio drástico de sus sistemas tradicionales de subsistencia (Aoi-Hosoya 2011). Las prácticas agrícolas, además, generaron un nuevo hábitat favorable para la expansión de especies invasoras o malas hierbas, promoviendo indirectamente el consumo de verduras silvestres como complemento en la dieta (Leonti et al. 2006).

Sin embargo, la dependencia de los alimentos silvestres fue disminuyendo con el tiempo, de manera paulatina al principio, y de forma más brusca a partir de la Revolución Industrial (Cordain et al. 2005). En la actualidad, las plantas silvestres comestibles sólo siguen siendo importantes en la dieta de algunas poblaciones en los países menos industrializados (Grivetti & Ogle 2000; High & Shackleton 2000). En cambio, constituyen una parte minoritaria en la dieta de las sociedades occidentalizadas, donde la explotación comercial de especies silvestres ha quedado relegada prácticamente a la pesca fluvial o marina, la caza y, en menor medida, a la recolección de algunos invertebrados, frutos y setas (Álvarez & Arrébola 2002; Sanderson & Prendergast 2002). Este fenómeno está generalmente asociado a la transición de una economía de autoabastecimiento, basada en los recursos locales, a una economía de mercado que promueve los sistemas intensivos de producción (Gómez-Baggethun et al. 2010). Por ello el abandono es mucho mayor en las zonas urbanas y perdura básicamente en los ambientes rurales. En cualquier caso, este tipo de recolección responde a motivos de entretenimiento o tradición antes que a una necesidad alimentaria de primer orden (Díaz-Betancourt et al. 1999).

Hasta hace pocas décadas, sin embargo, las especies silvestres se emplearon sobre todo para solventar los imprevistos relacionados con la estacionalidad de los cultivos y la inseguridad de las cosechas (Casco 2000; Tardío et al. 2002). Los alimentos silvestres han constituido un importante aporte de minerales y vitaminas en determinados periodos del año en los que el abastecimiento de cultivos era menor, o en zonas de montaña en las que las dificultades de transporte impedían el acceso regular de verduras y frutas de los mercados (Aceituno-Mata 2010; Pardo-de-Santayana et al. 2007). En periodos más prolongados de escasez de alimentos, como consecuencia de plagas de gran importancia económica, guerras y otros conflictos políticos, el consumo de plantas silvestres se convirtió en un mecanismo de supervivencia frente a situaciones de pobreza (Łuczaj et al. 2012). Por ejemplo, en España las plantas silvestres comestibles tuvieron una importancia vital durante los años de penuria posteriores a la Guerra Civil (Tardío et al. 2002).

Como apuntan algunos autores, la recolección y la agricultura no son prácticas excluyentes que están necesariamente ligadas a un modo de vida nómada o sedentario respectivamente. Sería más preciso decir que son actividades complementarias y que la mayoría de las sociedades combinan ambas estrategias para controlar el riesgo de padecer hambrunas potenciales y asegurar así su soberanía alimentaria (Bharucha & Pretty 2010; Eyssartier et al. 2011). De hecho, las sociedades agrarias son más susceptibles a sufrir episodios periódicos de escasez de cosechas y necesitan mantener a una concentrada población sedentaria (Johns 1996). Mantener vigente la recolección de especies silvestres es una forma de conservar el conocimiento sobre su uso, y de que estos sabores permanezcan en la memoria gastronómica de una cultura (Aceituno-Mata 2010). De esta manera sólo es necesario ajustar la frecuencia y proporción en la dieta de los alimentos silvestres y cultivados según su disponibilidad (Johns 1996).

### **1.2.2. Flora alimentaria en el mundo**

Aunque no existen compilaciones completas de plantas alimentarias a nivel mundial, hoy en día se estima que hay más de 20.000 especies vegetales comestibles (PFAF 2014), una cifra considerablemente superior a las 12.650 plantas registradas por Kunkel (1984). En bases de datos internacionales, como *Plants for a Future* (PFAF 2014) o *Food Plants International* (FPI 2014), aparecen recogidas 7.000 y 24.000 especies, respectivamente. Según algunos autores, el porcentaje de especies silvestres de uso alimentario gira en torno al 6-10% (Rapoport 1995). Esto significaría que de las 260.000 especies de plantas vasculares que hay aproximadamente en el mundo podrían comerse cerca de 26.000 especies. Entre ellas, se calcula que en torno a 5.000 han sido cultivadas en algún momento de la historia, pero sólo unos cientos han sido completamente domesticadas e incorporadas al comercio mundial (Heywood 1999). Estos cultivos comerciales constituyen una mínima parte de la diversidad alimentaria global, que reúne un amplio abanico de especies infrautilizadas, algunas escasamente o sólo parcialmente domesticadas, cultivos tradicionales menores y numerosas especies silvestres comestibles.

En Europa, se calcula que aproximadamente el 10% de la flora silvestre ha sido utilizada con fines alimentarios (Couplan 1995). Coincidiendo con este porcentaje, algunos autores estiman que de las 22.500 especies que conforman la flora de la región mediterránea, se han utilizado cerca de 2.300 especies, incluyendo también hongos (Rivera et al. 2006a). En España se han registrado un total de 483 especies silvestres comestibles, que representan el 6,4% de la flora total (Morales et al. 2011).

### **1.2.3. Conservación de la biodiversidad alimentaria: erosión genética**

Diversas organizaciones internacionales han expresado su alarma ante el grave proceso de erosión genética que ha experimentado la diversidad biológica empleada en alimentación. Una de las causas principales ha sido la sustitución de las variedades tradicionales de cultivo por variedades modernas comerciales (FAO 1996). Según la FAO (2010), se estima que alrededor de tres cuartas partes de la diversidad genética agrícola se ha perdido durante el último siglo. Paralelamente a este proceso, la globalización y modernización del sistema agroalimentario ha dado lugar a una simplificación de la dieta y a una mayor dependencia en unos pocos cultivos para satisfacer nuestras necesidades nutricionales (Johns & Eyzaguirre 2006). El 95% de nuestra alimentación actual está basada en menos de una treintena de cultivos y tan sólo cuatro de ellos –arroz, trigo, maíz y patata– engloban más del 60% (FAO 2010). Este empobrecimiento tiene consecuencias negativas para la salud, pues para conseguir una alimentación sana y equilibrada es conveniente seguir una dieta lo más diversa posible en frutas y verduras, para asegurar la ingesta apropiada de todos los nutrientes que nuestro organismo necesita (Cámara et al. 2008).

La importancia de la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, incluida la de interés alimentario, queda reflejada en el Convenio sobre la Diversidad Biológica o CDB (ONU 1992) y en su desarrollo posterior. La Conferencia de las Partes, en su octava reunión celebrada en Brasil (UNEP 2006), declara que, “para contrarrestar la pérdida de diversidad en la dieta humana y en los ecosistemas, es necesario conservar y promover un uso más amplio de la diversidad biológica para la alimentación y la nutrición”, siendo uno de sus objetivos “la conservación de la diversidad genética de los cultivos y de sus parientes silvestres”, “la promoción de especies actualmente subutilizadas o que son de valor potencial para la alimentación y nutrición humana”, y de “las **especies silvestres** para el consumo sostenible por parte de las comunidades locales e indígenas” (Anexo I, VIII/23).

Igualmente, en el Informe del Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura en el Mundo (FAO 1996), se destaca la importancia que tienen a nivel local, nacional o regional, un grupo amplio de plantas que no constituyen los principales cultivos básicos a nivel mundial. Entre estas plantas se incluyen: “Cultivos básicos de regiones o lugares específicos (cultivos secundarios), que constituyen un alimento importante para un número elevado de personas. Hortalizas, frutas y otras especies, entre ellas diversas **plantas silvestres** y ‘**malas hierbas**’ que se recogen para utilizarlas como alimento y que contribuyen a la nutrición y a la diversificación de la nutrición. **Árboles** polivalentes, tanto explotados en sistemas agroforestales como especies **silvestres** de las que se recogen productos. Cultivos que pueden contribuir a la diversificación de la agricultura, como **especies poco o nada cultivadas** con posibilidades para la alimentación o la agricultura”.

Las plantas silvestres son mencionadas también en el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura o TIRFAA (FAO 2009) y en el Segundo Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura en el Mundo (FAO 2011). En ambos casos se presta especial atención al valor de las “plantas silvestres afines a las cultivadas” como reservorios genéticos de los cultivos para conservar la biodiversidad agrícola y utilizarlas en programas de mejora vegetal. En menor medida, también se menciona el valor de otras plantas silvestres que se recolectan directamente con fines alimentarios. Estas especies “tienen un papel importante en las sociedades locales”, “pueden ofrecer una red de seguridad cuando los alimentos resultan escasos” y “constituyen un aporte importante al ingreso familiar” (FAO 2011).

#### **1.2.4. Conservación de la biodiversidad alimentaria: erosión cultural**

En los sistemas tradicionales de producción de alimentos, el manejo de las plantas cultivadas y sus variedades, de las razas autóctonas y de los recursos silvestres, está estrechamente vinculado a una serie de conocimientos y prácticas que han sido desarrolladas durante siglos a partir de la experiencia directa de las poblaciones y que están adaptadas a la cultura y al medio ambiente local (Fajardo 2008; Morales et al. 2011). Los cambios socio-económicos y tecnológicos que han alterado radicalmente

nuestro estilo de vida y nuestra alimentación en las últimas décadas, han debilitado enormemente estos sistemas tradicionales. Como consecuencia de ello, no sólo se ha empobrecido la dieta y la diversidad genética de los cultivos, sino que muchos conocimientos tradicionales sobre el uso y manejo de la biodiversidad silvestre y cultivada se están perdiendo.

Los principales instrumentos legales que avalan la importancia de proteger, conservar y promover los conocimientos tradicionales de interés para la conservación de la biodiversidad en general, y de la biodiversidad alimentaria en particular, son el CBD (ONU 1992; UNEP 2006) y el TIRFAA (FAO 2009). A raíz de ello, los acuerdos alcanzados han sido posteriormente incluidos en algunas legislaciones nacionales. En España, la ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, recoge la necesidad de promoción de “los conocimientos tradicionales de interés para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad”, y la ley 30/2006, de semillas y plantas de vivero y de recursos fitogenéticos, señala la importancia de proteger y conservar “los conocimientos tradicionales de interés para los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura”.

Aunque cada vez existe un convencimiento mayor de que el conocimiento local y tradicional y la cultura son parte integral de la gestión de la diversidad agroalimentaria, las plantas silvestres comestibles han sido normalmente infravaloradas por su papel minoritario en la dieta, y apenas han recibido atención por parte de la comunidad científica. No obstante, en las últimas décadas se han incrementado notablemente los estudios etnobotánicos orientados a recopilar los conocimientos y prácticas de manejo tradicional de la flora útil de un territorio, siendo las plantas utilizadas en alimentación –junto con las medicinales– el principal objeto de estudio (Arenas & Scarpa 2007; Bonet & Vallès 2002; Ertuğ 2004; Łuczaj & Szymański 2007; Menendez-Baceta et al. 2012; Nassif & Tanji 2013; Pieroni 1999; Tardío et al. 2005). Estos trabajos ponen de manifiesto que las plantas silvestres comestibles están plenamente integradas en los sistemas tradicionales de alimentación, y constituyen un esfuerzo importante a la hora de evitar la desaparición de conocimientos que son potencialmente relevantes para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria de las poblaciones locales.

### **1.2.5. Alimentación y salud: plantas silvestres vs. cultivadas**

La alimentación es uno de los aspectos fundamentales en el mantenimiento de la salud y la prevención de enfermedades. De hecho, cada vez existen mayores evidencias de que la mayor parte de las enfermedades crónicas y problemas de salud actuales son total o parcialmente atribuibles a la dieta (Cordain et al. 2005).

Las dietas de las sociedades industrializadas contemporáneas se caracterizan por el predominio de alimentos de baja densidad nutritiva y alto contenido calórico, como azúcares refinados, cereales, aceites vegetales y productos lácteos, siendo por lo general deficitarias en vitaminas, minerales y fibra (Cordain et al. 2005; Eaton & Eaton 2000). Esto ha aumentado la proporción de ácidos grasos saturados en la dieta, disminuyendo



el contenido de ácidos grasos insaturados, y alterando la proporción de ácidos grasos poliinsaturados  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 (Carrera-Bastos et al. 2011; Cordain et al. 2002). Los ácidos grasos  $\omega$ -3 son esenciales para el crecimiento y juegan un papel importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes, artritis, enfermedades inflamatorias o autoinmunes y cáncer (Simopoulos 2004). Sin embargo, el elevado consumo de productos derivados de los cereales y su empleo masivo en ganadería y acuicultura, ha aumentado la proporción de ácidos grasos  $\omega$ -6 en detrimento de los  $\omega$ -3 (Cordain et al. 2005). La tecnología alimentaria también ha empeorado la calidad nutricional de los alimentos, por ejemplo, incrementando el consumo de ácidos grasos *trans*, obtenidos en el proceso industrial de hidrogenación para transformar los aceites vegetales en grasas sólidas (Simopoulos 2004).

Un amplio conjunto de enfermedades, conocidas como “enfermedades de la civilización” –enfermedades cardiovasculares, obesidad, hipertensión, diabetes tipo II, colesterol alto, osteoporosis, cáncer, etc.– pueden considerarse epidémicas en las sociedades contemporáneas occidentales, con una incidencia superior al 50% en la población adulta. Estas enfermedades son infrecuentes o inexistentes en otras sociedades actuales menos industrializadas, así como en las sociedades primitivas de cazadores-recolectores (O'Keefe & Cordain 2004). Por ello, algunos autores sostienen la hipótesis de la discordancia evolutiva, que postula que los profundos cambios en la dieta y en el estilo de vida de las sociedades agrícolas son relativamente recientes en la escala evolutiva como para que el genoma humano se haya adaptado a ellos (Eaton & Konner 1985; Konner & Eaton 2010). Por ejemplo, el índice glucémico se ha incrementado considerablemente y la ratio  $\omega$ 6/ $\omega$ 3, aproximadamente de 1-2:1 en la dieta paleolítica, gira actualmente en torno a 10-20:1 (Cordain et al. 2005; Simopoulos 2004). Dado que estos cambios habrían repercutido negativamente sobre la salud, la adopción de una dieta y estilo de vida que mimetice las características beneficiosas del contexto preagrícola constituiría una estrategia para la prevención de enfermedades crónicas degenerativas (Carrera-Bastos et al. 2011; Lindeberg et al. 2003).

Por otro lado, diversos estudios epidemiológicos han demostrado que las pautas alimentarias específicas de cada sociedad tienen efectos desiguales sobre la salud, siendo la dieta tradicional mediterránea uno de los ejemplos mejor estudiados por sus efectos beneficiosos frente al envejecimiento y la incidencia de enfermedades en la población (Trichopoulou & Vasilopoulou 2000). En esta línea, existe un creciente interés en el estudio de los metabolitos secundarios o sustancias aleloquímicas presentes en los vegetales y, en particular, en las especies silvestres de uso tradicional. Estos compuestos bioactivos, aunque se encuentran generalmente en pequeñas cantidades, aportan un beneficio a la salud más allá de las consideraciones propias de la nutrición básica, mejorando las funciones fisiológicas o metabólicas del organismo y reduciendo el riesgo de padecer enfermedades (Olmedilla & Granado 2008). Quizás el mecanismo más estudiado y conocido sea el antioxidante (Ansari et al. 2005; Schaffer et al. 2005), por el que se neutralizan los radicales libres que pueden ocasionar un daño oxidativo en los tejidos celulares, pero también pueden actuar como moduladores de la respuesta inmune y como modificadores de procesos inflamatorios (Ferreira et al. 2009).

Los estudios nutricionales sobre plantas silvestres comestibles se han incrementado notablemente en las últimas décadas (Alarcón et al. 2006; García-Herrera et al. 2013; Guil-Guerrero et al. 1998b; Martins et al. 2011; Morales et al. 2013; Sánchez-Mata et al. 2012; Schaffer et al. 2005; Trichopoulou et al. 2000; Vanzani et al. 2011). Estos estudios demuestran que las especies silvestres de uso tradicional son una fuente importante de fibra, minerales (Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Se), vitamina C (ácido ascórbico), vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol), vitamina B<sub>9</sub> (ácido fólico) y otros compuestos bioactivos como carotenoides ( $\beta$ -caroteno o provitamina A, xantofilas, licopeno) y compuestos fenólicos (flavonoles, catequinas y antocianinas).

El contenido de estos compuestos en las plantas silvestres es en muchas ocasiones superior al de las especies cultivadas, posiblemente como consecuencia del proceso de domesticación, por el que se ha reducido la cantidad de metabolitos secundarios en los vegetales, y por las técnicas agrícolas industriales, que han propiciado un aumento de la producción en detrimento de su calidad nutritiva (Alarcón et al. 2006; Leonti 2012; Simopoulos 2004; Stepp & Moerman 2001). Igualmente, aunque el contenido en grasa de estas especies es bajo, la proporción relativa de ácidos grasos poliinsaturados, especialmente del ácido  $\alpha$ -linolénico ( $\omega$ -3) y el ácido linoleico ( $\omega$ -6), ha despertado un gran interés (Guil-Guerrero et al. 1996; Morales et al. 2012b).

Como indican algunos autores, el mantenimiento de los alimentos silvestres en la dieta de las culturas agrarias permitió al ser humano aprovechar los efectos profilácticos de los compuestos secundarios presentes en estas plantas (Johns 1996). Así, el consumo de verduras y frutos silvestres en la dieta mediterránea ha podido desempeñar un importante papel preventivo (Trichopoulou et al. 2000). Hoy en día cada vez hay un mayor interés por conocer el valor nutricional de los recursos silvestres locales y sus efectos beneficiosos para la salud, constituyendo un área importante de investigación nutricional y fitoterapéutica a nivel mundial (Guarrera & Savo 2013; The Local Food-Nutraceutical Consortium 2005).

### **1.2.6. Interés actual de las plantas silvestres comestibles**

En las sociedades contemporáneas occidentales, la recolección de plantas silvestres se ha ido abandonando progresivamente y hoy en día es una actividad infrecuente, ajena a nuestros quehaceres diarios. Los trabajos etnobotánicos señalan que este abandono suele estar asociado con ciertas connotaciones negativas atribuidas a estos alimentos (Eyssartier et al. 2011; Menendez-Baceta et al. 2012). Algunas personas mayores rechazan el consumo de plantas silvestres por el recuerdo que les evoca de periodos de carestía en los que se vieron obligados a hacer uso de estos recursos. Las nuevas generaciones, por otro lado, muestran en general un desprecio manifiesto ante éstas y otras prácticas tradicionales vinculadas al mundo rural. Estas costumbres parecen oponerse a la noción actual de “progreso”, y se asocian con modos de vida tradicionales que para muchas personas han quedado obsoletos.

Sin embargo, también se ha observado en los últimos años un resurgimiento del interés por las plantas silvestres comestibles, y una mayor visibilidad mediática. Prueba de ello son los numerosos libros divulgativos sobre alimentos silvestres que se han publicado recientemente (p. ej. Irving 2009; Phillips 1994; Tardío et al. 2002; Thayer 2006) y su presencia en la web (p. ej. Edible Portland 2014; Kallas 2014; Łuczaj 2013).

Este fenómeno refleja una clara connotación positiva por las plantas silvestres comestibles en particular y por los alimentos calificados como “locales” o “tradicionales” en un contexto más amplio. Tal apreciación parece estar vinculada a la mayor calidad gustativa y garantía de salud que se les atribuye a estos alimentos, ajenos a los circuitos convencionales industriales, así como a un cierto sentimiento nostálgico hacia una gastronomía más ligada al paisaje y sus gentes y, en definitiva, una mayor preocupación social por la sostenibilidad ecológica, económica y social de los sistemas de producción y consumo (Guarrera & Savo 2013; Jeambey et al. 2009; Łuczaj et al. 2013; Slow Food 2014). Aparece así una conciencia de “tradición culinaria” que reivindica la necesidad de valorar y proteger la identidad y tradición local de cada territorio, lo que supone la recuperación de productos y platos típicos locales, sin excluir la capacidad para “innovarlos” o “adaptarlos” (Contreras 2013).

De hecho, la dimensión identitaria que se les atribuye a estos productos les proporciona una plusvalía cultural, y por tanto económica, que ha sido aprovechada por diversos sectores (Contreras 2013). Estos alimentos pueden encontrarse en granjas de agroturismo, restaurantes locales, e incluso han sido incorporados como nuevos ingredientes en restaurantes de alta cocina, a la par que han surgido empresas dedicadas a la recolección de productos silvestres y su comercialización como productos gourmet (Kang et al. 2012; Łuczaj et al. 2012). Tanto la recolección como la posible puesta en cultivo de estas especies ofrece múltiples opciones en el sector agroalimentario, educativo, turístico y restaurador, que podrían favorecer la diversificación de actividades económicas para el desarrollo rural (Casco 2000; Pieroni et al. 2005).

Tampoco debe olvidarse que estas especies silvestres tienen un gran interés ecológico en el mantenimiento de los agroecosistemas tradicionales, participando en diversas funciones como el control de la erosión, la retención de agua, la polinización y el control de plagas, entre otras (Altieri et al. 2012).

### 1.3. Estudios de producción de plantas silvestres comestibles. Antecedentes

El estudio de la oferta y la demanda de los recursos vegetales manejados por una población (p. ej. disponibilidad local de las plantas útiles de un territorio, tasas de extracción, demanda en los mercados, etc.) se engloba dentro de los que algunos autores han denominado “Etnobotánica aplicada” (Cunningham 2001). En relación a las plantas silvestres comestibles, existen algunos trabajos en los que se ha estimado su disponibilidad y demanda local.

Por ejemplo, Farfán et al. (2007) calculan la disponibilidad local y las tasas de extracción de diversos frutos y verduras silvestres utilizados por la comunidad indígena Mazahua, en Méjico. Estos recursos silvestres constituyen una fuente directa de alimento y de ingresos para la comunidad en los periodos de menor disponibilidad de los cultivos básicos (Farfán 2001). Teniendo en cuenta las cantidades empleadas para autoconsumo y venta, se recolectan 7,47 toneladas al año de frutos de *Prunus serotina* Ehrh., 4,40 t de *Rubus liebmanii* Focke y 1,82 t de *Crataegus mexicana* Moq. & Sess, ex DC., cuya producción local es de 304 y 34 t, respectivamente. Entre las verduras silvestres o “quelites”, *Brassica campestris* L. y *Amaranthus hybridus* L. producen en torno a 23,6 y 46 t, mientras que su consumo anual es de 4,3 y 0,9 t. Igualmente, la producción de *Rorippa nasturtium-aquaticum* (L.) Hayek es de 3,78 t y sólo se recolectan 0,5 t (Farfán et al. 2007). Los resultados indican que la disponibilidad local de estas especies cubre la demanda de consumo y, según las cantidades recolectadas, las tasas de extracción no suponen una amenaza para su aprovechamiento sostenible.

Otro trabajo realizado en Santiago Quiotepec (Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Méjico) llega a una conclusión similar. En este municipio se recolectan cerca de 800 kg de quelites y 550 kg de frutos de diferentes especies de cactus (Pérez-Negrón & Casas 2007). Entre los quelites, la producción local de *Amaranthus hybridus* y *Portulaca oleracea* L. es de 10,8 y 1,1 t respectivamente, y su recolección actual asciende a 236 kg al año de cada planta, con un consumo medio anual de 3 kg por unidad familiar. En el mismo Valle de Tehuacán, Godínez-Alvarez et al. (2008) estiman la producción de frutos y la densidad local de *Stenocereus stellatus* (Pfeiffer) Riccob. y *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnston. Estos autores también miden diferentes atributos demográficos para identificar los factores que podrían limitar la capacidad de regeneración de sus poblaciones naturales y su efecto sobre el aprovechamiento de estas plantas.

La importancia de las malas hierbas en los agroecosistemas tradicionales de Tlaxcala, Méjico, es otro ejemplo ilustrativo del potencial económico de este recurso, que en ocasiones puede superar los beneficios derivados del cultivo principal (González-Amaro et al. 2009). Se estima que en los campos de maíz de Tlaxcala pueden obtenerse 14,8 t ha<sup>-1</sup> de especies silvestres útiles, siendo las plantas forrajeras las de mayor importancia (9,7 t ha<sup>-1</sup>), seguidas de las especies utilizadas con fines alimentarios y medicinales, entre ellas quelites como *Amaranthus hybridus*, *Chenopodium berlandieri* Moq., *Brassica rapa* L., *Malva parviflora* L. y *Calandrinia micrantha*

Schltdl. Las dos primeras especies se comercializan frecuentemente en los mercados de la ciudad de Méjico y en mercadillos semanales (Vieyra-Odilon & Vibrans 2001). Paradójicamente, la producción de grano de maíz ( $1,5 \text{ t ha}^{-1}$  de peso seco), es un elemento minoritario si tenemos en cuenta la productividad total del sistema y su rendimiento neto. Incluso los restos del cultivo de maíz (paja, cáscara y raquis), aunque generalmente pasan por alto, producen más ( $3,7 \text{ t ha}^{-1}$  de peso seco) y dan un margen mayor de beneficios. Así, el aprovechamiento de los recursos complementarios en los agroecosistemas puede ser una fuente de ingresos importante y, a la vez, una estrategia para aminorar riesgos cuando la cosecha del cultivo principal es escasa (González-Amaro et al. 2009).

También se han realizado algunos estudios comparativos entre regiones tropicales y templadas de América en los que se evalúa cuantitativamente la cantidad potencial de verdura que pueden proporcionar las malas hierbas o “yuyos” que crecen espontáneamente en ambientes alterados. Por ejemplo, la producción de verduras silvestres en Coatepec, Méjico, es aproximadamente de  $1.277\text{-}3.582 \text{ kg ha}^{-1}$ , mientras que en Bariloche, Argentina, es de  $287\text{-}2.939 \text{ kg ha}^{-1}$ , con unos valores medios de  $2,1$  y  $1,3 \text{ t ha}^{-1}$ , respectivamente (Díaz-Betancourt et al. 1999). Estos resultados sugieren que la cantidad de verduras silvestres que puede recolectarse en zonas tropicales es mucho mayor que en zonas templadas. No obstante, en este trabajo no queda claro si sólo se han considerado las especies consumidas tradicionalmente en cada región o todas las especies potencialmente comestibles.

Entre las verduras silvestres más productivas registradas en Bariloche destaca *Claytonia perfoliata* Donn ex Willd. [sin. *Montia perfoliata* (Donn ex Willd.) Howell], una planta invasora de América del Norte que crece en los bosques cercanos a zonas urbanas en la Patagonia. Esta planta presenta una gran capacidad de rebrote una vez recolectada la parte aérea y se estima que, realizando tres cortes consecutivos, podrían obtenerse cerca de  $11 \text{ t ha}^{-1}$  (Díaz-Betancourt et al. 1999; Rapoport et al. 1998). Ésta y otras plantas exóticas constituyen el principal recurso alimentario en zonas antropizadas de Bariloche, en comparación con las plantas nativas, de menor importancia tanto en riqueza de especies como en cobertura. Por otro lado, los frutos de la especie nativa *Berberis buxifolia* Lam., cuya producción local es de  $0,28 \text{ t ha}^{-1}$ , y de la especie exótica *Rosa rubiginosa* L. ( $2 \text{ t ha}^{-1}$ ), son consumidos por el 10 y 20% de la población, respectivamente (Ladio & Rapoport 2005).

En relación a otros frutos de gran importancia comercial, podemos citar los estudios realizados en diversas especies del género *Vaccinium*. Desde hace décadas, son numerosos los trabajos que se han llevado a cabo sobre la producción y las tasas de extracción de varias especies de este género (p. ej. Raatikainen et al. 1984; Rossi et al. 1984). También se han desarrollado modelos matemáticos para predecir la producción nacional de frutos a partir de los datos de inventarios forestales (Ihalainen et al. 2002; Ihalainen et al. 2003; Miina et al. 2009). Estas especies poseen un gran interés económico en los países nórdicos, donde la recolección de arándanos para autoconsumo y venta es una actividad muy popular. Por ejemplo, en Finlandia, el 60% de la población participa en la recolección de arándanos cada año (Turtiainen et al. 2011).

Aparte del derecho de libre acceso a las tierras de dominio público y privado, el gobierno de Finlandia ha establecido varias medidas encaminadas a incrementar la recolección de frutos y setas, manteniendo libre de impuestos los ingresos de los recolectores (Turtiainen et al. 2011).

Estudios recientes indican que la producción anual de *Vaccinium myrtillus* L. en Finlandia oscila entre 92 y 312 millones de kg y la de *Vaccinium vitis-idaea* L. entre 129-386 millones de kg, según los datos recopilados en el periodo 1997-2008 (Turtiainen et al. 2011). Respecto a las tasas de extracción, se estima que durante el periodo 1997-1999 se recolectaron el 5-6% y el 8-10% de la producción total de *V. myrtillus* y *V. vitis-idaea* en Finlandia. Estos valores medios obtenidos a escala nacional pueden incrementarse hasta el 40% a escala local (Rossi et al. 1984). Además, es posible que las tasas actuales de extracción sean mucho mayores, puesto que en los últimos años se ha observado un incremento de personas extranjeras que van a recolectar arándanos con fines comerciales (Turtiainen et al. 2011).

Otras especies en las que se ha estudiado su producción de frutos son *Empetrum* spp., *V. uliginosum* L., *V. oxycoccos* L., *V. microcarpon* L., *Rubus idaeus* L. y *Rubus chamaemorus* L. en el centro de Finlandia (Raatikainen et al. 1984) y *V. uliginosum*, *R. chamaemorus* y *Empetrum nigrum* L. en Canadá (Murray et al. 2005). Asimismo, Lepofsky et al. (1985) estimó la abundancia y frecuencia de diversas especies herbáceas y leñosas utilizadas con fines alimentarios por la comunidad Nuxálk, en Canadá.

Entre los tubérculos y bulbos comestibles, podemos citar el estudio realizado por Youngblood (2004) en Sudáfrica, en el que se estima la producción de *Cyperus usitatus* Burch. ex Roem. & Schult., *Albuca canadensis* (L.) F.M.Leight., *Pelargonium sidoides* DC. y *Talinum caffrum* (Thunb.) Eckl. & Zeyh.

Otra línea de investigación son los trabajos que analizan la relación entre el valor de uso de las especies y su importancia ecológica. Según la hipótesis de la “saliencia ecológica” y la teoría de *optimal foraging*, se predice que las plantas más usadas serán aquellas más visibles y accesibles para la población o cuya recolección maximiza la obtención neta de energía, respectivamente. Esta última teoría, empleada para explicar el comportamiento de animales herbívoros, ha sido posteriormente adaptada y aplicada al comportamiento humano tanto en estudios paleontológicos (p. ej. Blasco et al. 2013) como en Etnobotánica. En esta línea existen algunos trabajos etnobotánicos que evalúan la densidad, frecuencia y dominancia (área basal) de las plantas útiles de un territorio (Cunha & Albuquerque 2006; Hanazaki et al. 2010; Lucena et al. 2012; Maldonado et al. 2013). El inconveniente de estos trabajos es que a) sólo estiman la abundancia de las especies, no su producción comestible, b) muchas veces no facilitan los datos obtenidos, sino directamente los resultados del análisis conjunto de diversos factores y c) se centran principalmente en especies leñosas forestales, sobre todo de bosques tropicales.

Como puede observarse, los estudios de producción de plantas silvestres comestibles se han llevado a cabo desde enfoques y metodologías muy dispares, predominando por lo general el estudio de especies leñosas frente a herbáceas, y de regiones de Mesoamérica, América del Sur y Sudáfrica, donde la repercusión social y económica del consumo de alimentos silvestres es mayor. En cambio, los estudios realizados en Europa y particularmente en la región mediterránea, son más escasos. En España, por ejemplo, sólo se han realizado algunos estudios en los que se estima la abundancia local de verduras de hoja con el fin de establecer unos criterios para su recolección sostenible (Vélez-del-Burgo 2009). Otros estudios comparativos analizan la relación existente entre el nivel de conocimiento etnobotánico y uso de *Silene vulgaris* Moench (Garcke) y *Scolymus hispanicus* L. con su disponibilidad local en dos municipios de Madrid (Dávila 2010; Polo et al. 2009).

Por otro lado, también podemos encontrar datos de producción de especies silvestres en otras disciplinas que, con intereses ajenos a su utilización directa en alimentación humana, han abordado este tema. Entre ellos podemos citar los trabajos de producción de frutos que analizan la dieta de aves frugívoras (Fuentes 1991; Herrera 1998; Wheelwright 1986), o la producción de bellota en dehesas para el engorde del ganado porcino (Cañellas et al. 2007; Gea-Izquierdo et al. 2006; Torres-Álvarez et al. 2004). Los estudios de producción de especies herbáceas empleadas como verduras silvestres son más escasos, pudiendo encontrar algunos ejemplos en el ámbito de la malherbología (Broster et al. 2012; Rodríguez et al. 2008; Wapshere et al. 1974).

Finalmente cabe mencionar que en algunos países de la región mediterránea, como España, Italia y Turquía, se han realizado ensayos de adaptación al cultivo de plantas silvestres comestibles de importancia cultural. El objetivo de estos trabajos es la caracterización y evaluación agronómica de las especies (estudios moleculares, morfológicos, agronómicos y/o bioquímicos) y la identificación de las accesiones que, por sus características fenotípicas y nutricionales, podrían ser objeto de programas de selección y mejora para el desarrollo de cultivares comerciales. Entre las especies estudiadas encontramos verduras como *Silene vulgaris* (Arreola et al. 2006; Conesa et al. 2009; Egea-Gilabert et al. 2013; Fernández & López 2005; Franco et al. 2008; García et al. 2002; García & Alarcón 2007), *Scolymus hispanicus* (Alarcón et al. 2005), *Portulaca oleracea* (Cros et al. 2007; Fernández et al. 2008; Fontana et al. 2006; Franco et al. 2011), *Allium ampeloprasum* L. y *Rumex pulcher* L. (Casco 2000), y *Allium schoenoprasum* L. (Sportelli 2003); plantas productoras de espárragos como *Asparagus acutifolius* L. (Benincasa et al. 2007; Rosati et al. 2005), *Ruscus aculeatus* L., *Tamus communis* L. y *Smilax aspera* L. (D'Antuono & Lovato 2003) y frutos como *Arbutus unedo* L. (Celikel et al. 2008; Mulas et al. 1998; 2004; Özcan & Haciseferoğullari 2007) y *Myrtus communis* L. (Mulas et al. 1998; Serçe et al. 2010a). Aunque estos trabajos no evalúan su producción silvestre, sí que estiman en algunos casos su producción bajo condiciones de cultivo.

## 1.4. Descripción de las especies estudiadas

### 1.4.1. Verduras de hoja

#### 1.4.1.1. *Allium ampeloprasum* L., Amaryllidaceae (Liliaceae s.l.)

Planta vivaz, popularmente denominada ajo porro, ajo puerro o puerro silvestre por su parecido tanto en aspecto como en utilización a dos especies cultivadas del mismo género, el ajo (*Allium sativum* L.) y el puerro (*Allium porrum* L.). El ajoporro (Figura 1.1) ha sido tradicionalmente considerado el antecesor silvestre del puerro (Aedo 2013), aunque estudios moleculares recientes lo ponen en duda, puesto que otras especies como *A. iranicum* (Wendelbo) Wendelbo o *A. atrovioleaceum* Boiss. parecen estar más estrechamente emparentadas con *A. porrum* (Hirschegger et al. 2010).

Presenta un bulbo subterráneo de tamaño medio, de 13-43 x 11-45 mm, rodeado de una fina túnica coriácea. En la base del bulbo principal se desarrollan unos pequeños bulbillos sésiles o cortamente pedunculados, que pueden independizarse de la planta y formar nuevos individuos. El tallo es simple, de sección circular, y macizo. Sus hojas lineares y glabras, sin peciolo, abrazan la mitad inferior del tallo formando un pseudotallo. En el momento de la floración, el tallo puede alcanzar más de 1 m de altura. Las flores son de pequeño tamaño, con los tépalos blancos, rosados o purpúreos, y el nervio medio muy marcado. Están dispuestas en una densa inflorescencia umbeliforme con forma esférica (Aedo 2013). Antes de abrirse, la inflorescencia está recubierta por una espata terminada en un filamento alargado, lo que semeja una cabeza de cigüeña como indica uno de sus nombres vulgares, ajos de cigüeña (Tardío et al. 2002). El fruto es una cápsula, con 1-2(4) semillas por lóculo. Crece en terrenos baldíos y bordes de camino, generalmente sobre suelos frescos y con materia orgánica (0-1.200 m). Se distribuye por toda la región mediterránea. En la Península está ampliamente distribuida, aunque se enrarece hacia el tercio septentrional (Aedo 2013).



**Figura 1.1** Ajoporro (*Allium ampeloprasum*). Fotografías: M. Molina.



La parte comestible es el bulbo y la parte inferior del pseudotallo y las hojas. Su composición nutricional es similar a la del puerro cultivado, destacando por su alto contenido en Zn (tres veces superior al del puerro), Ca (superior al del ajo) y ácidos grasos insaturados (Morales 2011). También presenta, aunque en pequeña cantidad, ácido fólico (en concentraciones superiores al puerro cultivado) y vitamina C (en concentraciones similares al ajo cultivado). Generalmente se consume en revuelto o tortilla, pero también puede comerse crudo en ensalada (Criado et al. 2008). Asimismo, se utiliza como planta condimentaria, en sustitución del ajo, y para hacer encurtidos en vinagre (Tardío et al. 2002). Su uso se ha registrado en numerosas provincias españolas, principalmente en la mitad sur (Tardío et al. 2006), y en otros países mediterráneos como Italia (Lentini & Venza 2007), Chipre, Grecia (Hadjichambis et al. 2008), Croacia (Łuczaj et al. 2013), Turquía (Ertuğ 2004) y Jordania (Al-Qura'n 2010).

#### 1.4.1.2. *Anchusa azurea* Mill., Boraginaceae

Planta vivaz, en ocasiones bienal, con una raíz gruesa y profunda que desarrolla una roseta basal de hojas lanceoladas e hispidas (Figura 1.2). Pertenece a la misma familia que la borraja (*Borago officinalis* L.), verdura cultivada que también se encuentra silvestre en gran parte de la Península. Entre los nombres populares de *Anchusa azurea* puede citarse el de lenguaza, lengua de buey, alcauz y chupamiel (Tardío et al. 2002).

Posee uno o varios tallos, de hasta 180 cm de altura, que terminan en una inflorescencia con cimas laxas. Las flores son de color azul intenso o azul violáceo, con cinco pétalos y unas prominencias densamente pelosas en la zona de inserción al cáliz. Fruto en tetranúcula. Crece generalmente en zonas cultivadas o barbechos y ocasionalmente puede encontrarse en formaciones arbustivas. Es común en toda la Península salvo en el noroeste (0-2.000 m). Su área de distribución abarca el centro, sur y oeste de Europa, norte de África y oeste de Asia (Valdés 2012).



Figura 1.2 Lenguaza (*Anchusa azurea*). Fotografías: M. Molina.

Se consumen las hojas basales, que se cuecen para mejorar su digestibilidad y eliminar la aspereza. Son ricas en compuestos antioxidantes, principalmente en folatos, fenoles y flavonoides, y presentan una baja ratio  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 (Morales 2011). En España se ha registrado su consumo en diversas provincias de Castilla-La Mancha, Castilla y León, Extremadura, Andalucía, Aragón y Madrid (Tardío et al. 2006). También se aprecia en otros países como Turquía, Chipre, Albania, Jordania y Marruecos (Al-Qura'n 2010; Dogan et al. 2004; Hadjichambis et al. 2008; Nassif & Tanji 2013). Se puede preparar en tortillas, pucheros y sopas (Benítez 2009). Igualmente la raíz y los tallos, ambos de consistencia carnosa, se preparaban enharinados y fritos (Mesa 1996; Sánchez-Romero 2003). Como indica su nombre de chupamiel, las flores se chupan para extraer el néctar. Asimismo, se ha empleado con fines medicinales su raíz, aplicada en cataplasma para el dolor de huesos y como cicatrizante de heridas, y las sumidades floridas, tomadas en infusión contra los dolores de estómago (Benítez 2009).

#### 1.4.1.3. *Apium nodiflorum* (L.) Lag., Apiaceae

Planta herbácea perenne conocida popularmente como apio bastardo, berra o berraza (Knees 2003). Al igual que el apio silvestre (*Apium graveolens* L.), *A. nodiflorum* habita en zonas húmedas y encharcadas (Figura 1.3), junto con otras especies comestibles como el berro (*Rorippa nasturtium-aquaticum*). Las variedades cultivadas de apio (var. *dulce* y var. *rapaceum*) corresponden a la especie *A. graveolens*.

La berra tiene unos tallos erectos finamente asurcados, de hasta 100 cm, con nudos inferiores postrados y enraizantes. Toda la planta es glabra. Las hojas son compuestas, imparipinnadas, con foliolos de forma lanceolada y borde aserrado (Knees 2003). La forma apuntada de los foliolos permite diferenciarlo de *Rorippa nasturtium-aquaticum* antes de la floración, cuyos foliolos son más redondeados y generalmente con el margen entero (Tardío et al. 2002). Las flores son diminutas, de color verde blanquecino, y están agrupadas en umbelas compuestas, con 3-15 radios. Crece en acequias, remansos, márgenes de cursos de agua y otros lugares húmedos (0-1.200 m). Puede encontrarse en gran parte de la Península, en el centro y sur de Europa, oeste y centro de Asia y norte de África (Knees 2003).



**Figura 1.3** Berra (*Apium nodiflorum*). Fotografías: M. Molina.

Se consumen sus tallos tiernos con hojas crudos en ensalada. Esta planta es rica en fenoles y flavonoides, y presenta una elevada actividad antioxidante (Morales 2011; Morales et al. 2012a). En algunas regiones se aprecian más que los berros (Fajardo 2008). En otras zonas, sin embargo, esta especie no goza de gran prestigio y se advierte de su posible recolección por error al ir a buscar berros, que generalmente son más valorados (Pardo-de-Santayana 2008; Peris & Stübing 2006; Tardío et al. 2002). En estos casos suele ser una planta reputada como venenosa, aunque con una toxicidad bastante leve (Benítez 2009). También se utiliza en otros países mediterráneos como Italia (Hadjichambis et al. 2008; Nebel et al. 2006), Marruecos (Nassif & Tanji 2013) y Jordania (Al-Qura'n 2010).

#### 1.4.1.4. *Beta maritima* L., Amaranthaceae

Planta herbácea vivaz conocida popularmente como acelga silvestre o acelguilla (Tardío et al. 2002). Es el antecesor silvestre de la acelga y la remolacha cultivadas (*Beta vulgaris* L.) y algunos autores la consideran una subespecie de ésta [*B. vulgaris* subsp. *maritima* (L.) Arcang.]. La acelga silvestre es fácil de diferenciar de la cultivada (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.), ya que el tamaño de las hojas y la anchura de sus pencas es menor (Figura 1.4), aunque algunos ejemplares asilvestrados de la acelga cultivada, presentes cerca de huertas y cultivos de regadío, pueden prestarse a confusión.

Presenta una roseta basal de hojas ligeramente carnosas, con el limbo en forma de rombo u oval, y largamente pecioladas. A principios de la primavera se desarrollan los tallos floríferos, que pueden llegar a alcanzar una altura de hasta 80 cm. Los tallos, postrados o erectos, son angulosos y surcados, con ramillas flexuosas. Las hojas superiores son pequeñas, alargadas y sésiles. La inflorescencia tiene forma de espiga, y está formada por pequeñas flores con 5 tépalos verdosos o rojizos, agrupadas en glomérulos axilares de 1-8 flores (Couplan & Styner 2006).



**Figura 1.4** Acelga silvestre (*Beta maritima*). Fotografías: M. Molina.

Está presente en casi todas las provincias costeras españolas, en acantilados y arenales del litoral, pero es más rara en el centro peninsular, donde ocupa algunos enclaves salinos, especialmente aquellos ruderalizados y de carácter margoso (0-800 m). Su área de distribución abarca el sur y oeste de Europa y Asia, norte de África y Macaronesia (Gutiérrez-Bustillo 1990).

La parte aprovechable son las hojas basales, que se hierven y se preparan de manera similar a las acelgas cultivadas. Son ricas en minerales (principalmente Mg, Fe y K), folatos (vitamina B<sub>9</sub>), fenoles y flavonoides, así como en ácido linoleico y  $\alpha$ -linolénico (Guil-Guerrero & Torija-Isasa 2002; Morales 2011). También destacan por presentar una baja ratio de ácidos grasos saturados/ $\omega$ -3, por lo que su consumo contribuye a disminuir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (Guil-Guerrero et al. 1996). No obstante, su contenido en ácido oxálico es relativamente alto (Sánchez-Mata et al. 2012). Se emplea fundamentalmente en la mitad sur de la Península (Rivera et al. 2006b; Tardío et al. 2005). También se ha registrado su uso en otros países mediterráneos, como Italia, Grecia y Croacia (Lentini & VENZA 2007; Leonti et al. 2006; Łuczaj et al. 2013). Según un estudio realizado por un panel de catadores, las propiedades organolépticas de esta planta han sido positivamente valoradas, destacando especialmente por su jugosidad (Pretel et al. 2008).

#### 1.4.1.5. *Chondrilla juncea* L., Asteraceae

Planta vivaz o bianual de hasta 120 cm de altura, con una roseta basal de hojas profundamente divididas, parecidas a las del diente de león (*Taraxacum* gr. *officinale*), con segmentos puntiagudos dirigidos hacia la base (Figura 1.5). Conocida por los nombres de ajonjera, sonjera, achicoria y escobilla, entre otros (Aceituno-Mata 2010; Tardío et al. 2002).



Figura 1.5 Ajonjera (*Chondrilla juncea*). Fotografías: J. Tardío y M. Molina.

Posee un tallo erecto muy ramificado, con hojas escasas y espaciadas. Este tallo es glabro en la parte superior pero está cubierto por unos característicos pelos rígidos en la base, recurvados y rosáceos. Toda la planta contiene un abundante látex blanco. Las hojas del tallo son estrechas y enteras, mucho más pequeñas que las hojas basales, y normalmente desaparecen con la floración. Presenta flores liguladas amarillas, reunidas en cabezuelas muy estrechas, y fruto en aquenio (Couplan & Styner 2006). Es una especie ruderal y viaria, que habita en bordes de camino, taludes y, en general, en cualquier suelo removido o labrado. Se distribuye de forma dispersa por toda la Península y gran parte de Europa, sobre todo hacia el sur, aunque también está presente en el norte de Francia (Tardío et al. 2002).

Se consumen las hojas basales crudas en ensalada, en muchas ocasiones combinadas con otras plantas silvestres como acederas (*Rumex papillaris* Bois. & Reut.) y corujas (*Montia fontana* L.). Es rica en vitamina C,  $\alpha$ -tocoferol y compuestos fenólicos. También destaca por su bajo contenido de ácido oxálico (Morales 2011) y por su alto contenido de fibra, calcio, hierro, manganeso y zinc (García-Herrera et al. 2014b). Generalmente se recolecta en terrenos labrados o removidos, en los que la ajonjera rebrota de raíz después de haber sido cortada por el arado o la azada, y los tallos quedan enterrados bajo tierra. Estas rosetas tienen una larga porción blanquecina y son mucho más tiernas y suaves (Aceituno-Mata 2010; Blanco 1998; Tardío et al. 2002). Se consume en gran parte de la Península (Tardío et al. 2006) y en otros países como Italia (Guarrera 2003), Francia (Marco et al. 2003) y Turquía (Dogan 2012). También se ha utilizado como planta forrajera, cuajaleche, para la elaboración de escobas y para chamuscar a los cerdos en la matanza (Aceituno-Mata 2010).

#### **1.4.1.6. *Cichorium intybus* L., Asteraceae**

Hierba perenne con una profunda raíz pivotante y hojas basales en roseta (Figura 1.6), conocida como achicoria, chicoria o achicoria negra (Tardío et al. 2002). Se cultivan variedades como *C. intybus* var. *sativum* DC., por su raíz, y var. *foliosum* Hegi (endivia), por sus hojas, y otras especies del mismo género, entre ellas *Cichorium endivia* var. *crispa* L. (escarola rizada) y var. *latifolia* L. (escarola de hoja ancha). El nombre popular de achicoria también se utiliza para designar otras especies de la familia de las compuestas que comparten ciertos rasgos comunes con *C. intybus*, como *Chondrilla juncea*, *Taraxacum* gr. *officinale*, *Hypochoeris radicata* L. y *Crepis vesicaria* L. Todas ellas presentan una roseta basal de hojas más o menos dentadas y se consumen en crudo (Aceituno-Mata 2010; Fajardo 2008; Tardío et al. 2002). En el caso de *Cichorium intybus*, las hojas son vellosas, lanceoladas y generalmente están profundamente dentadas, aunque puede encontrarse un amplio gradiente de formas y pilosidad debido a su gran plasticidad morfológica (Couplan & Styner 2006).



**Figura 1.6** Achicoria (*Cichorium intybus*). Fotografías: M. Molina.

Presenta un único tallo muy ramificado, de hasta 120 cm de altura, con ramillas rígidas que forman un ángulo obtuso con el tallo. Las flores son liguladas, de color azul pálido y están reunidas en capítulos dispuestos en la axila de las ramillas. El fruto es un aquenio (Couplan & Styner 2006). Es una planta cosmopolita que crece en bordes de caminos, cultivos y barbechos, generalmente sobre suelos nitrificados y algo húmedos.

Se aprovechan sus hojas basales tiernas, antes de la floración. Se caracterizan por tener una baja proporción de ácidos grasos saturados y alta de poliinsaturados, lo que favorece la prevención de enfermedades cardiovasculares (Morales 2011). También son ricas en carotenoides, folatos, fenoles y flavonoides (Morales 2011; Salvatore et al. 2005), presentando una elevada actividad antioxidante total (Pretel et al. 2008; Schaffer et al. 2005). Aunque puede tomarse cruda, lo más habitual es hervir las hojas hasta tres veces y tirar el agua de cocción para rebajar su amargor (Tardío et al. 2002). Su consumo se ha registrado en numerosas provincias españolas (Tardío et al. 2006), así como en otros países mediterráneos como Grecia, Italia, Chipre, Croacia y Marruecos (Hadjichambis et al. 2008; Łuczaj et al. 2013; Nassif & Tanji 2013). Se considera una planta saludable, aperitiva, tónica y diurética, ya que contiene principios amargos que favorecen la digestión y las funciones hepáticas (Font Quer 1990). La raíz tostada se ha utilizado como sucedáneo del café (Blanco 1998).

#### **1.4.1.7. *Foeniculum vulgare* Mill., Apiaceae**

Planta herbácea perenne de hasta 250 cm de altura, que desprende un fuerte olor a anís al frotarla. Presenta unas hojas muy características, estrechas y filiformes, en las que resaltan los nervios centrales y laterales por su color verde blanquecino (Figura 1.7). Se conoce por el nombre de hinojo, linojo o fenajo, entre otros (Aedo 2003). Pertenece a la misma familia que *Pimpinella anisum* L., una especie de origen asiático ampliamente cultivada por sus frutos aromáticos ricos en anetol (Velayos 2003).



**Figura 1.7** Hinojo (*Foeniculum vulgare*). Fotografías: M. Molina.

Algunos autores distinguen dos subespecies, *F. vulgare* subsp. *vulgare*, de fruto dulce, cultivada y en ocasiones naturalizada, y la subsp. *piperitum* (Ucria) Bég., con frutos de sabor amargo, ampliamente extendida por toda la Península. Esta última se diferenciaría por tener umbelas con radios cortos y poco numerosos, pero generalmente no se establece una división taxonómica entre los dos grupos porque los ejemplares muestran una variación continua en estos caracteres (Aedo 2003).

El hinojo tiene las hojas basales y medias de contorno triangular y divididas en tiras estrechas y alargadas, de 10-43 cm de longitud, mientras que las caulinares son progresivamente más cortas y menos divididas. Los pecíolos están provistos en la base de una vaina con el margen escarioso. Los tallos son erectos y estriados, ramificados en la mitad superior. Florece en verano. Sus flores son minúsculas, de color amarillo, y están agrupadas en umbelas compuestas terminales y laterales. Es una planta ruderal que crece en zonas nitrificadas, bordes de camino, barbechos, campos de cultivo y matorrales (0-1.200 m). Se distribuye por el sur y oeste de Europa, norte de África, Macaronesia, Anatolia, Caucaso, oeste y centro de Asia (Aedo 2003).

Se consumen los tallos y hojas tiernas, que tienen un olor y sabor anisado. Esta planta es rica en azúcares (principalmente glucosa y fructosa en los tallos), minerales (principalmente K, Ca, Mg, P y Na en las hojas), vitamina C, folatos y ácidos grasos esenciales (Barros et al. 2010a; Sánchez-Mata et al. 2012). Las hojas contienen elevadas cantidades de ácido  $\alpha$ -linolénico ( $\omega$ -3) y por tanto presentan una baja ratio  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 (Barros et al. 2010a). Se pueden tomar directamente en el campo, a modo de tentempié para quitar la sed, en ensaladas o cocinados con verduras, legumbres o arroz (Tardío et al. 2006). Es una de las especies más citadas en España debido a su gran versatilidad de usos alimentarios y medicinales, tanto de los tallos y hojas tiernas como de las semillas (Tardío et al. 2006). El hinojo se utiliza en la elaboración de embutidos y adobos, para aliñar aceitunas, como conservante de higos secos y en la elaboración de licores e infusiones digestivas (Benítez 2009; Fajardo 2008; González et al. 2010; Pardo-de-

Santayana et al. 2005). Se le atribuyen propiedades carminativas, diuréticas y aperitivas, por lo que se utiliza mayoritariamente para combatir trastornos digestivos (Font Quer 1990). Su empleo está muy extendido por el Mediterráneo, citado en Grecia, Italia, Chipre, Croacia, Jordania, Egipto y Marruecos (Al-Qura'n 2010; Hadjichambis et al. 2008; Łuczaj et al. 2013; Nassif & Tanji 2013; Vanzani et al. 2011).

#### 1.4.1.8. *Montia fontana* L., Montiaceae (Portulacaceae s.l.)

Pequeña hierba anual o vivaz, que generalmente se comporta como especie anual en nuestras condiciones ambientales. Es una planta multicaule, de aspecto cespitoso, que alcanza una altura de entre 5-50 cm (Figura 1.8). Se conoce por el nombre de corujas, borujas, morujas, pamplinas y regajos (Tardío et al. 2011). En la Península pueden diferenciarse tres subespecies: *Montia fontana* L. subsp. *fontana*, que habita en zonas de alta montaña (1.200-3.000 m), la subsp. *amporitana* Sennen., de amplia distribución (0-2.300 m) y la subsp. *chondrosperma* (Fenzl) Walters, que coloniza hábitats de menor humedad por debajo de 1.400 m y su distribución es más restringida (Paiva et al. 1986). Las poblaciones estudiadas en este trabajo corresponden a la subsp. *amporitana*.

Las corujas tienen unos tallos muy finos, ramificados en los nudos inferiores, y con hojas glabras enfrentadas dos a dos. Las hojas son oblongo-espátuladas o linear-espátuladas, ligeramente carnosas, con un solo nervio y atenuadas en la base. Presenta unas flores muy pequeñas, con cinco pétalos blancos, agrupadas en cimas terminales y laterales. El fruto es una pequeña cápsula globosa trivalva, generalmente con tres diminutas semillas reniformes de 1,2 mm de diámetro. Las semillas de la subsp. *amporitana* son de color negro brillante, con varias filas de células tuberculadas en la superficie de la testa pero ausentes en la zona cercana al hilo, a diferencia de la subsp. *fontana*, con testa no tuberculada, y de la subsp. *chondrosperma*, con células tuberculadas en la zona cercana al hilo (Paiva & Villanueva 1990).



Figura 1.8 Corujas (*Montia fontana*). Fotografías: M. Molina.



Crece en fuentes, arroyos, bordes de ríos, cursos de agua y zonas encharcadas, preferentemente en zonas no calizas (Tardío et al. 2002). Se encuentra de forma dispersa por gran parte de la Península, siendo menos frecuente en el este y sureste. También se distribuye por gran parte de Europa, norte de África, América, Australia y Nueva Zelanda (Paiva & Villanueva 1990).

Se aprovecha toda la parte aérea antes de la floración, cortando la planta por encima de la raíz para que no se ensucie de tierra (Tardío et al. 2002). Se consume cruda en ensalada, sola o acompañada de otras especies como *Rorippa nasturtium-aquaticum*, *Chondrilla juncea* o *Rumex papillaris* (Aceituno-Mata 2010). Es rica en compuestos antioxidantes, sobre todo vitamina C,  $\alpha$ -tocoferol y fenoles, y es una importante fuente de ácidos grasos  $\omega$ -3, con una baja ratio  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 (Morales 2011; Tardío et al. 2011). Su uso se ha citado en varias provincias españolas, como Salamanca, Segovia y Madrid (Blanco 1998; González et al. 2010; Tardío et al. 2005) y en el norte de Portugal (Alves Ribeiro et al. 2000). Es una de las verduras silvestres más apreciadas, cuya recolección se mantiene vigente en la actualidad (Aceituno-Mata 2010).

#### 1.4.1.9. *Papaver rhoeas* L., Papaveraceae

La amapola o ababol es una planta anual, de 20-80 cm de altura, cuyas hojas están por lo general profundamente divididas en segmentos lanceolados, con el segmento terminal 1-3 veces mayor que los laterales (Figura 1.9). Pertenece a la misma familia que la adormidera, *Papaver somniferum* L., originaria de Asia y del sureste de Europa, de la que se extrae el opio. Al igual que esta especie, toda la planta contiene un látex rico en alcaloides. Sin embargo, el látex de *P. rhoeas* no contiene morfina (Díaz-González 1986).



**Figura 1.9** Amapola (*Papaver rhoeas*). Fotografías: M. Molina.

Es una especie muy polimorfa de la que se han descrito muchas variedades. Sus hojas están dispuestas en roseta basal o alternas a lo largo del tallo (Díaz-González 1986). El tallo, las hojas y el pedúnculo que sostiene la flor están cubiertos de pelos blancos hirsutos. Presenta flores solitarias, con 4 pétalos de color rojo escarlata, a menudo con una mancha purpúreo-negruzca en la base, y numerosos estambres negros. El cáliz está formado por dos sépalos verdes que se caen al abrirse la flor. A menudo crece formando grupos y presenta una floración destacable pero efímera, ya que las flores se marchitan con rapidez. La cápsula está provista de poros en el extremo superior que contienen numerosas semillas parduscas casi esféricas (Couplan & Styner 2006). Es una especie ruderal que crece en suelos nitrificados y removidos, en cultivos, barbechos, claros de matorral y pastos, muy abundante por toda la Península (0-1.900 m). Su área de distribución abarca Europa, Asia central y occidental, Japón, norte de África y Macaronesia (Díaz-González 1986).

Se consumen los tallos tiernos con hojas. Pueden tomarse crudos en ensalada (Fajardo 2008; Parada et al. 2011) o cocinados (Benítez 2009; Tardío et al. 2005), generalmente en combinación con otras plantas. Es rica en ácido ascórbico y presenta una baja ratio de ácidos grasos saturados/poliinsaturados, aunque su contenido en ácido oxálico es relativamente alto (Morales 2011; Sánchez-Mata et al. 2012). Se utiliza de forma similar en otros países del Mediterráneo como Grecia, Italia, Croacia y Marruecos (Leonti et al. 2006; Luczaj et al. 2013; Nassif & Tanji 2013). El consumo de las hojas de amapola está asociado a periodos de escasez, siendo actualmente más común su empleo como planta forrajera (Fajardo 2008). También se emplean sus pétalos en infusión con fines medicinales, por sus propiedades ligeramente narcóticas y analgésicas, para facilitar el sueño o aliviar el dolor de muelas (Aceituno-Mata 2010; Benítez 2009).

#### **1.4.1.10. *Rumex papillaris* Bois. & Reut., Polygonaceae**

Planta herbácea vivaz, de hasta 120 cm de altura, con hojas oblongo-lanceoladas y ligeramente carnosas en roseta basal (Figura 1.10). Al igual que otras especies de este género, como *Rumex acetosa* L., *R. acetosella* L. y *R. induratus* Boiss. & Reut., se conoce popularmente con el nombre de acedera o azadera por su característico sabor ácido (Tardío et al. 2002). De ellas se diferencia por tener hojas de forma más alargada y con los lóbulos basales generalmente divergentes y bífidos (López-González 1990).

Presenta un sistema radical muy desarrollado, con una cepa gruesa y leñosa. Es una planta densamente papilosa o glabrescente. Las flores son unisexuales, pequeñas y verdosas, y están compuestas por un perianto de dos verticilos trímeros (López-González 1990). Inflorescencia más o menos ramosa y densa, con las hojas superiores subsésiles. El fruto es un aquenio de sección triangular, rodeado de tres valvas membranosas y tres escamas que se dirigen hacia abajo. Crece en cunetas, ribazos y pastizales más o menos nitrificados, generalmente sobre substratos ácidos (500-1.800 m). Es endémica de las zonas interiores con clima continental de la Península Ibérica (Tardío et al. 2002).



**Figura 1.10** Acedera (*Rumex papillaris*). Fotografías: M. Molina.

Se consumen sus hojas basales, tanto crudas directamente en el campo, por su sabor refrescante, como en ensalada (Tardío et al. 2005), de manera similar a las otras especies del mismo género mencionadas anteriormente (Benítez 2009; Fajardo 2008; Menendez-Baceta et al. 2012). Sus hojas son ricas en compuestos fenólicos,  $\alpha$ - y  $\gamma$ -tocoferol, vitamina C y ácido cítrico (Morales 2011), y presentan un contenido medio de ácido oxálico (Sánchez-Mata et al. 2012). El consumo de esta planta sólo se ha registrado en algunas provincias como Madrid, Segovia y Salamanca (Aceituno-Mata 2010; Tardío et al. 2005; Velasco et al. 2010), pero es probable que también se recolecte en otras zonas incluidas en su área de distribución. También se ha empleado como planta forrajera (Aceituno-Mata 2010) y en etnoveterinaria (Velasco et al. 2010).

#### 1.4.1.11. *Rumex pulcher* L., Polygonaceae

Planta vivaz, de hasta 60-80 cm de altura, con hojas panduriformes, es decir, con forma más o menos parecida a la de una guitarra (Figura 1.11). Conocida popularmente como romaza, romanza o pucharaca (Tardío et al. 2002). Tradicionalmente se reconocen dos subespecies, *R. pulcher* L. subsp. *pulcher* y subsp. *woodsii* (De Not.) Arcang., pero al tratarse de una especie muy polimorfa los límites morfológicos entre ambas subespecies son muy imprecisos (López-González 1990).

Posee una raíz gruesa y carnosa, de la que se desarrolla una roseta basal de hojas ovado-oblongas y subcordadas en la base, de color verde oscuro y generalmente muy pegadas al suelo (Tardío et al. 2002). La inflorescencia es bastante laxa pero intrincada, con ramas divaricadas flexuosas. Las flores son pequeñas y verdosas, y están compuestas por un perianto de dos verticilos trímeros (López-González 1990). Los frutos son aquenios, de color pardo-rojizo, y están encerrados en unas valvas triangulares con los bordes espinosos (Tardío et al. 2002). Crece en medios alterados en general: bordes de camino, herbazales nitrófilos, barbechos y cultivos, preferentemente en suelos frescos y algo sombreados. Es una especie nativa de la región Mediterránea y suroeste de Asia, pero se encuentra naturalizada en las zonas cálidas de casi todo el mundo (López-González 1990).



**Figura 1.11** Romaza (*Rumex pulcher*). Fotografías: M. Molina y J. Tardío.

La parte aprovechable son las hojas basales, que son ricas en  $\alpha$ - y  $\beta$ -tocoferol, folatos y vitamina C (Morales 2011; Sánchez-Mata et al. 2012). Presentan una baja ratio  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 (Morales 2011). La romaza se prepara cocinada, como verdura acompañante en pucheros y guisos, especialmente en el potaje de Semana Santa (Tardío et al. 2002). Se consume en varias zonas principalmente del centro, sur y este peninsular (Fajardo 2008; González et al. 2010; Tardío et al. 2005), así como en otros países del Mediterráneo como Grecia, Chipre, Francia y Jordania (Al-Qura'n 2010; Hadjichambis et al. 2008; Marco et al. 2003).

Al igual que ocurre con otras plantas cultivadas, como las espinacas, algunas especies del género *Rumex*, como *R. acetosa*, *R. acetosella*, *R. crispus*, *R. induratus* y *R. conglomeratus* Murray, contienen cantidades relativamente altas de ácido oxálico, que se puede acumular en el organismo formando cristales de oxalato cálcico (Peris & Stübing 2006). Por eso es recomendable tirar el primer agua de cocción, ya que la mayor parte de los oxalatos presentes en las hojas crudas son solubles en agua y se eliminan de manera efectiva tras la cocción (Chai & Liebman 2005). No obstante, los análisis realizados por Sánchez-Mata et al. (2012) revelan que el contenido de ácido oxálico de *Rumex pulcher* no es muy alto en comparación con otras especies, cuyo contenido es algo mayor, como *Beta maritima*, *Paraver rhoeas* y *Silybum marianum*.

#### **1.4.1.12. *Scolymus hispanicus* L., Asteraceae**

El cardillo, también conocido como tagarnina en Andalucía y algunas zonas de Extremadura y Castilla-La Mancha (Catani et al. 2001; Consuegra 2009; Martínez Lirola et al. 1997), es una planta herbácea perenne espinosa de hasta 80 cm de altura (Figura 1.12). Existe otra especie anual del mismo género (*Scolymus maculatus* L.) que crece únicamente en la mitad sur de la Península y, aunque mucho menos, se utiliza con el mismo fin (Sánchez-Romero 2003).



**Figura 1.12** Cardillo (*Scolymus hispanicus*). Fotografías: M. Molina.

El cardillo presenta una roseta basal de hojas profundamente divididas y bordes espinosos, con el nervio central algo peloso y de color blanco o rojizo, y una gruesa raíz pivotante. El tallo florífero, en ocasiones ramificado, tiene alas espinosas. Las hojas superiores son sésiles y muy punzantes. Todas las flores son liguladas, de color amarillo vivo, y están reunidas en capítulos en la axila de las hojas superiores (Couplan & Styner 2006). Crece en bordes de camino, barbechos y lugares incultos, generalmente sobre suelos removidos y algo nitrificados. Se encuentra en la mayor parte de la Península, aunque se hace más escaso hacia el norte (Tardío et al. 2002). Se distribuye por el sur de Europa, suroeste de Asia, norte de África y Macaronesia (Valdés et al. 1987).

La parte aprovechable es el nervio central y el peciolo de las hojas basales, conocido popularmente como penca. Las pencas del cardillo son ricas en ácidos grasos saturados (ácido palmítico y esteárico) e insaturados (ácido oleico y linoleico) y presentan un contenido bajo de ácido  $\alpha$ -linolénico (Morales et al. 2012b). También presentan, aunque en baja cantidad, vitamina C, folatos y compuestos fenólicos (Morales 2011) y son una fuente importante de fibra, magnesio y calcio (García-Herrera et al. 2014b). Es una de las verduras silvestres más apreciadas en toda la Península (Mendonça de Carvalho 2006; Tardío et al. 2006) y gran parte de la región mediterránea (Dogan 2012; Ertuğ 2004; Leonti et al. 2006; Nassif & Tanji 2013). Debido a su gran valor culinario, su consumo sigue plenamente vigente (Aceituno-Mata 2010; Mesa 1996), llegando incluso a comercializarse a precios elevados (Alarcón et al. 2005; Tardío 2010). Los cardillos se consumen generalmente cocinados, en potajes, revueltos o guisos, y es frecuente servirlos como acompañamiento en el cocido (Blanco & Cuadrado 2000; Tardío et al. 2006). La inflorescencia y las semillas también se han usado con fines medicinales, para cortar diarreas, contra dolores de barriga y para aliviar el resfriado (Benítez 2009; Latorre 2009; Verde 2002). Su raíz carnosa se considera diurética (Font Quer 1990).

#### 1.4.1.13. *Silene vulgaris* Moench (Garcke), Caryophyllaceae

Planta multicaule de hasta 80 cm de altura, con tallos erectos o postrados, a veces estoloníferos, y completamente glabra, que crece generalmente formando densas matillas cubriendo el suelo (Figura 1.13). Conocida por el nombre de collejas o conejuelas (Tardío et al. 2002). Se han descrito en torno a 165 especies de este género, de las cuales 78 están en la Península. Dentro de la especie *S. vulgaris*, se diferencian cuatro subespecies, siendo la más común la subsp. *vulgaris* (Talavera 1990).

Es una planta hemicriptófito, aunque en algunos ejemplares la base de los tallos puede estar lignificada, formando una cepa leñosa que perdura todo el año. Sus hojas, de color verde azulado y ligeramente carnosas, tienen forma lanceolada o espatulada, con el margen muy finamente dentado. La inflorescencia es un dicasio laxo, con flores solitarias pediceladas. Las flores tienen cinco pétalos blancos libres, profundamente escotados en el ápice, y el cáliz inflado, formado por cinco sépalos soldados (Talavera 1990). El fruto es una cápsula globosa coronada por cinco dientes, con numerosas semillas reniformes (Couplan & Styner 2006). Es una planta ruderal y arvense que crece en medios alterados: bordes de camino, campos de cultivo y herbazales nitrófilos (0-2.100 m). También puede encontrarse en claros de bosque y a veces colonizando suelos pedregosos (Tardío et al. 2002). Ampliamente distribuida por toda la Península. Originaria de la región mediterránea, y actualmente extendida por Eurasia, norte de África y Macaronesia e introducida en el norte y sur de América (Talavera 1990).

Se recolectan los brotes tiernos, que comprenden el extremo superior del tallo con las cuatro o cinco primeras hojas. Es rica en proteínas y fibra, compuestos antioxidantes (folatos,  $\alpha$ -tocoferol y vitamina C) y ácidos grasos esenciales, como el ácido linoleico y  $\alpha$ -linolénico (Alarcón et al. 2006; Morales 2011; Sánchez-Mata et al. 2012). Se consume cocinada, aunque es una verdura tan suave que no es necesario hervirla y puede rehogarse directamente. Esto favorece la retención de vitamina C, que al ser una proteína hidrosoluble y termolábil se pierde considerablemente en el proceso de cocción (Choudhury 2008).



**Figura 1.13** Collejas (*Silene vulgaris*). Fotografías: M. Molina.

Se prepara en tortilla o como acompañamiento del potaje (Benítez 2009; Tardío et al. 2002). También puede comerse en ensalada, pero debe tomarse con moderación ya que las hojas crudas contienen saponinas (Couplan & Styner 2006). Es una de las verduras más apreciadas en España (Tardío et al. 2006) y en el Mediterráneo (Dogan 2012; Ertuğ 2004; Hadjichambis et al. 2008; Marco et al. 2003; Nassif & Tanji 2013). Goza de una alta reputación culinaria, hasta el punto que se consideran más finas que las espinacas, y su recolección sigue siendo común en la actualidad (Aceituno-Mata 2010; Mesa 1996).

#### 1.4.1.14. *Silybum marianum* (L.) Gaertn., Asteraceae

Planta herbácea anual o bianual con una roseta basal de hojas grandes espinosas de dibujo marmolado, originado por unas extensas vetas blancas que recorren las nerviaciones de la hoja (Figura 1.14). Se conoce por el nombre de cardo mariano, cardo borriquero o cardincha (Tardío et al. 2002).

Desarrolla unas hojas vigorosas de hasta 50 cm de longitud, las superiores son sésiles y abrazan el tallo en la base. El tallo florífero, de 50-120 cm de altura, está ramificado en la parte superior. Todas las flores son tubulares, de color lila intenso, y están reunidas en grandes capítulos, de hasta 6-8 cm de diámetro, situados en el extremo de las ramillas. El involucre está formado por brácteas rígidas con fuertes espinas curvadas hacia abajo. El fruto es un aquenio coronado por un vilano de pelos simples (Couplan & Styner 2006). Es una especie ruderal que se cría en terrenos agrícolas, lugares incultos, bordes de camino y carreteras (0-1.400 m). Se distribuye por toda la Península, escaseando hacia el norte (Font Quer 1990). Puede encontrarse en toda la región mediterránea, irano-turaniana y macaronésica (Euro+Med 2012).



**Figura 1.14** Cardo mariano o cardincha (*Silybum marianum*). Fotografías: M. Molina.

Se recolecta el nervio central y el pecíolo (penca) de las hojas basales jóvenes. Estas pencas contienen, aunque en bajas concentraciones, vitamina C, folatos, tocoferoles, fenoles y flavonoides (Morales 2011). Presentan un contenido muy bajo en grasas (0,26%), a diferencia de otras verduras de hoja cuyo contenido en grasa oscila en torno al 0,5-2% (Morales et al. 2012b). Predominan los ácidos grasos poliinsaturados (52,6%), especialmente el ácido linoleico, presentando una baja ratio  $\omega$ -6/ $\omega$ -3. La proporción de ácidos grasos saturados (43,5%) es relativamente alta en comparación con otras especies silvestres (Morales 2011).

Su uso se ha citado en España y en otros países como Italia, Chipre, Marruecos y Jordania (Al-Qura'n 2010; Della et al. 2006; Nassif & Tanji 2013; Pieroni et al. 2005; Tardío et al. 2006). Pueden tomarse tanto crudos como cocinados igual que los cardos (*Cynara scolymus* L. y *C. cardunculus* L.). También se consumen en crudo los tallos tiernos pelados y las cabezuelas inmaduras de la inflorescencia (Mesa 1996; Tardío et al. 2002). Tanto las hojas como otras partes de la planta se han empleado con fines medicinales para el tratamiento de afecciones hepáticas, en infusión o directamente como verdura (Font Quer 1990). Por este motivo se cultiva en algunos países, para extraer los principios activos de los frutos (Habán et al. 2009). La inflorescencia también se ha empleado para cuajar leche (Benítez 2009).

#### 1.4.1.15. *Sonchus oleraceus* L., Asteraceae

Hierba anual de hasta 100 cm de altura, glabra en todas sus partes, con hojas pinnado-lobuladas o pinnado-divididas (Figura 1.15). Se conoce por el nombre de cerraja o lechera, ya que al partirla suelta un látex blanco. También se consumen otras especies del mismo género como *Sonchus asper* Hill., *S. crassifolius* Pourr. ex Willd. y *S. tenerrimus* L. (Tardío et al. 2006).



**Figura 1.15** Cerraja (*Sonchus oleraceus*). Fotografías: J. Tardío y M. Molina.



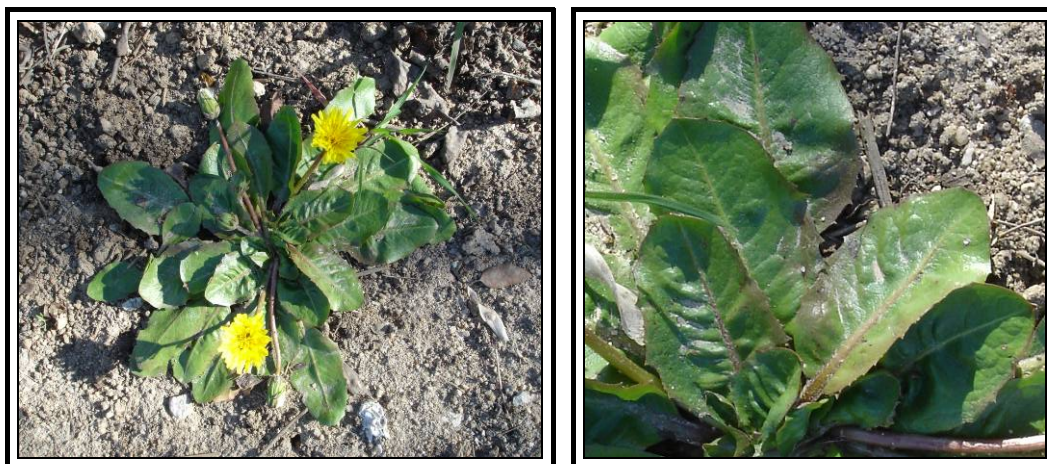
La cerraja tiene las hojas de color verde grisáceo-azulado, con segmentos angulosos orientados hacia la base y bordeados de pequeños dientes, auriculadas en la base. El lóbulo terminal tiene forma triangular y es mayor que los laterales. Los tallos son erectos, ramificados y angulosos, a menudo de color pardo rojizo (Couplan & Styner 2006). Con flores liguladas de color amarillo claro, agrupadas en capítulos terminales y con el involucreo en forma de pera. El fruto es un aquenio, con un vilano de pelos lisos (Cirujeda et al. 2010). Se diferencia de *S. asper* en que sus hojas no son espinosas o presentan unas espinas casi inapreciables, y de *S. tenerrimus* en que sus hojas son más anchas y con el peciolo foliáceo, y las flores más cortas y estrechas (Rita 2012). No obstante, los fenómenos de hibridación entre estas tres especies son frecuentes. Crece en terrenos incultos, campos de cultivo y herbazales nitrófilos, preferentemente en suelos fértiles y frescos. Es una especie cosmopolita, muy frecuente en toda la Península (Euro+Med 2012).

Se aprovechan sus tallos tiernos con hojas, en ensalada (Fajardo 2008; Parada et al. 2011) o cocinados (Tardío et al. 2005). Es muy rica en vitamina C,  $\alpha$ -tocoferol, carotenoides y ácidos grasos  $\omega$ -3 (Guil-Guerrero et al. 1997; 1998a; Morales 2011). También destaca por su elevado contenido en ácido  $\gamma$ -linolénico, relacionado con la prevención de enfermedades cardiovasculares, reproductivas y autoinmunes (Morales 2011). Su empleo es más común en la mitad sur de la Península (Rivera et al. 2006b; Triano et al. 1998). También se ha citado su consumo en Italia, Chipre, Grecia, Egipto, Jordania, Croacia y Marruecos (Al-Qura'n 2010; Hadjichambis et al. 2008; Łuczaj et al. 2013; Nassif & Tanji 2013; Pieroni et al. 2005; Vanzani et al. 2011). El cocimiento de la planta se toma como diurético (Latorre 2009) y su látex se ha empleado para curar verrugas (Benítez 2009). Se utiliza frecuentemente como planta forrajera para conejos, cerdos y para criar perdices (Aceituno-Mata 2010; Benítez 2009; San Miguel 2004).

#### **1.4.1.16. *Taraxacum obovatum* (Willd.) DC., Asteraceae**

Planta herbácea vivaz con hojas ovado-lanceoladas o espatulado-lanceoladas (Figura 1.16). Conocida popularmente por el nombre de diente de león o achicoria amarga, al igual que otras especies del género. La sistemática del género es bastante problemática debido a la presencia de diferentes tipos de reproducción (alogramia, autogamia y apomixis), por lo que existe una gran variabilidad morfológica, que ha dado lugar a que se reconozcan diferentes taxones infraespecíficos (Galán de Mera 2010). También se consumen otras especies como *Taraxacum* gr. *officinale* (Hadjichambis et al. 2008; Pardo-de-Santayana 2008) y *T. erythrospermum* Andrzej. ex Besser (Benítez 2009).

Presenta una raíz pivotante y una roseta basal de hojas glabras o ligeramente pubescentes hacia el nervio central. Pueden ser enteras, con el margen dentado, o pinnatisectas. El escapo floral es de color pardo, a veces purpúreo. Toda la planta contiene látex. Las flores son amarillas y liguladas, y tienen una banda ancha purpúrea en el envés. El fruto es un aquenio, de color pardo-rojizo o amarillento, con un vilano de pelos blancos. Está surcado longitudinalmente y presenta un aspecto rugoso debido a la presencia de pequeños tubérculos o espículas hacia el ápice.



**Figura 1.16** Diente de león (*Taraxacum obovatum*). Fotografías: M. Molina.

Presenta una raíz pivotante de la que se desarrolla una roseta basal de hojas glabras o ligeramente pubescentes hacia el nervio central. Pueden ser enteras, con el margen dentado, o pinnatisectas. El escapo floral es de color pardo, a veces purpúreo. Toda la planta contiene látex. Las flores son amarillas y liguladas, y tienen una banda ancha purpúrea en el envés. El fruto es un aquenio, de color pardo-rojizo o amarillento, con un vilano de pelos blancos. Está surcado longitudinalmente y presenta un aspecto rugoso debido a la presencia de pequeños tubérculos o espículas hacia el ápice. Es una planta arvense heliófila, que habita en lugares de paso en general, suelos pisoteados y pastoreados, claros de bosques y matorrales, preferentemente en zonas húmedas y suelos fértiles. Está presente en sustratos calizos, dolomíticos, yesíferos y margosos, aunque también puede crecer en suelos silíceos (10-2.200 m). Crece de forma dispersa por las regiones templadas de la Península, principalmente por el este y Baleares. Se distribuye por toda la cuenca mediterránea occidental (Galán de Mera 2010).

Se recolectan sus hojas basales, que se consumen en ensalada (Tardío et al. 2006). Son ricas en folatos (vitamina B<sub>9</sub>), fenoles y flavonoides, y con un bajo contenido de ácido oxálico. Presentan una elevada proporción de ácidos grasos poliinsaturados y, entre ellos, una baja ratio  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 (Morales 2011; Morales et al. 2012b). También destacan por su alto contenido de fibra y hierro (García-Herrera et al. 2014b). Al igual que en las otras especies mencionadas del mismo género, también se comen sus tallos floríferos (Aceituno-Mata 2010; Benítez 2009). De manera similar se consume en Francia, donde es muy apreciada (Marco et al. 2003) y en Marruecos (Nassif & Tanji 2013). La inflorescencia en infusión se utiliza con fines medicinales para el dolor de estómago (Carvalho 2010) y como adelgazante (Molina 2001).

## 1.4.2. Espárragos

### 1.4.2.1. *Asparagus acutifolius* L., Asparagaceae

Planta perenne arbustiva, frecuentemente con el porte de una pequeña liana, de hasta 2 m de altura (Figura 1.17). Sus brotes tiernos se denominan espárragos silvestres o trigueros, haciendo alusión a su presencia, muy frecuente en el pasado, en campos de trigo como mala hierba (Tardío et al. 2002). Existen varias especies del mismo género, de distribución menos amplia, que también se recolectan, como *Asparagus albus* L., *A. aphyllus* L. y *A. horridus* L. (Tardío et al. 2006; Vallejo et al. 2009).

Está provista de un rizoma grueso del que brotan en primavera numerosos tallos delgados y leñosos en la base, con pequeñas hojuelas (cladodios) aciculares y punzantes agrupadas en haces. Es una planta dioica, con flores masculinas y femeninas de pequeño tamaño, pedunculadas y de color amarillo-verdoso. Los frutos son unas bayas negras en la madurez con 1-2 semillas (Aizpuru et al. 2002; López González 2002; Tardío et al. 2002). Habita en matorrales y bosques esclerófilos, olivares y bordes de campos de cultivo, preferentemente en suelos fértiles y profundos (Benítez 2009; Tardío et al. 2002). Se distribuye por todo el Mediterráneo (Euro+Med 2012). En la Península puede encontrarse en casi todas las provincias, escaseando más hacia el norte.

Se recolectan los brotes tiernos o turiones en primavera, antes de ramificarse. Se consumen cocinados, generalmente en tortilla (Tardío et al. 2006). Son ricos en proteínas y compuestos antioxidantes, como ácido ascórbico, folatos (vitamina B<sub>9</sub>), tocoferoles, fenoles y flavonoides (Ferrara et al. 2011; Martins et al. 2011; Salvatore et al. 2005).



**Figura 1.17** Espárrago triguero (*Asparagus acutifolius*). Fotografías: M. Molina.

Es una de las especies más apreciadas en todo el Mediterráneo (Hadjichambis et al. 2008; Lentini & VENZA 2007; Łuczaj et al. 2013; Mendonça de Carvalho 2006; Nassif & Tanji 2013) y se sigue recolectando con avidez, incluso por la gente de las ciudades que sale los fines de semana al campo (Tardío et al. 2002). También se comercializa y puede encontrarse en temporada en algunos restaurantes (Łuczaj et al. 2013; Parada et al. 2011; Tardío 2010). Es una planta diurética y depurativa, que se ha empleado para combatir trastornos renales (Font Quer 1990; Vallejo et al. 2009).

#### 1.4.2.2. *Bryonia dioica* Jacq., Cucurbitaceae

Planta herbácea vivaz trepadora, con tallos endebles provistos de zarcillos de hasta 15 cm de longitud y hojas palmatilobadas ligeramente pubescentes que recuerdan a las de la vid (Font Quer 1990). Sus brotes tiernos se denominan espárragos de nuez o de nueza (Figura 1.18), haciendo referencia al nombre por el que se conocía antiguamente a esta planta (nueza). También se conocen como espárragos de hoja ancha, ya que cuando se recolectan las hojas son incipientes pero mucho mayores que las de los espárragos trigueros (Tardío et al. 2002).

Está provista de una raíz tuberosa de la que nacen en primavera nuevos brotes. Es una especie dioica, con flores pentámeras de color blanco. La inflorescencia masculina forma racimos de hasta 17 flores y la femenina se dispone en corimbos de hasta 7 flores. Sus frutos son bayas, de color rojizo en la madurez. Habita en orlas y claros de bosque, cunetas, ribazos y otros medios ruderales con cierta humedad (0-1.200 m). En la Península presenta una amplia distribución. Puede encontrarse en casi todas las provincias, aunque de forma dispersa. Se distribuye por todo el Mediterráneo occidental y oeste de Europa (Catalán 1993a).

La parte apical de los brotes se consume una vez hervida, generalmente en tortilla o en sopas (Tardío et al. 2002). Son ricos en compuestos antioxidantes, como ácido ascórbico y  $\beta$ -caroteno, y presentan un alto contenido de ácido  $\alpha$ -linolénico, con una baja ratio  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 (Martins et al. 2011; Morales et al. 2012b; Sánchez-Mata et al. 2012).



**Figura 1.18** Espárrago de nueza (*Bryonia dioica*). Fotografías: M. Molina.

En España se recolectan en varias provincias del centro y este peninsular (Tardío et al. 2006), y en otros países como Italia y Portugal (Carvalho 2010; Pieroni 1999). Su uso alimentario probablemente deriva de su primitiva utilización con fines medicinales. Según indica Dioscórides, los tallos se consumían cocidos por sus virtudes medicinales para provocar la orina y relajar el vientre (Font Quer 1990). Toda la planta presenta cierta toxicidad, especialmente los frutos (Peris & Stübing 2006). La raíz se usaba antiguamente como medicinal por su contenido en brionina, un glucósido con efecto purgante (Font Quer 1990), pero debido a su alta toxicidad se ha abandonado este uso (Catalán 1993a).

#### 1.4.2.3. *Humulus lupulus* L., Cannabaceae

El lúpulo es una planta rizomatosa trepadora, con hojas trilobuladas, que puede alcanzar hasta 5 o 10 m de longitud (Figura 1.19). Sus brotes tiernos son conocidos como espárragos de lúpulo, de zarza o de ortiga, haciendo alusión a las plantas entre las que suele crecer y enredarse (Tardío et al. 2002).

Sus tallos son volubles, fistulosos y ligeramente ásperos al tacto, debido a que están provistos de unos tricomas bifurcados que la planta utiliza para anclarse en las plantas sobre las que crece. Las hojas son opuestas y pecioladas, con el margen dentado, y ásperas al tacto. En la base del pecíolo presentan unas estípulas membranáceas bifidas. Es una planta dioica con inflorescencias axilares. La inflorescencia masculina está formada por pequeñas flores verdosas agrupadas en panícula y la femenina tiene una apariencia coniforme, debido a la presencia de varias filas de brácteas imbricadas de consistencia membranácea. Éstas últimas pueden aparecer solitarias, agrupadas por pares en cada nudo del tallo, o formando pequeñas cimas. El fruto es un aquenio, recubierto de numerosas glándulas que segregan sustancias aromáticas amargas (Catalán 1993b).



**Figura 1.19** Espárrago de lúpulo (*Humulus lupulus*). Fotografías: M. Molina.

Crece en sotos, alisedas y otros ambientes húmedos y frescos (100-1.000 m). Puede encontrarse dispersa por toda la Península, aunque es más frecuente en la mitad norte. Se distribuye por gran parte de Europa y otras zonas templadas y frías del hemisferio norte (Catalán 1993b).

Se recolecta la parte apical de los brotes tiernos, con las hojas aún sin desarrollar. Destaca por su elevado contenido en vitamina C, y en menor medida de fenoles, y por sus valores bajos de ácido oxálico (Morales 2011; Sánchez-Mata et al. 2012). Es una planta ligeramente tóxica que debe consumirse con moderación (Tardío et al. 2002). Los espárragos de lúpulo se preparan generalmente en tortilla o en revuelto, aunque también pueden utilizarse en sopas y guisos (Tardío et al. 2002). Su consumo se ha registrado en varias provincias españolas, principalmente en la mitad sur (Criado et al. 2008; Fajardo 2008; Tardío et al. 2005) y sigue vigente en algunas zonas como Madrid (Aceituno-Mata 2010). También se han consumido en Italia, Marruecos (Guarrera 2003; Hadjichambis et al. 2008) y Polonia (Łuczaj & Szymański 2007). El lúpulo se ha recolectado y cultivado para la extracción de lupulina, una sustancia amarga presente en las brácteas de la inflorescencia femenina utilizada desde el Medievo como aromatizante de la cerveza (Tardío et al. 2002). También se ha utilizado con fines medicinales la inflorescencia femenina (Carvalho 2010) y la raíz (Velasco et al. 2010).

#### 1.4.2.4. *Tamus communis* L., Dioscoreaceae

Planta herbácea vivaz trepadora con hojas cordiformes de color verde brillante (Figura 1.20). Sus brotes tiernos se conocen por el nombre de lupios, espárragos de culebra o de zarza, y tienen un aspecto muy característico porque los tallos “doblan la cabeza al salir”, de manera que el extremo superior del espárrago siempre mira hacia abajo (Tardío et al. 2002).



Figura 1.20 Lupios o espárragos de culebra (*Tamus communis*). Fotografías: M. Molina.

Posee un profundo tubérculo napiforme que en ejemplares adultos llega a superar los 20 cm de longitud. Sus tallos son volubles y longitudinalmente estriados, con las hojas en disposición alterna. Al crecer se van enredando en otras plantas gracias a su característico desarrollo sinistorso, es decir, que giran sobre sí mismos hacia la izquierda, y pueden alcanzar los 4 m de altura (Segarra & Catalán 2005). Es una especie dioica, con flores pequeñas y verdosas en racimos laxos, largos en las plantas masculinas y cortos en las femeninas, situados en la axila de las hojas. El fruto es una baya globosa de color rojo en la madurez (Couplan & Styner 2006). Es una especie exigente en humedad edáfica o ambiental, que habita en zonas húmedas y sombrías de encinares, robledales, alamedas y hayedos. Generalmente forma parte de la orla espinosa de estos bosques o nace entre los setos, por lo que es común encontrarla entre las zarzas (Tardío et al. 2002). Se distribuye por toda la Península y gran parte de Europa, noroeste de África y oeste de Asia (Segarra & Catalán 2005).

Se recolecta el segmento apical de los brotes jóvenes, con las primeras hojas en estado incipiente. Presentan un alto contenido de ácido ascórbico, ácido cítrico,  $\beta$ -caroteno, fenoles y flavonoides (Martins et al. 2011; Sánchez-Mata et al. 2012). Se consumen cocinados y presentan un característico sabor amargo que es muy apreciado por algunos recolectores. Otros en cambio prefieren hervirlos dos o tres veces, tirando el agua de cocción, para rebajar el amargor (Tardío et al. 2002). Su uso se ha citado en diversas provincias españolas del centro, norte y sur (Galán 1993; González et al. 2010; Menendez-Baceta et al. 2012; Tardío et al. 2005). También se consumen y son muy apreciados en Grecia, Italia, Croacia y Turquía (Dogan 2012; Ertuğ 2004; Hadjichambis et al. 2008; Lentini & Venza 2007; Łuczaj et al. 2013). El rizoma y los frutos contienen principios tóxicos, como oxalato cálcico, saponinas y diosgenina (Couplan & Styner 2006; Peris & Stübing 2006). El tubérculo se ha empleado con fines medicinales por su acción rubefaciente, aunque puede llegar a ser muy irritante (Font Quer 1990).

### **1.4.3. Frutos carnosos**

#### **1.4.3.1. *Arbutus unedo* L., Ericaceae**

El madroño es un arbusto o pequeño arbolillo de hasta 5-7 m de altura, con la corteza pardo-rojiza o pardo-grisácea y hojas lanceoladas y lauroides (Figura 1.21). Los frutos de esta especie se conocen por numerosos nombres vernáculos, entre ellos madroños, modrollos, albornos y alborzas (Morales et al. 1996).

Sus hojas son alternas, de color verde brillante por el haz. Están cortamente pecioladas y tienen el borde finamente aserrado (López González 2002). Las flores son pentámeras y están dispuestas en panículas colgantes terminales. Presentan una corola urceolada, con cinco dientes revolutos, caediza después de la floración. El fruto es una baya globosa tuberculada, con 5 lóculos polispermos. Estos frutos tardan un año en madurar, de modo que se pueden ver al mismo tiempo las flores y los frutos maduros del año anterior. El madroño requiere un clima suave, sin fuertes heladas. Aunque se muestra indiferente al sustrato, prefiere los suelos algo frescos y profundos.



**Figura 1.21** Madroños (*Arbutus unedo*). Fotografías: M. Molina.

Crece en encinares, bosques mixtos de barrancos y desfiladeros fluviales, incluso sobre terrenos rocosos, entre 0-800(1.200) m de altitud. Se distribuye por la región mediterránea y Europa occidental hasta el noroeste de Irlanda (Aizpuru et al. 2002; Villar 1993).

Se recolectan sus frutos, que son muy ricos en azúcares y vitamina C, así como en compuestos fenólicos,  $\alpha$ -tocoferol y  $\beta$ -caroteno (Alarcão-E-Silva et al. 2001; Barros et al. 2010b; Ruiz-Rodríguez et al. 2011). Presentan una elevada actividad antioxidante total (The Local Food-Nutraceutical Consortium 2005). Suelen tomarse directamente en el campo, o llevarse a casa para obsequiar a la familia (Fajardo 2008), y también se emplean en la elaboración de licores y mermeladas (Benítez 2009; Parada et al. 2011; San Miguel 2004). Antiguamente se añadían los frutos maduros a la masa del pan (Mendonça de Carvalho 2006). Su uso está ampliamente extendido por todas las zonas de la Península donde habita, siendo una de las especies más citadas (Tardío et al. 2006). Se consumen también en Italia, Grecia, Portugal y Marruecos (Carvalho 2010; Leonti et al. 2006; Nassif & Tanji 2013; Pieroni 2001). La corteza del madroño se ha usado como conservante de las aceitunas, para evitar que se ablanden y pierdan calidad (Mesa 1996). Tanto la corteza como las hojas son ricas en taninos, por lo que han empleado para curtir pieles y con fines medicinales como astringente, diurético y antiséptico de las vías urinarias (Aizpuru et al. 2002; Font Quer 1990; Verde 2002).



### 1.4.3.2. *Crataegus monogyna* Jacq., Rosaceae

El majuelo es un arbusto o arbolillo espinoso de hasta 5-10 m de altura, con hojas caducas algo coriáceas (Figura 1.22). Los frutos de esta especie se conocen por el nombre de majuelas o majoletas (Tardío et al. 2002). Es una planta muy variable, especialmente en el tamaño, forma e indumento de las hojas, que se hibrida con facilidad con otras especies del mismo género como *C. azarolus* L. y *C. laevigata* (Poir.) DC. (Muñoz-Garmendia et al. 1998).

Este arbolillo tiene la corteza de color pardo-grisáceo y numerosas ramas tortuosas, con las ramillas jóvenes glabras de color rojizo (Aizpuru et al. 2002). Sus hojas son profundamente lobadas, atenuadas o cuneadas en la base, pecioladas y con estípulas enteras o con un par de dientes en la base. El margen basal del lóbulo inferior de las hojas es entero o muy raramente con 1-2 dientecitos. Presenta inflorescencias cimosas corimbiformes, con 4-11 flores pediceladas. Las flores son pentámeras, con los pétalos de color blanco o rosado, numerosos estambres y un pistilo. El fruto es un pomo de menos de 1 cm de diámetro, de color rojo y con una sola semilla en su interior, raramente tres. Crece en orlas de bosques, claros, setos, zarzales y espinares (0-2.200 m). Está presente en toda la Península, refugiándose en las regiones más áridas en enclaves frescos como sotos y ribazos. Se distribuye por todo el centro y oeste de Europa, oeste de Asia y noroeste de África. También puede encontrarse en Madeira y algunas zonas de América, Australia y Nueva Zelanda como especie introducida (Muñoz-Garmendia et al. 1998).

Se aprovechan sus frutos, que maduran en septiembre y octubre. Presentan un contenido medio de vitamina C y alto de minerales (principalmente K, Ca, Fe, Cu y Zn) y fibra soluble (Botella et al. 2007; Ruiz-Rodríguez 2009; Ruiz-Rodríguez et al. 2012). La pulpa es harinosa y de sabor dulce o ligeramente insípido. Su uso se ha citado en muchas zonas de España (González et al. 2010; Menendez-Baceta et al. 2012; Pardo-de-Santayana 2008) y en otros países como Chipre, Italia, Portugal y Marruecos (Carvalho 2010; Hadjichambis et al. 2008; Nassif & Tanji 2013).



Figura 1.22 Majuelas (*Crataegus monogyna*). Fotografías: M. Molina.

En algunos lugares se comen los brotes tiernos del majuelo, quitando las espinas y pelándolos (Aceituno-Mata 2010). Los frutos se consumen directamente en el campo y también se han empleado ocasionalmente en la elaboración de mermeladas (Benítez 2009). Su consumo ha disminuido mucho en la actualidad (Fajardo 2008). Sin embargo, la infusión de sus flores y hojas jóvenes se emplea con frecuencia en fitoterapia y medicina popular debido a su acción cardiotónica e hipotensora, así como por su efecto analgésico y anticatarral (Benítez 2009; Verde 2002). Se cultiva a veces como planta ornamental (López González 2002).

#### 1.4.3.3. *Rubus ulmifolius* Schott, Rosaceae

Arbusto trepador espinoso, de hasta 7 m de altura, con hojas pentafoliadas o, menos frecuentemente, trifoliadas (Figura 1.23). Al igual que otras especies del mismo género, como *R. caesius* L. *R. castellarnau* Pau y *R. lainzii* H.E. Weber, se consumen sus frutos, conocidos por el nombre de moras (Tardío et al. 2006).

La zarzamora es una planta rizomatosa de aspecto sarmentoso. Presenta hojas alternas pecioladas, con folíolos obovados dispuestos en forma digitada, con el margen doblemente aserrado y el envés blanco-tomentoso. Las flores son de color blanco o algo rosado, con numerosos estambres, y están agrupadas en cimas racemiformes terminales o laterales. Toda la planta presenta acúleos rígidos y punzantes. Fruto en polidrupa de aspecto globoso, formado por numerosos granitos negros en la madurez con una única semilla cada uno (drupas). Es una planta muy variable morfológicamente, tanto por factores ambientales como por fenómenos de hibridación (Monasterio-Huelin 1998). Crece en claros y orlas de bosque, setos, riberas, barrancos y zonas más o menos húmedas, sobre suelos silíceos y calizos (0-1.700 m). Se distribuye ampliamente por toda la Península, aunque escasea o falta en las regiones más secas del interior y del sureste (López-González 2002; Monasterio-Huelin 1998; Tardío et al. 2002).



**Figura 1.23** Moras (*Rubus ulmifolius*). Fotografías: M. Molina.

Sus frutos contienen hasta un 7% de azúcares, así como diversos ácidos orgánicos (Akerreta 2009). Son ricos en vitamina C, especialmente en ácido ascórbico, por lo que presentan una elevada actividad antioxidante total (Ruiz-Rodríguez et al. 2012; The Local Food-Nutraceutical Consortium 2005). Se consumen crudos, directamente en el campo, o se utilizan para la elaboración de mermeladas y licores. Es una de las plantas silvestres comestibles más usadas en toda la España peninsular (Tardío et al. 2006) y su uso sigue muy vigente (Aceituno-Mata 2010; Fajardo 2008). Éstas y otras especies del mismo género son igualmente apreciadas en muchos otros países como Portugal (Carvalho 2010), Italia (Lentini & Venza 2007), Turquía (Ertuğ 2004), Marruecos (Nassif & Tanji 2013) y Escocia (Emery et al. 2006). Asimismo, se consumen sus tallos tiernos o chupones pelados, que se pueden comer crudos (Tardío et al. 2005) o cocinados (Benítez 2009). La zarzamora también se utiliza con fines medicinales. Los primordios florales secos en infusión se emplean contra la diarrea y otras afecciones del estómago (Carvalho 2010) y con los brotes tiernos en cocimiento se realizan enjuagues para curar afonías y dolores de garganta (Verde 2002).

## **1.5. Objetivos, estructura, financiación y colaboraciones**

### **1.5.1. Objetivos**

El objetivo general de la tesis ha sido evaluar la capacidad productiva de diversas especies silvestres que se han consumido tradicionalmente en España. En concreto se han seleccionado 23 especies pertenecientes a tres categorías: verduras de hoja (16 especies), brotes tiernos o espárragos (4 especies) y frutos carnosos (3 especies). Se pretende estimar la producción y abundancia de estas plantas en sus poblaciones naturales, que comprenden zonas antropizadas (bordes de camino y cultivo, barbechos, terrenos baldíos, herbazales y pastos) en las verduras de hoja, y zonas forestales, orla espinosa de bosques y arroyos, y lindes arboladas de separación entre fincas, en espárragos y frutos.

Se han establecido los siguientes objetivos específicos:

- Estimar la producción de las especies silvestres seleccionadas en dos localidades diferentes durante al menos dos años consecutivos, a partir de las siguientes variables: (i) producción por planta (peso de la parte aprovechable), (ii) abundancia (disponibilidad local de la especie) y (iii) producción por hectárea (cantidad total de verduras, espárragos y frutos que puede recolectarse en el área de ocupación natural de cada especie).
- Analizar las variaciones encontradas en la producción y abundancia de las especies en función de la parte comestible de cada planta, el biotipo de las especies y las características ambientales de las diferentes zonas de muestreo.
- Examinar las posibilidades actuales de uso de estos recursos alimentarios de acuerdo con los resultados alcanzados.

El estudio pretende también evaluar las siguientes hipótesis:

- Las plantas silvestres comestibles seleccionadas son un recurso abundante y productivo.
- La producción de las especies depende de la parte aprovechada (hojas, brotes tiernos, frutos), siendo la producción de frutos mayor que la de verduras de hoja y espárragos.
- Las diferencias en el biotipo de las especies (anuales-perennes, herbáceas-leñosas, terrestres-acuáticas) y su forma de reproducción (especies clonales-no clonales) repercuten en su producción y abundancia.
- Las características ecológicas de cada territorio y las condiciones meteorológicas anuales influyen en la producción y abundancia de estas especies.
- Las plantas silvestres comestibles, al estar adaptadas al medio ambiente local, son un recurso relativamente estable, a pesar de las variaciones anuales.
- La recolección tradicional de alimentos silvestres no tiene un efecto negativo sobre la producción y abundancia natural de las especies.
- Las plantas más productivas son las más valoradas culturalmente.

### 1.5.2. Estructura

Esta memoria está compuesta por seis capítulos, repartidos equitativamente entre las tres categorías de uso alimentario estudiadas: verduras de hoja (capítulos I y II), espárragos (capítulos III y IV) y frutos carnosos (capítulos V y VI). En cada una de las categorías se dedica un capítulo al estudio comparativo de varias especies y otro al estudio monográfico de una especie representativa de cada grupo (verduras de hoja: *Montia fontana*; espárragos: *Asparagus acutifolius*; frutos carnosos: *Arbutus unedo*).

- En el primer capítulo se estima la producción de quince verduras silvestres. Teniendo en cuenta la importancia cultural de las especies y los resultados de producción obtenidos, se discuten tres posibles alternativas de uso: la recolección tradicional con fines de autoconsumo, la recolección comercial y la puesta en cultivo.
- El segundo capítulo está dedicado a una planta acuática de gran importancia cultural en la Península, *Montia fontana*. En este capítulo se realiza una caracterización detallada de la especie, incluyendo datos nutricionales y de producción.

- El tercer capítulo se centra en una de las especies más utilizadas actualmente, el espárrago triguero (*Asparagus acutifolius*). En este caso se ha realizado un seguimiento de los ejemplares a lo largo de toda la temporada de recolección, con el fin de estimar su producción al final del periodo y conocer cuál es la presión recolectora a la que están sometidas estas poblaciones en la actualidad.
- En el cuarto capítulo se ha estudiado la producción de tres plantas herbáceas trepadoras, *Bryonia dioica*, *Humulus lupulus* y *Tamus communis*, conocidas popularmente por el uso comestible de sus brotes tiernos o espárragos. Se analizan las fluctuaciones en el número y peso de estos espárragos a lo largo de la temporada de recolección y se discute el efecto de la recolección y las condiciones meteorológicas anuales sobre los parámetros de producción.
- En el capítulo quinto se estima la producción de frutos del madroño (*Arbutus unedo*). Los resultados obtenidos se analizan teniendo en cuenta la influencia de diversos factores sobre la producción, entre ellos la densidad de la especie, la estructura de clases diamétricas de las poblaciones estudiadas y las condiciones meteorológicas anuales.
- El capítulo sexto aborda el estudio de otras dos especies de frutos silvestres de la familia Rosaceae: *Crataegus monogyna* y *Rubus ulmifolius*. Mientras que el consumo de los frutos de *Rubus ulmifolius* sigue plenamente vigente, la recolección de los frutos de *Crataegus monogyna* fue más común en el pasado y hoy en día está en desuso. No obstante, estos frutos constituyen un recurso alimentario abundante y de gran interés nutricional, lo que justifica su selección para este trabajo.

Los capítulos se han redactado siguiendo los apartados habituales de introducción, material y métodos, resultados, discusión y conclusiones. De esta manera están dotados de su propia coherencia interna, facilitando su lectura como unidades independientes entre sí. Cuatro de ellos (capítulos I, II, III y V) han sido publicados en revistas científicas internacionales (Molina et al. 2011; Molina et al. 2012; Molina et al. 2014; Tardío et al. 2011) y el texto está escrito en inglés, mientras que los capítulos IV y VI se piensan publicar en revistas españolas, por lo que están escritos en castellano. Asimismo, se han redactado unos apartados comunes de introducción general, metodología general, discusión general y conclusiones finales, donde se pone de manifiesto la coherencia global que articula este trabajo.

En el Anexo 1 se presenta una relación con los valores medios totales de producción por planta, abundancia y producción por hectárea de todas las especies estudiadas. También se incluyen en el Anexo 2 las imágenes de los pliegos de herbario de las verduras de hoja y los espárragos estudiados. Estos pliegos, junto con los de las especies de frutos, se han depositado en el herbario MA del Real Jardín Botánico de Madrid-CSIC.

### 1.5.3. Financiación

Esta tesis se ha desarrollado en el marco del proyecto *Valoración productiva y nutricional de plantas silvestres comestibles de uso tradicional en España* (2006-2009), financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (CGL-2006-09546/BOS). En él han participado investigadores del Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), la Universidad Complutense de Madrid (UCM), y del Real Jardín Botánico de Madrid (RJB, CSIC).

El objetivo de este proyecto ha sido profundizar en el estudio y la caracterización de las plantas silvestres comestibles, desde una perspectiva interdisciplinar, con el fin de promover la puesta en valor de estas especies. Se han abordado dos aspectos fundamentales escasamente documentados hasta la fecha: su producción natural y sus características nutricionales, incluyendo la determinación de compuestos bioactivos.

Los estudios de producción han sido realizados por el grupo de Etnobotánica Alimentaria y Medicinal de la UAM, formado por los investigadores de la UAM (Departamento de Biología), IMIDRA y RJB. Durante el trabajo de campo, también se han recogido las muestras de material vegetal para llevar a cabo los análisis nutricionales. Éstos han sido realizados por las investigadoras del Departamento de Bromatología II, de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid.

La actividad investigadora de la doctoranda se encuadra dentro de los estudios de producción. Su incorporación al proyecto tuvo lugar en el año 2007 con una beca-contrato de formación de personal investigador (FPI) concedida por el IMIDRA (2007-2011). A partir de ese momento ha participado con plena dedicación en las tareas científicas del grupo de investigación, y el trabajo de tesis doctoral que se presenta en esta memoria se ha realizado íntegramente en el marco de este proyecto.

### 1.5.4. Colaboraciones

El trabajo de campo de esta tesis doctoral se ha realizado con la colaboración de los miembros del grupo de investigación “Etnobotánica Alimentaria y Medicinal” de la UAM, que también han participado en la revisión de los manuscritos y comparten autoría en todos los artículos publicados.

Como fruto del carácter interdisciplinar del proyecto, se han realizado publicaciones conjuntas con otros centros de investigación, incluyendo los datos nutricionales y de producción de plantas silvestres comestibles (García-Herrera et al. 2014a; Ruiz-Rodríguez et al. 2011; Tardío et al. 2011). El resultado de estas colaboraciones también queda reflejado en el segundo capítulo de la tesis, dedicado a la especie *Montia fontana*. Los parámetros nutricionales fueron determinados en este caso por las investigadoras del Departamento de Bromatología II de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid.

Asimismo, se ha contado con la participación en el trabajo de campo de dos estudiantes de Biología que han realizado su proyecto de fin de carrera en el marco de este proyecto: “Plantas silvestres alimenticias de Cantoblanco. Estudio ecológico para su recolección sostenible” de Ainhoa Vélez del Burgo (2009) y “Valoración de la producción y la recolección de espárragos trigueros (*Asparagus acutifolius* L.) en el Monte de Valdelatas (Madrid)” de Estefanía García (2011), codirigido por la doctoranda. Su colaboración en el trabajo se ha recogido en el primer y tercer capítulo, respectivamente.





## 2. METODOLOGÍA GENERAL

### 2.1. Selección de las especies

Debido a la escasez de estudios científicos sobre la producción y abundancia natural de las plantas silvestres comestibles, en este trabajo se ha optado por seleccionar un número relativamente amplio de especies para realizar un primer análisis exploratorio de su producción y disponibilidad en diferentes ecosistemas. De esta forma se pretende obtener unos datos diversos, que permitan el análisis comparativo de las especies y la identificación de las plantas que tienen mayor interés para su estudio en profundidad en futuros trabajos. Los criterios empleados en la selección de las especies se exponen a continuación:

- **Uso tradicional en España:** se han elegido especies de amplia distribución cuyo consumo ha sido citado en varias regiones españolas y que, por tanto, son apreciadas a escala nacional. Para ello se ha utilizado la revisión bibliográfica realizada por Tardío et al. (2006), donde se recoge el número de provincias y referencias bibliográficas en las que ha sido citado el uso alimentario de cada planta en España (Península Ibérica y Baleares), de acuerdo con los trabajos etnobotánicos y etnográficos incluidos en esta revisión. También se ha tenido en cuenta su consumo en otros países de la región mediterránea (Hadjichambis et al. 2008) y su distribución e importancia en el centro peninsular (Aceituno-Mata 2010; Tardío et al. 2005), donde se ha realizado el trabajo de campo.
- **Categorías de uso:** el estudio se ha centrado en las plantas comestibles, es decir, las verduras y frutos silvestres utilizados con fines alimentarios en sentido estricto. Estas dos categorías comprenden respectivamente el 49% y 16% de las especies registradas en Tardío et al. (2006). Se han descartado aquellas especies empleadas en la elaboración de infusiones digestivas y licores, así como aquellas usadas como condimentos, conservantes, cuajaleches, etc., que estarían incluidas en el campo de la alimentación en un sentido más amplio.

En total se han seleccionado 23 plantas correspondientes a las categorías de verduras de hoja (16 especies), brotes tiernos o espárragos (4 especies) y frutos carnosos (3 especies). En la Tabla 2.1 se presenta una relación de las especies seleccionadas y sus principales características, organizadas por categorías de uso. Como puede observarse en la tabla, estas especies presentan unas características muy diversas en relación a su biotipo, morfología y hábitat.

## 2.1. Selección de las especies

**Tabla 2.1** Listado y principales características de las 23 especies seleccionadas de verduras de hoja ( $n = 16$ ), brotes tiernos o espárragos ( $n = 4$ ) y frutos carnosos ( $n = 3$ ).

| Especie (familia)                              | Biotipo                 | Morfología  | Hábitat  |
|--|-------------------------|---|----------|
| <u>Verduras de hoja</u>                        |                         |   |          |
| <i>Allium ampeloprasum</i><br>(Amaryllidaceae) | Geófito bulboso         | Herbácea monocaule con hojas formando pseudotallo | Ruderal  |
| <i>Anchusa azurea</i><br>(Boraginaceae)        | Hemicriptófito          | Herbácea con roseta basal                         | Ruderal  |
| <i>Apium nodiflorum</i><br>(Apiaceae)          | Hidrohemicriptófito     | Herbácea multicaule postrada                      | Acuática |
| <i>Beta maritima</i><br>(Amaranthaceae)        | Hemicriptófito          | Herbácea con roseta basal                         | Ruderal  |
| <i>Chondrilla juncea</i><br>(Asteraceae)       | Hemicriptófito          | Herbácea con roseta basal                         | Ruderal  |
| <i>Cichorium intybus</i><br>(Asteraceae)       | Hemicriptófito          | Herbácea con roseta basal                         | Ruderal  |
| <i>Foeniculum vulgare</i><br>(Apiaceae)        | Hemicriptófito          | Herbácea multicaule                               | Ruderal  |
| <i>Montia fontana</i><br>(Montiaceae)          | Hidroterófito           | Herbácea cespitosa                                | Acuática |
| <i>Papaver rhoeas</i><br>(Papaveraceae)        | Terófito                | Herbácea con roseta basal                         | Ruderal  |
| <i>Rumex papillaris</i><br>(Polygonaceae)      | Hemicriptófito          | Herbácea con roseta basal                         | Ruderal  |
| <i>Rumex pulcher</i><br>(Polygonaceae)         | Hemicriptófito          | Herbácea con roseta basal                         | Ruderal  |
| <i>Scolymus hispanicus</i><br>(Asteraceae)     | Hemicriptófito          | Herbácea espinosa con roseta basal                | Ruderal  |
| <i>Silene vulgaris</i><br>(Caryophyllaceae)    | Hemicriptófito-caméfito | Herbácea multicaule postrada y cespitosa          | Ruderal  |
| <i>Silybum marianum</i><br>(Asteraceae)        | Terófito                | Herbácea espinosa con roseta basal                | Ruderal  |
| <i>Sonchus oleraceus</i><br>(Asteraceae)       | Terófito                | Herbácea con roseta basal                         | Ruderal  |
| <i>Taraxacum obovatum</i><br>(Asteraceae)      | Hemicriptófito          | Herbácea con roseta basal                         | Ruderal  |
| <u>Espárragos</u>                              |                         |   |          |
| <i>Asparagus acutifolius</i><br>(Asparagaceae) | Fanerófito              | Arbusto espinoso                                  | Forestal |
| <i>Bryonia dioica</i><br>(Cucurbitaceae)       | Liana geofítica         | Herbácea trepadora                                | Forestal |
| <i>Humulus lupulus</i><br>(Cannabaceae)        | Liana hemicriptofítica  | Herbácea trepadora                                | Forestal |
| <i>Tamus communis</i><br>(Dioscoreaceae)       | Liana geofítica         | Herbácea trepadora                                | Forestal |
| <u>Frutos</u>                                  |                         |   |          |
| <i>Arbutus unedo</i><br>(Ericaceae)            | Fanerófito              | Árbol o arbusto                                   | Forestal |
| <i>Crataegus monogyna</i><br>(Rosaceae)        | Fanerófito              | Árbol o arbusto espinoso                          | Forestal |
| <i>Rubus ulmifolius</i><br>(Rosaceae)          | Fanerófito              | Arbusto espinoso a veces trepador                 | Forestal |

En primer lugar, el grupo de las **verduras de hoja** está compuesto por 16 especies cuya parte aprovechable son principalmente las hojas jóvenes. Junto con las hojas, también se recolectan los tallos tiernos de algunas plantas (p. ej. *Silene vulgaris*, *Montia fontana*) o el bulbo subterráneo (*Allium ampeloprasum*). En otras plantas que presentan hojas espinosas (*Scolymus hispanicus* y *Silybum marianum*), la parte aprovechable es sólo el pecíolo y el nervio central de las hojas.

Las especies seleccionadas pertenecen a nueve familias botánicas, entre las cuales están representadas varias familias de gran importancia entre las plantas silvestres comestibles, como Asteraceae (6 especies seleccionadas), Polygonaceae (2 especies) y Apiaceae (2 especies). Estas familias albergan el 32%, 7% y 5%, respectivamente, de las especies empleadas como verduras silvestres en España (Tardío et al. 2006). El resto de las especies pertenecen a las familias Amaryllidaceae, Boraginaceae, Amaranthaceae, Montiaceae, Papaveraceae y Caryophyllaceae.

Se caracterizan por ser especies herbáceas, la mayoría hemicriptófitas con roseta basal, aunque también se han seleccionado algunas plantas anuales como *Papaver rhoeas* o *Sonchus oleraceus* (Tabla 2.1). Con la excepción de *Apium nodiflorum* y *Montia fontana*, que habitan en bordes de arroyo y zonas encharcadas, el resto son plantas ruderales que crecen en medios humanizados.

En segundo lugar, se han seleccionado cuatro especies de **espárragos** silvestres. La parte comestible es el segmento apical de los brotes, a veces con las primeras hojas en estado incipiente. Los espárragos pueden considerarse un subgrupo de la categoría de verduras (Tardío 2010). En este trabajo se tratan por separado de las verduras de hoja, dado que requieren técnicas metodológicas diferentes para estimar su producción.

Las especies incluidas en esta categoría pertenecen a las familias Asparagaceae, Cucurbitaceae, Cannabaceae y Dioscoreaceae. Todas ellas son plantas vivaces o perennes, de hábito trepador y con órganos de reserva subterráneos (Tabla 2.1). Crecen en zonas forestales, claros de bosque, y también pueden encontrarse en paisajes agrícolas, refugiadas en las lindes de separación entre fincas o en la orla espinosa de los arroyos.

En tercer lugar, se han seleccionado tres especies cuya parte comestible son sus **frutos carnosos** maduros. Dos de ellas son de la familia Rosaceae y una de la familia Ericaceae. Ambas familias son de gran importancia cultural en la categoría de frutos silvestres, y albergan el 42% y 6% respectivamente del número total de especies registradas por Tardío et al. (2006).

A diferencia de las verduras silvestres, todas las plantas estudiadas de esta categoría son leñosas, de hábito arbóreo o arbustivo (Tabla 2.1). Crecen en zonas forestales, formando parte del estrato arbustivo y/o la orla espinosa del bosque.

## 2.2. Localidades de estudio

### 2.2.1. Selección de las localidades

Cada una de las especies seleccionadas se ha muestreado en dos localidades diferentes del centro peninsular durante al menos dos años consecutivos. Con este diseño de muestreo se pretende recoger parte de la variabilidad local y anual que puedan experimentar las especies en su producción.

En la Tabla 2.2 se presenta una relación de los lugares seleccionados para el muestreo de cada especie. Se ha utilizado el nombre del término municipal para designar las zonas de estudio (p. ej. Cadalso de los Vidrios) o el topónimo local correspondiente (p. ej. Cantoblanco-Monte de Valdelatas, El Encín-Soto del Henares, Puerto de la Morcuera), utilizándose indistintamente el término *localidad* de aquí en adelante para hacer referencia a las zonas de muestreo en ambos casos.

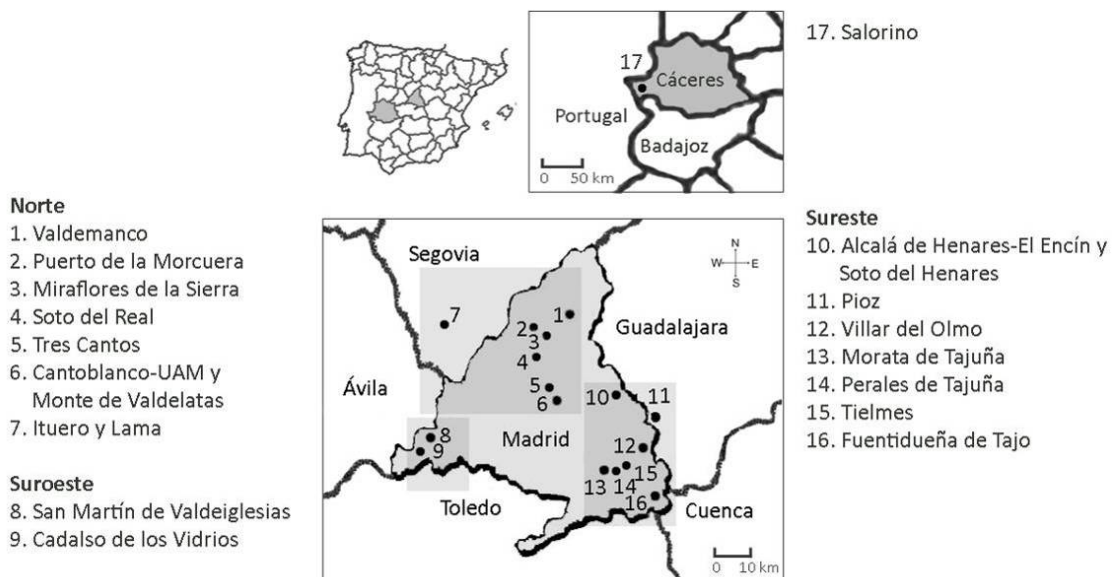
**Tabla 2.2** Relación de las dos localidades de estudio en las que se ha realizado el muestreo de A) verduras de hoja, B) espárragos y C) frutos carnosos.

| Especie                        | Localidad 1                       | Localidad 2                       |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| A <i>Allium ampeloprasum</i>   | El Encín 2-Soto del Henares       | Cadalso de los Vidrios            |
| <i>Anchusa azurea</i>          | Cadalso de los Vidrios            | Villar del Olmo                   |
| <i>Apium nodiflorum</i>        | Perales de Tajuña                 | Villar del Olmo                   |
| <i>Beta maritima</i>           | El Encín 1-Finca agrícola         | Morata de Tajuña                  |
| <i>Chondrilla juncea</i>       | Cantoblanco 1-alrededores UAM     | Pioz                              |
| <i>Cichorium intybus</i>       | El Encín 1-Finca agrícola         | Cantoblanco 1-alrededores UAM     |
| <i>Foeniculum vulgare</i>      | Cantoblanco 1-alrededores UAM     | Perales de Tajuña                 |
| <i>Montia fontana</i>          | Ituero y Lama                     | Puerto de la Morcuera             |
| <i>Papaver rhoeas</i>          | El Encín 1-Finca agrícola         | Cantoblanco 1-alrededores UAM     |
| <i>Rumex papillaris</i>        | Cadalso de los Vidrios            | Valdemanco                        |
| <i>Rumex pulcher</i>           | El Encín 1-Finca agrícola         | Cantoblanco 1-alrededores UAM     |
| <i>Scolymus hispanicus</i>     | Cantoblanco 1-alrededores UAM     | Fuentidueña de Tajo               |
| <i>Silene vulgaris</i>         | Cadalso de los Vidrios            | Villar del Olmo                   |
| <i>Silybum marianum</i>        | El Encín 1-Finca agrícola         | Cantoblanco 1-alrededores UAM     |
| <i>Sonchus oleraceus</i>       | El Encín 1-Finca agrícola         | Cadalso de los Vidrios            |
| <i>Taraxacum obovatum</i>      | Cantoblanco 1-alrededores UAM     | Villar del Olmo                   |
| B <i>Asparagus acutifolius</i> | Cantoblanco 2-Monte de Valdelatas | El Encín 2-Soto del Henares       |
| <i>Bryonia dioica</i>          | El Encín 2-Soto del Henares       | Cantoblanco 2-Monte de Valdelatas |
| <i>Humulus lupulus</i>         | El Encín 2-Soto del Henares       | Miraflores de la Sierra           |
| <i>Tamus communis</i>          | Tres Cantos                       | Soto del Real                     |
| C <i>Arbutus unedo</i>         | San Martín de Valdeiglesias       | Salorino                          |
| <i>Crataegus monogyna</i>      | Cantoblanco 2-Monte de Valdelatas | Tielmes                           |
| <i>Rubus ulmifolius</i>        | Cantoblanco 2-Monte de Valdelatas | Tielmes                           |

Como puede observarse en la Tabla 2.2 y la Figura 2.1, la mayor parte de las localidades pertenecen a la Comunidad de Madrid. Siempre que ha sido posible se ha optado por escoger zonas cercanas a los centros de trabajo (Finca El Encín del IMIDRA, en Alcalá de Henares, y Cantoblanco-Monte de Valdelatas, al lado de la Universidad Autónoma de Madrid), donde ya se dispone de un conocimiento previo de la distribución local de las especies, con el fin de facilitar el estudio y minimizar el tiempo y los gastos de desplazamiento. Esto también ha permitido realizar visitas continuadas a lo largo de la temporada de recolección, que en el caso de algunas especies, como los espárragos, tenían que muestrearse frecuentemente para estudiar su producción.

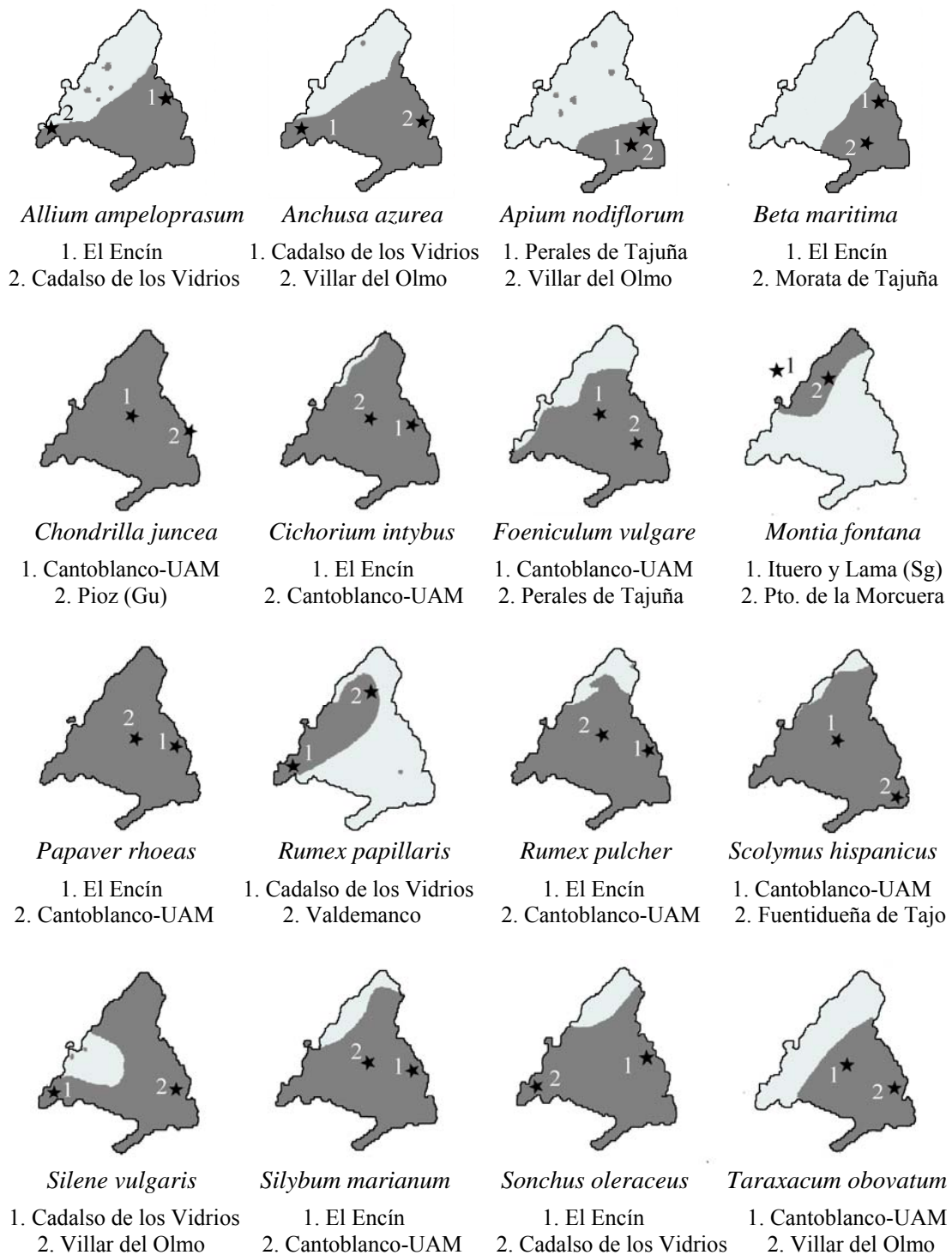
También se ha trabajado en otras localidades de la provincia de Madrid, incluidas Valdemanco, Rascafría (Puerto de la Morcuera), Miraflores de la Sierra, Soto del Real y Tres Cantos en la zona norte; San Martín de Valdeiglesias y Cadalso de los Vidrios al suroeste; y Villar del Olmo, Morata de Tajuña, Perales de Tajuña, Tielmes y Fuentidueña de Tajo al sureste de Madrid. En algunas ocasiones, sin embargo, el muestreo se ha realizado en localidades de provincias adyacentes, como Pioz, en Guadalajara, e Ituero y Lama, en Segovia. Dada la escasez de madroños en las cercanías de Madrid, la localidad más alejada, Salorino, se sitúa en la provincia de Cáceres (Figura 2.1).

Teniendo en cuenta el área de distribución de las especies en el territorio, se ha procurado que las dos localidades de muestreo se ubiquen en zonas con características ecológicas diferentes, aprovechando el extenso rango de altitud y litología presente en esta zona. En las Figuras 2.2, 2.3 y 2.4 se ha representado el área de distribución en la Comunidad de Madrid de las especies estudiadas, y se indica con un asterisco en el mapa las dos localidades de muestreo.



**Figura 2.1** Ubicación geográfica de las localidades de estudio.

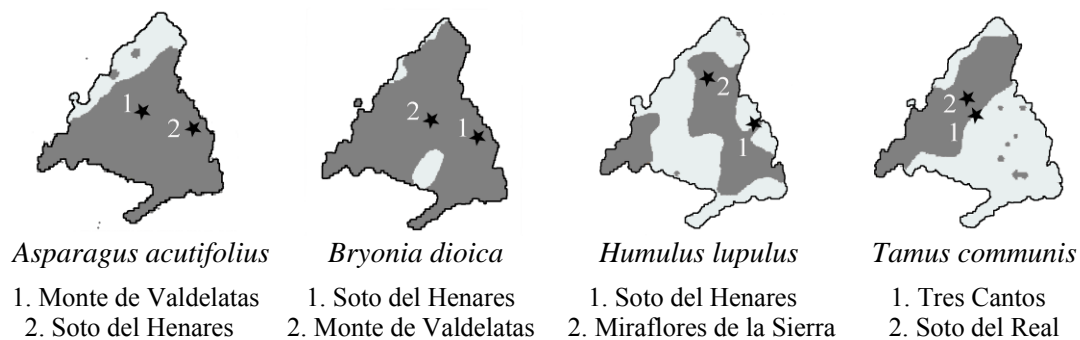
2.2. Localidades de estudio



**Figura 2.2** Área de distribución aproximada en Madrid (en gris oscuro) y localidades de estudio de las verduras de hoja seleccionadas. En *Chondrilla juncea* y *Montia fontana*, una de las localidades de estudio pertenece a la provincia de Guadalajara (Pioz) y Segovia (Ituero y Lama), respectivamente. Elaboración propia a partir de mapas de Grijalbo (2010).

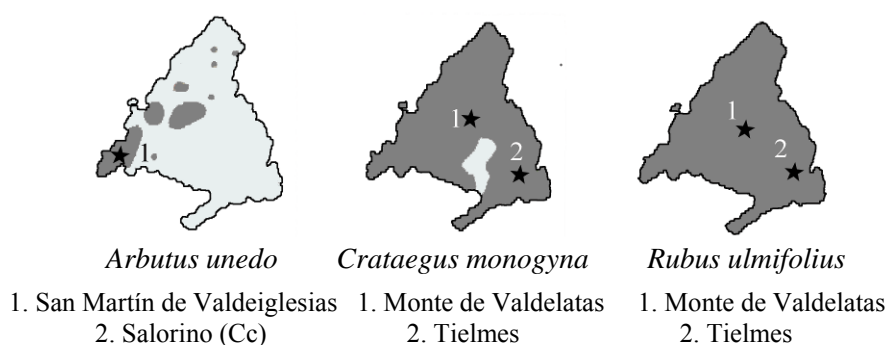
Como puede observarse en la Figura 2.2, la mayor parte de las verduras de hoja estudiadas presentan una distribución amplia en la Comunidad de Madrid. En algunos casos, sin embargo, su distribución está restringida como consecuencia de los condicionantes climáticos y/o litológicos del territorio. Por ejemplo, *Rumex papillaris* y *Montia fontana* habitan preferentemente en la zona de sierra, sobre sustratos ácidos, aunque *Rumex papillaris* también aparece con menor abundancia en zonas no calcáreas, como Cantoblanco. *Apium nodiflorum* y *Beta maritima*, por el contrario, sólo aparecen en el cuadrante suroriental de la provincia. Este cuadrante está dominado por margas, yesos y calizas, diferenciándose un nivel culminante de páramo limitado por pendientes que conectan con los fondos de valle. Otras especies, como *Anchusa azurea* y *Taraxacum obovatum*, aparecen indistintamente sobre sustratos calcáreos y no calcáreos, siempre que no sean suelos excesivamente ácidos, por lo que pueden encontrarse tanto en la zona de campiña, donde se acumulan los sedimentos procedentes de la erosión de la sierra, como en el páramo. En el caso de *Allium ampeloprasum*, su área de distribución comprende la mitad meridional de la provincia, donde es más abundante, y otros pequeños enclaves dispersos.

El área de distribución de los espárragos silvestres se ha representado en la Figura 2.3. Al igual que las verduras de hoja, ocupan un área de distribución relativamente amplia en esta provincia. Aunque las cuatro especies estudiadas son indiferentes edáficas, sus requerimientos de temperatura y humedad edáfica y/o ambiental condicionan su área de distribución. Mientras que *Asparagus acutifolius* y *Bryonia dioica* toleran las zonas cálidas, *Humulus lupulus* y *Tamus communis* se refugian en las zonas de sierra y en enclaves más frescos asociados a la red fluvial.



**Figura 2.3** Área de distribución aproximada en Madrid (en gris oscuro) y localidades de estudio de los espárragos silvestres seleccionados. Elaboración propia a partir de mapas de Grijalbo (2010).

Como puede observarse en la Figura 2.4, los frutos silvestres seleccionados se distribuyen de manera regular por toda la provincia, excepto en el caso de *Arbutus unedo*. Las poblaciones madrileñas de madroño se localizan principalmente en el sector suroccidental de la Sierra de Gredos (p. ej. Peña de Cenicientos, Cadalso de los Vidrios, San Martín de Valdeiglesias) y salpicados en pequeños enclaves de la Sierra de Guadarrama (p. ej. pies dispersos en roquedos y áreas de matorral denso en la Pedriza del Manzanares; Bernal 2012). Estas zonas se caracterizan por presentar un clima más templado y húmedo, a diferencia del riguroso clima continental que domina el territorio. Esto ha permitido la incorporación de elementos florísticos luso-extremadurenses, como es el caso de *Arbutus unedo*, en los bosques esclerófilos montanos que ocupan estos enclaves o, en su defecto, los pinares que se asientan sobre el área de distribución potencial del encinar (Grijalbo 2010). En la provincia de Cáceres, donde también se ha muestreado esta especie, la presencia del madroño es mucho más amplia, siendo frecuente en las umbrías de las serranías con predominio de alcornocal (Blanco et al. 2005).



**Figura 2.4** Área de distribución aproximada en Madrid (en gris oscuro) y localidades de estudio de los frutos silvestres seleccionados. En *Arbutus unedo*, una de las localidades de estudio pertenece a la provincia de Cáceres (Salorino). Elaboración propia a partir de mapas de Grijalbo (2010).

### 2.2.2. Descripción de las localidades

Las principales características de las localidades de estudio se presentan en la Tabla 2.3. Se indica la provincia, comarca agrícola, coordenadas geográficas, litología, usos del suelo y hábitats muestreados en cada localidad. Las tres localidades que no pertenecen a la provincia de Madrid, Ituero y Lama, Pioz y Salorino, se ubican en las comarcas de Segovia, la Alcarria Baja y Sierra de San Pedro-Los Baldíos, respectivamente. Como se ha comentado anteriormente, las zonas de muestreo presentan una gran heterogeneidad, y abarcan un amplio rango de altitud (mín. 467 m; máx. 1.700 m) y litologías (granitos, gneises, cuarcitas, arcosas, calizas, margas yesíferas y terrazas aluviales).



A continuación se presenta una breve descripción de las localidades seleccionadas. En cada caso se incluye un mapa de la localidad (ortofoto con coordenadas UTM) en el que se ha señalado el núcleo urbano y las zonas específicas de muestreo. En función del área de ocupación de las especies y los usos del suelo, el área de muestreo puede estar formada por una única zona continua o varias zonas separadas espacialmente. También se incluye un pequeño mapa donde se indica la ubicación del término municipal en la provincia. En diferentes colores se han señalado las comarcas agrícolas en que se divide la Comunidad de Madrid, representadas en la Figura 2.5.



**Figura 2.5** Comarcas agrícolas de la Comunidad de Madrid. Fuente: Comunidad de Madrid (2005).

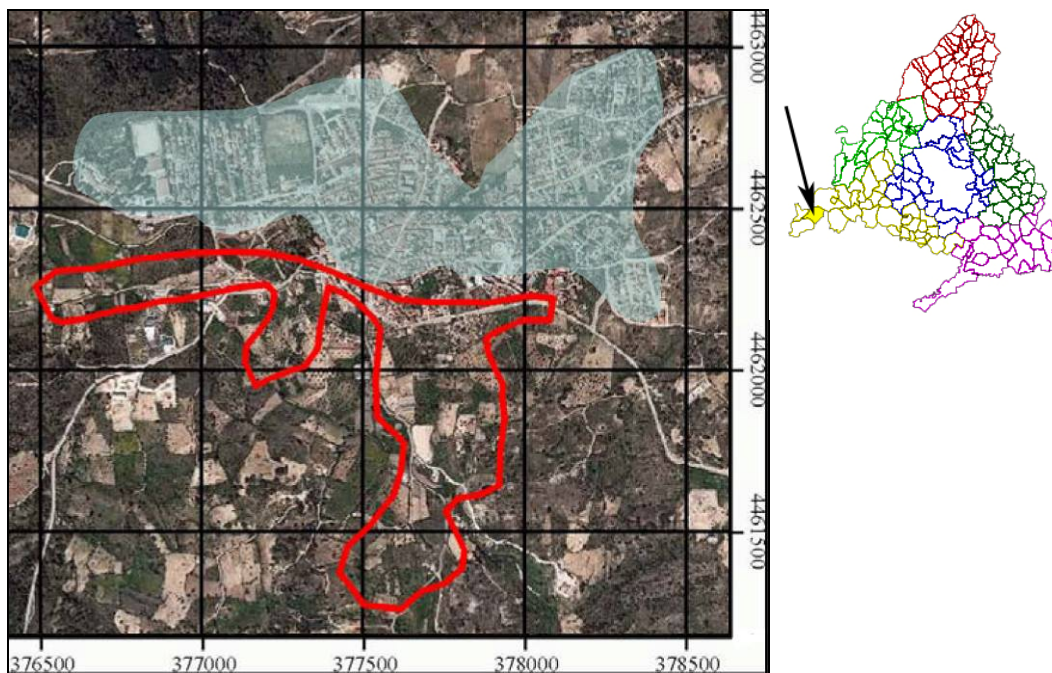
**Tabla 2.3** Principales características de las localidades de estudio.

| Localidad                         | Provincia   | Comarca agrícola    | Altitud | Latitud   | Longitud | Litología                         | Usos suelo          | Hábitats muestreados                         |
|-----------------------------------|-------------|---------------------|---------|-----------|----------|-----------------------------------|---------------------|--|
| Cadalso de los Vidrios            | Madrid      | Sur Occidental      | 780     | 40° 18' N | 4° 26' W | Granitos                          | Cultivos            | Bordes de camino y cultivo, barbechos        |
| Cantoblanco 1-UAM                 | Madrid      | Área Metropolitana  | 690     | 40° 32' N | 3° 41' W | Arcosas                           | Erial               | Terrenos baldíos                             |
| Cantoblanco 2-Monte de Valdelatas | Madrid      | Área Metropolitana  | 700     | 40° 32' N | 3° 41' W | Arcosas                           | Forestal            | Monte (encinar) y orla espinosa del bosque   |
| El Encín 1-Finca agrícola         | Madrid      | Campiña             | 600     | 40° 31' N | 3° 17' W | Terrazas aluviales                | Cultivos            | Bordes de camino y cultivo, barbechos        |
| El Encín 2- Soto del Henares      | Madrid      | Campiña             | 600     | 40° 31' N | 3° 17' W | Terrazas aluviales                | Forestal            | Bosque de ribera                             |
| Fuentidueña de Tajo               | Madrid      | Las Vegas           | 467     | 40° 07' N | 3° 09' W | Margas yesíferas                  | Cultivos            | Bordes de camino y cultivo, barbechos        |
| Ituero y Lama                     | Segovia     | Segovia             | 1.020   | 40° 47' N | 4° 22' W | Arcosas                           | Pastizal            | Bordes de arroyo y zonas encharcadas         |
| Miraflores de la Sierra           | Madrid      | Lozoya-Somosierra   | 1.147   | 40° 48' N | 3° 46' W | Gneises                           | Forestal            | Orla espinosa del arroyo                     |
| Morata de Tajuña                  | Madrid      | Las Vegas           | 623     | 40° 13' N | 3° 26' W | Margas yesíferas                  | Cultivos            | Bordes de camino y cultivo, barbechos        |
| Perales de Tajuña                 | Madrid      | Las Vegas           | 595     | 40° 14' N | 3° 21' W | Margas yesíferas                  | Cultivos            | Bordes de camino y cultivo, barbechos        |
| Pioz                              | Guadalajara | La Alcarria Baja    | 876     | 40° 27' N | 3° 10' W | Calizas                           | Erial               | Terrenos baldíos                             |
| Pto. de la Morcuera               | Madrid      | Lozoya-Somosierra   | 1.700   | 40° 49' N | 3° 49' W | Gneises                           | Pastizal            | Bordes de arroyo y zonas encharcadas         |
| Salorino                          | Cáceres     | Sierra de San Pedro | 500     | 39° 28' N | 7° 00' W | Cuarcitas                         | Forestal            | Monte (alcornocal)                           |
| S.M. de Valdeiglesias             | Madrid      | Sur Occidental      | 750     | 40° 21' N | 4° 23' W | Granitos                          | Forestal            | Monte (pinar)                                |
| Soto del Real                     | Madrid      | Lozoya-Somosierra   | 921     | 40° 45' N | 3° 47' W | Gneises y afloramientos calcáreos | Pastos              | Orla espinosa entre fincas                   |
| Tielmes                           | Madrid      | Las Vegas           | 594     | 40° 14' N | 3° 18' W | Margas yesíferas                  | Agrícola y forestal | Bordes de cultivo y orla espinosa de arroyos |
| Tres Cantos                       | Madrid      | Área Metropolitana  | 760     | 40° 36' N | 3° 42' W | Arcosas                           | Pastos              | Orla espinosa del arroyo                     |
| Valdemanco                        | Madrid      | Lozoya-Somosierra   | 1.140   | 40° 52' N | 3° 39' W | Arcosas                           | Pastos              | Pastos                                       |
| Villar del Olmo                   | Madrid      | Campiña             | 675     | 40° 20' N | 3° 14' W | Margas yesíferas                  | Cultivos            | Bordes de camino y cultivo, barbechos        |

### 2.2.2.1. Cadalso de los Vidrios

Municipio situado al suroeste de la provincia de Madrid, en las estribaciones de la Sierra de Gredos, a unos 75 km de la capital. Pertenece a la Comarca Agrícola Sur Occidental. Tiene una extensión de 47,9 km<sup>2</sup> y una altitud de 780 metros. El relieve de esta zona está formado por bloques del piedemonte modelados por las superficies de rampa granítica. Sobre estas rocas ígneas hercínicas, en los fondos de valle se forman depósitos fluviales constituidos fundamentalmente por gravas y arenas (ITGE 2007). Se caracteriza por albergar un paisaje en mosaico, donde se alternan campos de cultivo (viñedo y olivar) con masas de pinar y matorral de estructura variable (Gómez et al. 1999). Presenta un clima continental suave, con veranos cálidos pero suaves e inviernos frescos y húmedos. La temperatura y precipitación media anuales son de 13,6°C y 687 mm, respectivamente (SIGA 2012).

En esta localidad se han estudiado cinco especies: *Allium ampeloprasum*, *Anchusa azurea*, *Silene vulgaris*, *Sonchus oleraceus* y *Rumex papillaris*. El área de muestreo comprende aproximadamente 50 hectáreas situadas al sur de la localidad, en los alrededores del núcleo urbano (Figura 2.6). Esta zona está formada por terrenos agrícolas dedicados al cultivo de viña y olivar, generalmente en parcelas de pequeño tamaño, que alternan con algunos huertos de autoconsumo, eriales y pastos. Además de la presencia de especies arvenses en los bordes de caminos y cultivos, es frecuente el desarrollo de una cubierta herbácea en las fincas de cultivo, debido al bajo nivel de laboreo, donde pueden encontrarse las especies seleccionadas.

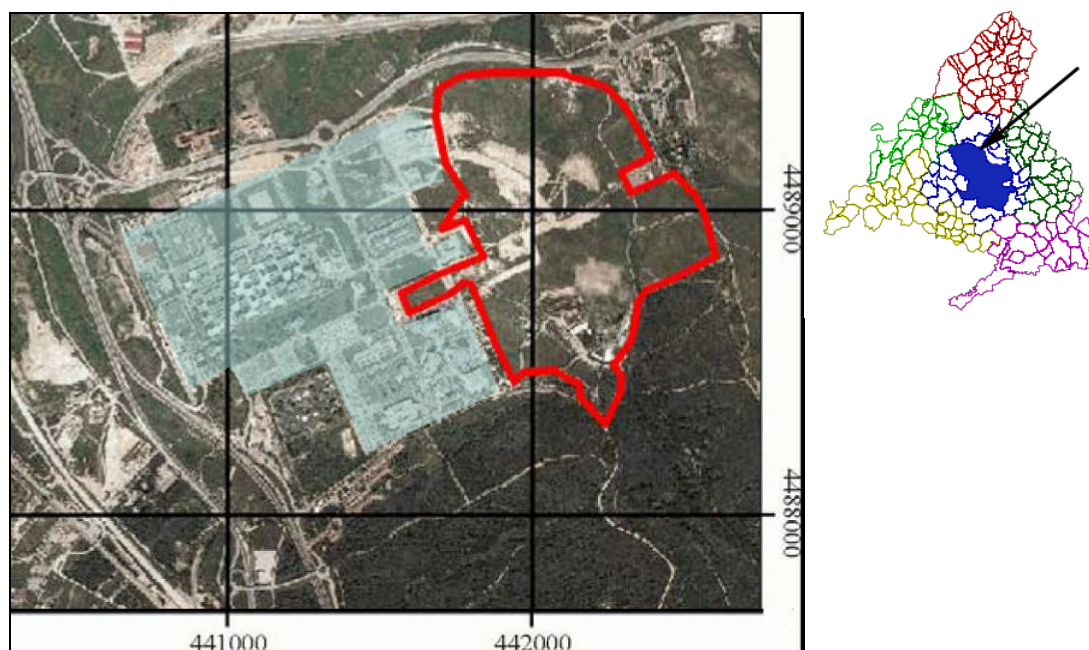


**Figura 2.6** Cadalso de los Vidrios (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en amarillo).

### 2.2.2.2. Cantoblanco 1-alrededores UAM

Situado al noroeste de la capital y dentro de su término municipal, entre los municipios de Alcobendas y San Sebastián de los Reyes, a 690 m de altitud. El área de muestreo comprende un conjunto de terrenos baldíos en las inmediaciones del campus de la Universidad Autónoma de Madrid (Figura 2.7). La superficie total muestreada es aproximadamente de 65 ha, delimitadas al norte por la carretera M-616 y la Universidad Pontificia de Comillas. Desde que se realizó el trabajo de campo, en 2007-2008, la superficie no edificada ha disminuido considerablemente, ya que se han construido varios edificios universitarios, que han ampliado el perímetro del campus en dirección a la zona de estudio. El extremo sur del área configura una zona de transición o ecotono con el Monte de Valdelatas. Por el extremo oriental, atraviesa en dirección norte-sur el Canal Bajo de Isabel II. El terreno es de naturaleza silíceo, formado por arenas arcósicas del Terciario (ITGE 2000). La temperatura media anual es de 13,7°C y la precipitación media de 459 mm al año.

En esta zona se han muestreado ocho especies: *Chondrilla juncea*, *Cichorium intybus*, *Foeniculum vulgare*, *Papaver rhoeas*, *Rumex pulcher*, *Scolymus hispanicus*, *Silybum marianum* y *Taraxacum obovatum*. Se han recolectado en eriales, herbazales y bordes de camino en las inmediaciones de la Universidad Autónoma.

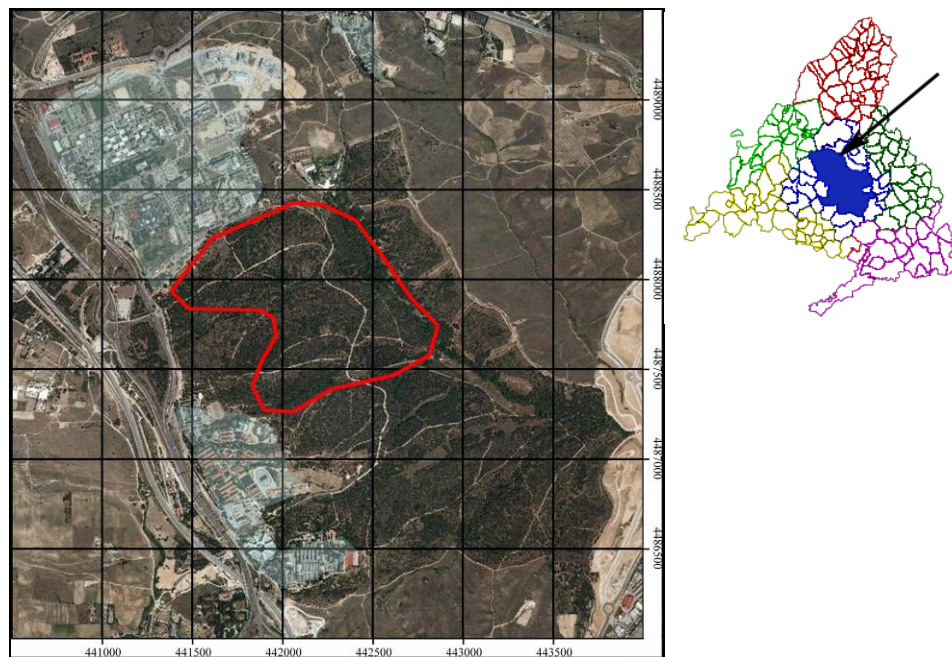


**Figura 2.7** Cantoblanco 1-alrededores UAM (en azul: zona edificada en 2007-2008; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización en la Comunidad de Madrid (dcha.; en azul).

### 2.2.2.3. Cantoblanco 2-Monte de Valdelatas

El monte de Valdelatas se localiza al norte de Madrid, a 15 km de la capital. Se encuentra entre los términos municipales de Alcobendas y Madrid, y presenta una altitud media de 700 m. A pesar de su cercanía a la gran urbe madrileña, este pequeño enclave de aproximadamente 290 ha disfruta de un buen estado de conservación. El paisaje se caracteriza por su morfología alomada de suaves pendientes, donde se articulan pequeños valles en torno a cursos de agua más o menos temporales (Grijalbo 2010). El terreno es de naturaleza silíceo, formado por arenas arcósicas del Terciario (ITGE 2000). Excepto una zona repoblada con *Pinus pinea* L., la vegetación esclerófila (*Quercus ilex* L. y en menor medida *Quercus faginea* Lam.) configura la masa forestal dominante, que en algunas zonas presenta un desarrollo avanzado de los matorrales de degradación, principalmente de *Cistus ladanifer* L. (Génova 1989). La precipitación y temperatura media anual es de 459 mm y 13,7°C respectivamente (SIGA 2012).

En esta zona se han muestreado *Asparagus acutifolius*, *Bryonia dioica*, *Crataegus monogyna* y *Rubus ulmifolius*. El área de estudio comprende una parte del encinar situada al norte, junto a la Universidad Autónoma (Figura 2.8). Los espárragos y frutos silvestres muestreados forman parte del sotobosque del encinar o de la orla espinosa que se desarrolla en las zonas más frescas y sombrías cercanas a los fondos de valle. En torno al Canal Bajo de Isabel II, que atraviesa el territorio en dirección norte-sur, también se desarrollan comunidades espinosas formadas principalmente por zarzamoras, majuelos y algunas especies del género *Rosa* (Génova 1989).

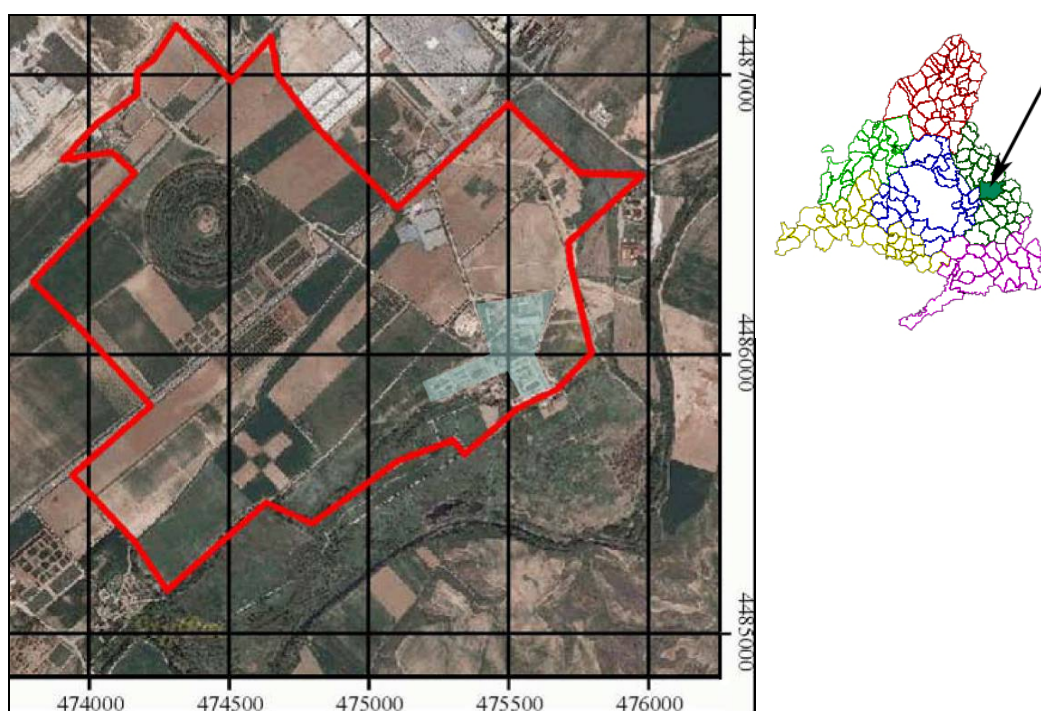


**Figura 2.8** Cantoblanco 2-Monte de Valdelatas (en azul: zona edificada; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización en la Comunidad de Madrid (dcha.; en azul).

#### 2.2.2.4. El Encín 1-Finca agrícola

El Encín es una finca que pertenece a la Comunidad de Madrid y se localiza en el extremo oriental de la provincia, a 38 km de la capital. Está situada en la Vega del Henares, a 600 m de altitud, en el término municipal de Alcalá de Henares. Su extensión total es de 550 ha, de las cuales 94,5 ha están ocupadas por la margen derecha del soto del río Henares. Parte de la finca está ocupada en la actualidad por un campo de golf y por el complejo educativo de Naturalcalá. El resto de la finca, ubicada en las amplias terrazas aluviales de este río, está constituida por parcelas de investigación agrícola, gestionadas por el Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA). La mayoría están dedicadas principalmente a cultivos de secano (cereal y viña), alternando con otras zonas de regadío. Los suelos, que se han formado sobre materiales constituidos fundamentalmente por arenas y gravas, presentan en general un alto contenido de caliza (ITGE 1997). La temperatura media anual es de 13,5°C y la precipitación media de 433 mm al año (SIGA 2012).

En esta parte de la finca se han recolectado seis especies: *Beta maritima*, *Cichorium intybus*, *Papaver rhoeas*, *Rumex pulcher*, *Silybum marianum* y *Sonchus oleraceus*. El área de estudio comprende 230 ha localizadas a lo largo de las parcelas de investigación agraria (Figura 2.9), algunas de las cuales se transformaron posteriormente en el campo de golf. Las zonas de muestreo incluyen bordes de camino, bordes de cultivo y herbazales.

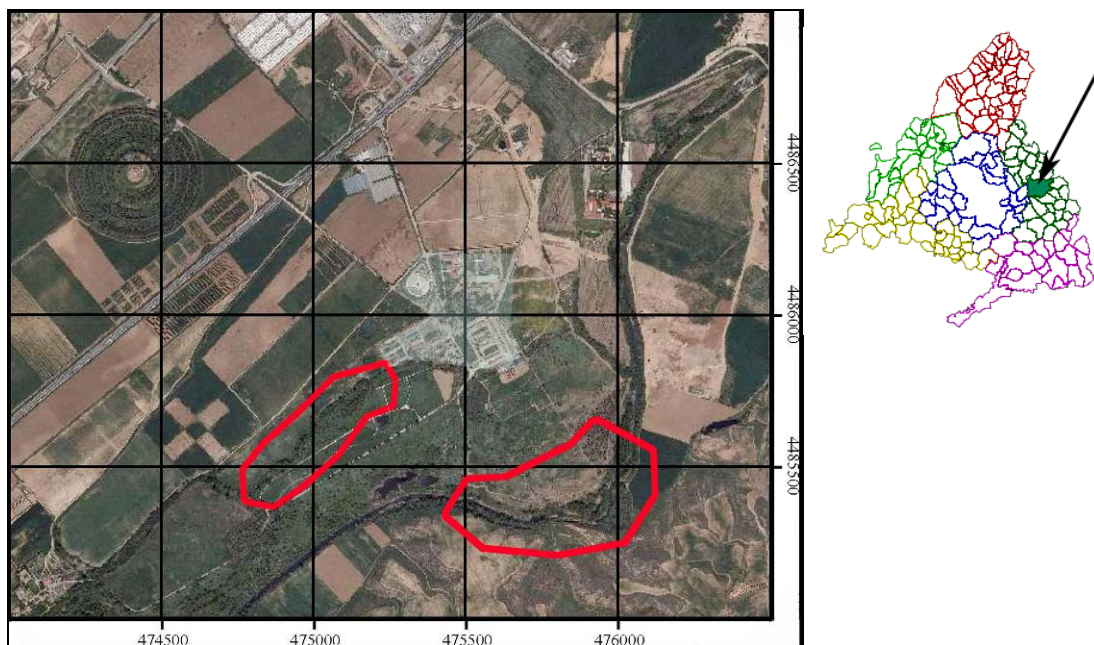


**Figura 2.9** El Encín 1-Finca agrícola (en azul: zona edificada; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización en la Comunidad de Madrid (dcha.; en verde).

### 2.2.2.5. El Encín 2-Soto del Henares

Espacio natural situado en parte dentro de la Finca El Encín, al este de la Comunidad de Madrid, a 600 m de altitud. Comprende los terrenos de vega del río Henares, a su paso por los términos municipales de Alcalá de Henares y Los Santos de la Humosa. El Henares forma en este tramo un valle ancho y disimétrico, relleno de gravas, cantos y arenas limo-arcillosas (ITGE 1997). Su vertiente meridional se levanta bruscamente formando el frente del páramo mientras que la septentrional, de modelado más suave, se labra sobre los interfluvios de pequeños ríos que vierten sus aguas al Henares (Gómez et al. 1999). Las amplias terrazas aluviales de este río han propiciado el desarrollo de una intensa actividad agrícola. A pesar del crecimiento urbano e industrial de la zona, se conserva uno de los mejores bosques de ribera asociado a cantiles arcillosos de Madrid. Los cien primeros metros a ambos lados del cauce del río se encuentran actualmente bajo un régimen de protección preventiva (BOCM 2000). La pluviometría y temperatura media anual es de 433 mm y 13,5°C (SIGA 2012).

En esta zona se han recolectado cuatro especies: *Allium ampeloprasum*, *Asparagus acutifolius*, *Bryonia dioica* y *Humulus lupulus*. El área de muestreo se sitúa en la margen derecha del río Henares, a su paso por la Finca El Encín (Figura 2.10). Las tres especies de espárragos se han muestreado en dos zonas, una de ellas correspondiente a un tramo del río Henares y la otra a un pequeño arroyo cercano. En ambos casos se ha delimitado, a uno de los lados del río, una banda de aproximadamente 10-15 m de ancho paralela al cauce. La longitud de los tramos es aproximadamente de 600 y 400 m, respectivamente. El muestreo de *Allium ampeloprasum*, de acuerdo con su área de ocupación, se realizó únicamente en la segunda zona.

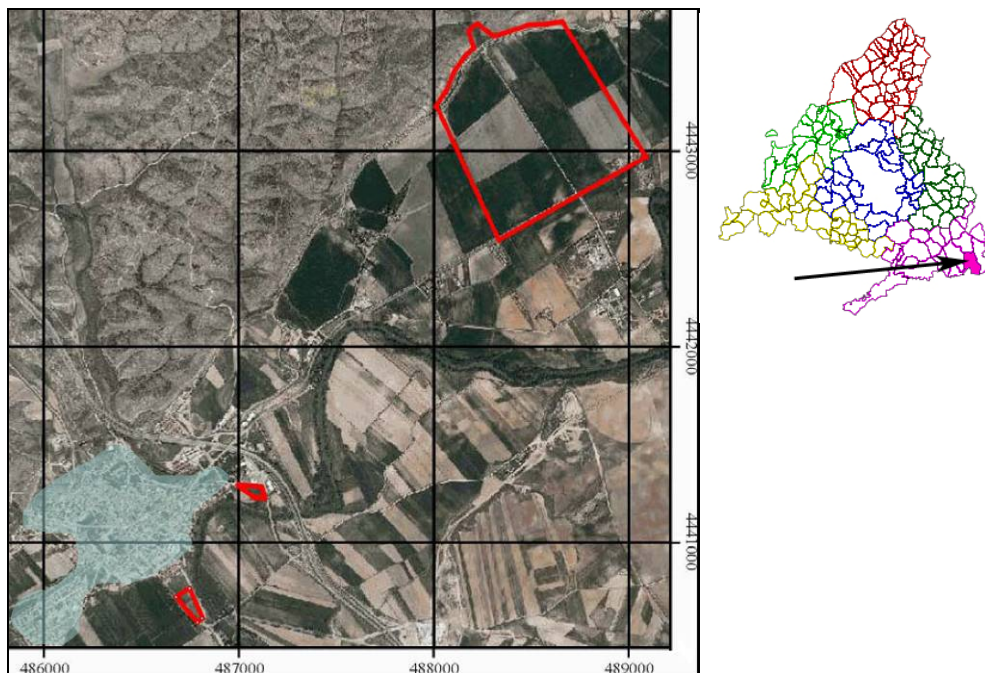


**Figura 2.10** El Encín 2-Soto del Henares (en azul: zona edificada; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T), y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en verde).

### 2.2.2.6. Fuentidueña de Tajo

Municipio situado en el extremo suroriental de la Comunidad de Madrid, en la Comarca de Las Vegas, a 62 km de la capital. Tiene una extensión de 60 km<sup>2</sup> y se localiza en la llanura aluvial del río Tajo, en su margen izquierda. El relieve de esta zona está configurado por glacis labrados sobre calizas margosas y yesos con suaves pendientes. Cultivos de secano salpican el paisaje junto con zonas de matorral y eriales de pastos (Gómez et al. 1999). El municipio se localiza a 467 m de altitud, sobre una profunda depresión que favorece la creación de meandros y el depósito de sedimentos en el cauce del río, generando un suelo joven y rico para la actividad agrícola. En la zona de contacto entre la vega y las partes altas del páramo aparecen cortados yesíferos (IGME 1973b). El clima es marcadamente continental, con una temperatura media anual de 13,8°C y una precipitación media de 509 mm anuales (SIGA 2012).

En esta localidad se ha muestreado *Scolymus hispanicus*. El área de muestreo abarca aproximadamente 70 ha repartidas en tres zonas (Figura 2.11). La zona de mayor tamaño se sitúa entre la Vega de Arriba y la Vega de Los Frailes, al noreste del municipio. Incluye terrenos agrícolas dedicados al cultivo de cereal y uno de los conos de deyección que se forman en la zona de contacto con el páramo. *Scolymus hispanicus* crece en los bordes de camino y márgenes de cultivo, así como en la base del cono de deyección, formado por el depósito de materiales de naturaleza margo-yesífera (IGME 1973b). Las otras dos zonas de muestreo están situadas en las inmediaciones de la localidad y corresponden a pequeños herbazales de carácter nitrófilo.



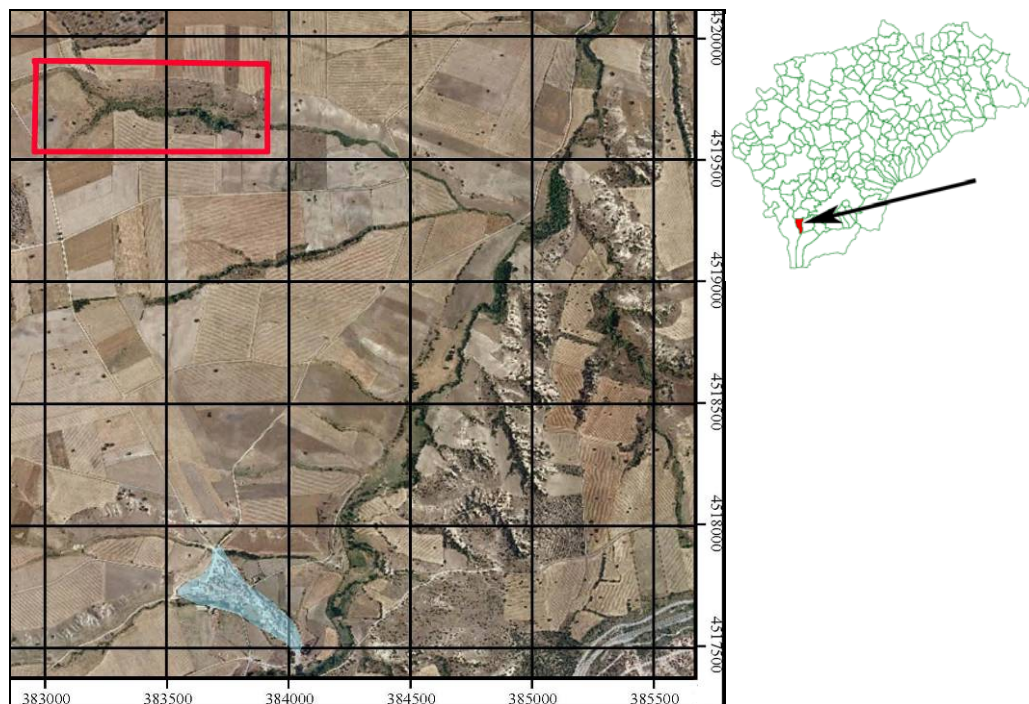
**Figura 2.11** Fuentidueña de Tajo (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en rosa).



### 2.2.2.7. Ituero y Lama

Localidad situada al sur de la provincia de Segovia, entre los municipios de Villacastín, Zarzuela del Monte y Navas de San Antonio. Dista 34 km de la ciudad de Segovia y 87 km de Madrid. El municipio está situado a 1.004 m de altitud y tiene una extensión de 13 km<sup>2</sup>. La precipitación y temperatura media anual es de 480 mm y 10,8°C respectivamente, con temperaturas bajas en invierno y veranos suaves y frescos con ambiente seco (SIGA 2012). Su ubicación geográfica corresponde con la zona de contacto entre el piedemonte de la Sierra de Guadarrama, en su vertiente norte, y la cuenca sedimentaria del río Duero. El paisaje está dominado por cultivos de cereales sobre un relieve ondulado de lomas y vaguadas, sólo interrumpido por la red fluvial (Martín-Duque 2007). Se asienta sobre sedimentos arenosos-arcósicos, que incluyen cantos y bloques de granito, gneis y cuarzo del Mioceno (ITGE 1991b). Como consecuencia de los intensos procesos de erosión hídrica, es frecuente el desarrollo de cárcavas próximas a los cursos fluviales de las campiñas (Martín-Duque 2007).

En esta localidad se ha recolectado *Montia fontana*. La zona delimitada para el muestreo, denominada Las Charquillas, se localiza al norte del municipio, en el Arroyo Grande. Está situada a 1.020 m de altitud. *Montia fontana* crece en los bordes del arroyo y en las zonas encharcadas colindantes, que como indica el topónimo local, son muy extensas, de hasta 10-15 m de ancho. Como puede observarse en la Figura 2.12, se ha muestreado un tramo del arroyo con forma de “y” de 950 m de longitud.

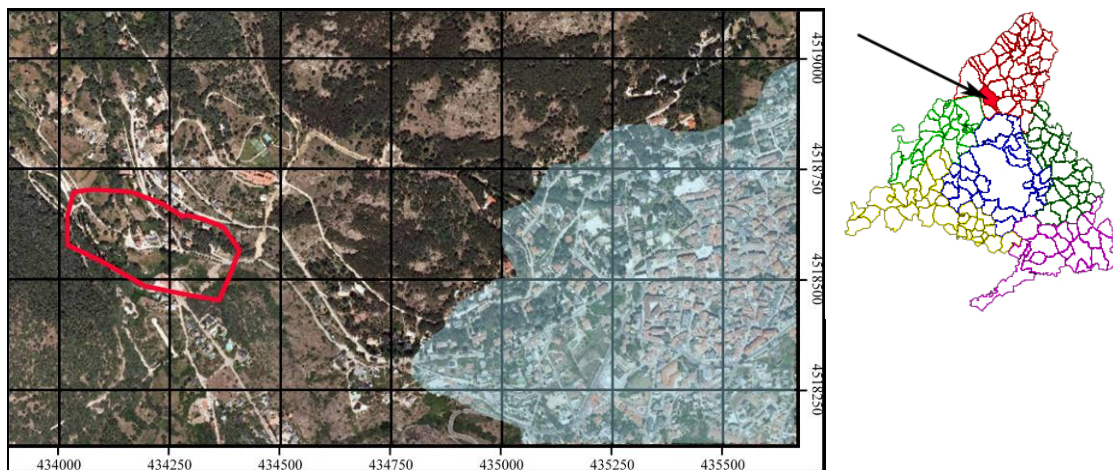


**Figura 2.12** Ituero y Lama (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la provincia de Segovia (dcha.; en rojo).

### 2.2.2.8. Miraflores de la Sierra

Municipio situado al norte de la provincia de Madrid, a 49 km de la capital, en la Cuenca Alta del Manzanares. Se asienta en el límite oriental de la alineación montañosa de la Cuerda Larga, a 1.147 m de altitud, en un valle delimitado por dos grandes picos de la Sierra de Guadarrama, Perdiguera (1.862 m) y la Najarra (2.106 m), sobre rocas ígneas prehercínicas (ITGE 1991c). Este pueblo mirador, adaptado a la pronunciada pendiente del terreno, tiene una extensión de 56 km<sup>2</sup>. La temperatura media anual es de 10,9°C y la pluviometría media anual de 686 mm (SIGA 2012). El uso tradicional ha sido mayoritariamente ganadero, forestal y localmente agrícola (IE 2011). La actividad agrícola y ganadera en esta zona queda condicionada por las desfavorables condiciones climáticas y por los efectos erosivos que soportan. A media ladera, donde no se ha repoblado con pinares de *Pinus sylvestris* L., los rebollares (*Quercus pyrenaica* Willd.), matorrales y pastizales articulan el paisaje (Gómez et al. 1999).

En este municipio se ha muestreado *Humulus lupulus*. El área de estudio se localiza en las inmediaciones de la Fuente del Cura, y abarca el tramo final del Arroyo del Gargantón, cerca de la confluencia de este arroyo con el río Guadalix (Figura 2.13). *Humulus lupulus* crece en las zonas más húmedas y frescas, generalmente entre zarzas, formando parte de la orla espinosa del arroyo.

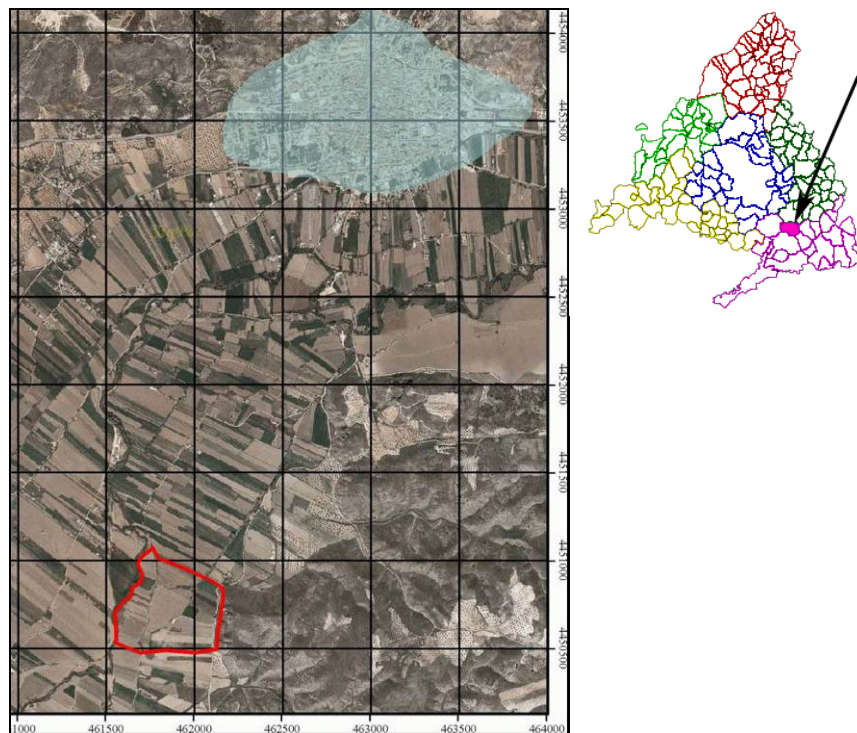


**Figura 2.13** Miraflores de la Sierra (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en rojo).

### 2.2.2.9. Morata de Tajuña

Municipio situado al sureste de la provincia de Madrid en la Comarca de Las Vegas, a 38,7 km de la capital. Tiene una altitud de 623 m y una extensión de 45,3 km<sup>2</sup>. El municipio se asienta en la vega del río Tajuña, en el tramo bajo del valle, donde el río forma una amplia vega que ha propiciado el desarrollo de una intensa actividad agrícola (Gómez et al. 1999). La red fluvial del río Tajuña se encuentra enmarcada por los materiales yesíferos de las vertientes, modelados en escarpes o suaves taludes (Grijalbo 2010). Los fondos de valle son planos, rellenos de gravas finas calcáreas, arenas arcillosas, limos y arcillas yesíferas y margosas, en relación con las litologías circundantes (IGME 1973a). El cultivo más emblemático de esta vega son los ajos morateños, aunque en los últimos años también se ha generalizado el cultivo intensivo de maíz en las tierras de regadío. Igualmente destaca el cultivo del olivar en los llanos de secano. El régimen térmico y pluviométrico anual alcanza unos valores medios de 13,6°C y 494 mm, respectivamente (SIGA 2012).

En esta localidad se ha muestreado *Beta maritima*. El área de muestreo se localiza al suroeste de la localidad, en la llanura de inundación del río (Figura 2.14). Concretamente, entre la acequia del Retamar y el Caz de Villaqueda, en los bordes de las plantaciones de ajo. Se trata de una superficie de 26 ha situadas en un extremo de la vega. Esta zona se encuentra muy próxima a uno de los conos de deyección que se forman junto a los escarpes de yesos (IGME 1973a).



**Figura 2.14** Morata de Tajuña (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en rosa).

### 2.2.2.10. Perales de Tajuña

Municipio situado en el cuadrante suroriental de la provincia de Madrid, a 38 km de la capital. Tiene una superficie de 49,3 km<sup>2</sup> y una altitud de 595 m. Al igual que Morata de Tajuña, pertenece a la Comarca de Las Vegas y presenta una clara dedicación agrícola. La superficie dedicada a tierras labradas es del 61%, mientras que los pastos permanentes ocupan el 12% (IE 2011). El territorio está dominado por margas, yesos y calizas, diferenciándose un nivel culminante de páramo limitado por pendientes que conectan con los fondos de valle (Grijalbo 2010). El río Tajuña discurre encajado en los materiales terciarios más o menos resistentes de los páramos (calizas y margas), formando un valle típicamente alcarreño. Los fondos de valle son más estrechos que en el tramo bajo de este río (Gómez et al. 1999). En las zonas más altas aparecen retazos del primitivo bosque esclerófilo en forma de bosquetes achaparrados de encina y coscoja. El clima se caracteriza por una marcada aridez, que se intensifica en verano a causa de las elevadas temperaturas (Grijalbo 2010). La temperatura media anual es de 13,4°C y la precipitación anual 479 mm (SIGA 2012).

En esta localidad se han recolectado *Apium nodiflorum* y *Foeniculum vulgare*. En el primer caso se han muestreado las regueras que discurren en torno a la zona de huertas cercana al casco urbano. El muestreo de *Foeniculum vulgare* se ha realizado en herbazales y bordes de camino o cultivo a lo largo de aproximadamente 8 km de la carretera M-302 en dirección a Morata de Tajuña (Figura 2.15). Esta carretera hace de divisoria entre las terrazas del margen derecho del río y las zonas de transición al páramo, donde es frecuente el cultivo de olivar.

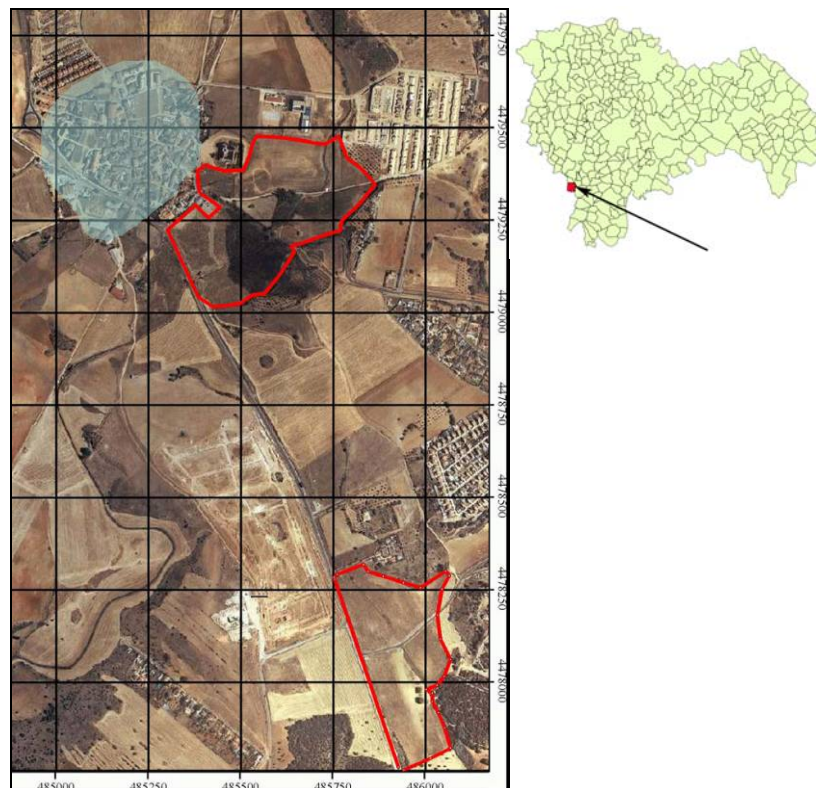


**Figura 2.15** Perales de Tajuña (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (arriba dcha.; en rosa).

### 2.2.2.11. Pioz

Municipio perteneciente a la provincia de Guadalajara, situado en el límite fronterizo con la Comunidad de Madrid, cerca de Pezuela de las Torres y Santorcaz. Dista 23 km de la ciudad de Guadalajara y 50 km de Madrid. Se asienta sobre calizas del Terciario, que conforman el característico páramo alcarreño. El municipio tiene una extensión de 19 km<sup>2</sup> y una altitud de 876 m. Se localiza en la comarca de la Alcarria Baja. Sobre esta extensa planicie situada entre los valles del Henares y del Tajuña, aparecen lomas y cerros sobresalientes. También puede distinguirse una estrecha franja por donde discurre el cauce del arroyo Valilongo, que atraviesa el término municipal de norte a sur. Estos fondos de valle están rellenos de arenas, gravas y arcillas (ITGE 1998). El régimen térmico y pluviométrico anual alcanza unos valores medios de 12,5°C y 499 mm, respectivamente (SIGA 2012).

En esta localidad se ha muestreado *Chondrilla juncea*. El área de muestreo comprende aproximadamente 25 ha repartidas en dos zonas: una de ellas en la ladera del Castillo de Pioz, y otra un poco más alejada, situada al sureste de la localidad (Figura 2.16). En ambos casos se trata de terrenos baldíos y herbazales. Junto a las calizas, en la segunda zona de muestreo también pueden encontrarse arcillas, areniscas y conglomerados (ITGE 1998).

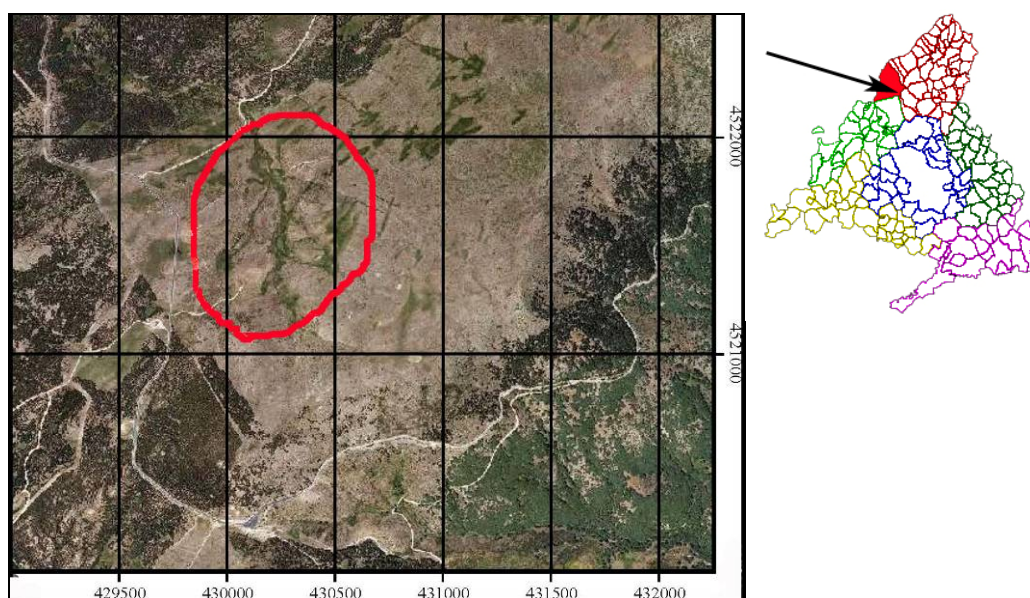


**Figura 2.16** Pioz (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la provincia de Guadalajara (dcha.; en rojo).

### 2.2.2.12. Puerto de la Morcuera

El Puerto de la Morcuera se localiza a 1.796 m de altitud en el sector occidental de la Sierra de Guadarrama, a 77 km de la capital. Constituye, junto con el Puerto de Canencia, uno de los dos puertos de montaña que atraviesan la Sierra de la Morcuera y comunican el Valle Alto del Lozoya con la vertiente sur de la Sierra, ya en la zona de contacto con la rampa. Por este paso de montaña atraviesa la carretera M-611, que conecta los municipios de Rascafría y Miraflores de la Sierra. Desde el punto de vista litológico, se asienta sobre rocas ígneas prehercínicas (ITGE 1991a, 1991c). En las cumbres se desarrollan pastizales de altura sobre los suelos ácidos, que tradicionalmente se han aprovechado como pastaderos estivales (Grijalbo 2010). Conforme desciende la altitud aparece un dosel forestal dominado por *Pinus sylvestris* y, en las laderas más bajas, *Quercus pyrenaica* (Gómez et al. 1999). El riguroso clima de alta montaña se caracteriza en esta zona por presentar unas bajas temperaturas medias anuales, de 6,3°C, y una elevada precipitación anual, de 1.350 mm (SIGA 2012).

En esta zona se ha recolectado *Montia fontana*. El área de muestreo se sitúa entre los 1.670-1.730 m de altitud, en el nivel de cumbres (Figura 2.17). Comprende aproximadamente 40 ha situadas en torno al Raso de los Toros y la Choza del Vaquero, en el término municipal de Rascafría. *Montia fontana* crece en pequeños y sinuosos arroyos, generalmente de menos de 1 m de anchura, que discurren en las praderas supraforestales. En total se ha muestreado un tramo de 1.120 m de longitud. En las secciones más amplias, donde la escasa pendiente del terreno favorece el encharcamiento de las zonas adyacentes al arroyo, la anchura máxima del área de muestreo fue de 5 m.

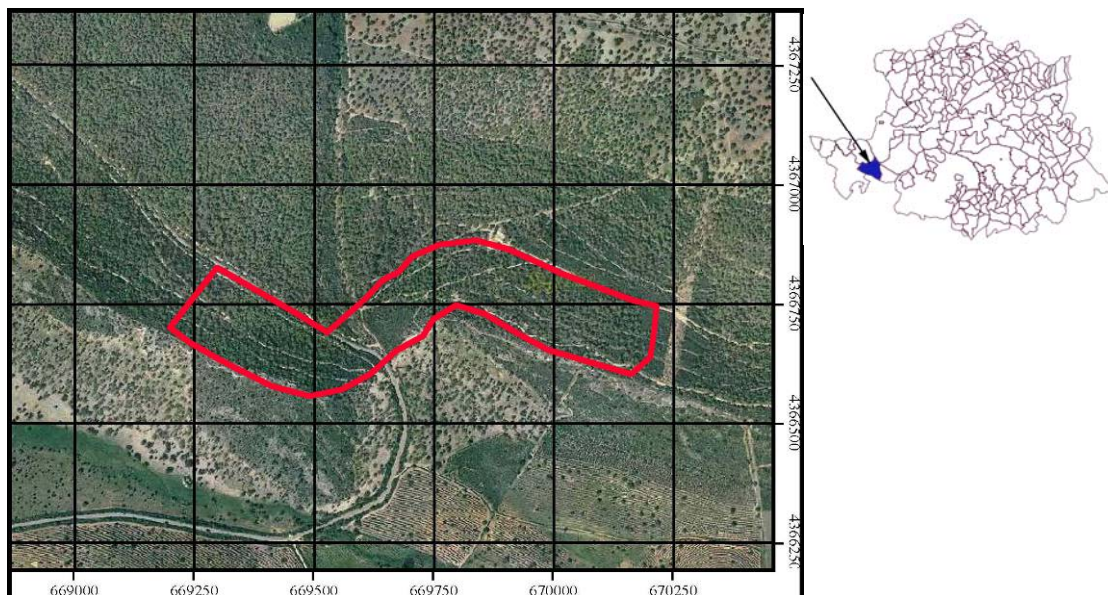


**Figura 2.17** Puerto de la Morcuera (en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en rojo).

### 2.2.2.13. Salorino

Localidad situada en el extremo suroccidental de la provincia de Cáceres, en la comarca Sierra de San Pedro-Los Baldíos. El término municipal tiene una extensión de 158 km<sup>2</sup> y está ocupado en su mayor parte por cortijos destinados principalmente a la caza mayor y al pastoreo. Al suroeste del municipio, se encuentra la Sierra de San Pedro, cuya cota topográfica máxima es de 702 m. Esta sierra atraviesa la penillanura extremeña en dirección noroeste-sureste, actuando como divisoria de las cuencas hidrográficas del Tajo y del Guadiana. La Sierra de San Pedro es una Zona de Especial Protección de Aves (ZEPA), Zona de Especial Conservación (ZEC) y, en su extremo noroccidental (fuera ya de nuestra zona de muestreo) forma parte del Parque Natural del Tajo Internacional. El régimen climático de esta región es mediterráneo marítimo. La temperatura media anual alcanza los 15,4°C y la precipitación anual es de 629 mm (SIGA 2012). A diferencia de las localidades muestreadas en el centro peninsular, los inviernos son más cálidos, y el periodo frío o de heladas se reduce a cuatro meses.

En esta localidad se ha muestreado una población de *Arbutus unedo*. El área de estudio comprende una superficie de aproximadamente 120 ha localizadas en el sector septentrional de la sierra, en un rango altitudinal entre los 400 y 500 m (Figura 2.18). En la ladera de umbría, sobre cuarcitas, se desarrolla un bosque esclerófilo mediterráneo de *Quercus suber*. El madroño constituye una formación subarborescente o de matorral alto muy denso junto con otros taxones de naturaleza termófila, como *Phillyrea angustifolia* L., *Erica arborea* L., *Cytisus striatus* (Hill) Rothm. y *Cistus populifolius* L.

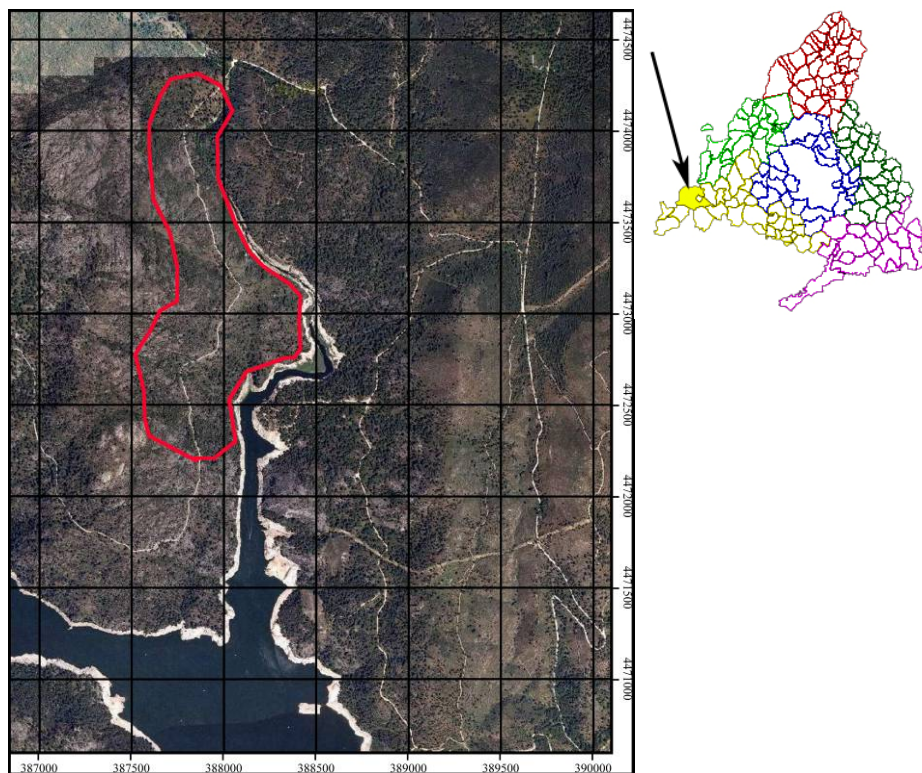


**Figura 2.18** Salorino (en rojo: área de estudio, situada en la vertiente sur de la Sierra de San Pedro; coordenadas UTM, huso 29S) y localización del municipio en la provincia de Cáceres (dcha.; en azul).

### 2.2.2.14. San Martín de Valdeiglesias

Municipio situado en el cuadrante suroccidental de la provincia de Madrid, en las primeras estribaciones de la Sierra de Gredos, a 69 km de la capital. El término municipal abarca una superficie de 115 km<sup>2</sup>. La superficie ocupada por tierras labradas y pastos permanentes es del 24 y 20%, respectivamente, alcanzando los usos forestales gran relevancia en esta zona (IE 2011). Al noreste del término municipal se localiza una formación montañosa denominada Las Cabreras, cuya cumbre más elevada, la Cabrera Alta, alcanza una altitud de 1.041 m. Este relieve de cumbres y vertientes graníticas está cubierto por un extenso y bien conservado pinar de pino piñonero (*Pinus pinea*), con la presencia de pequeños rodales o pies aislados de encina (Gómez et al. 1999). A los pies de esta sierra, en la vertiente sur, se encuentra el Embalse de San Juan, donde vierten sus aguas el río Alberche y el río Cofio. El territorio presenta un clima mediterráneo subtropical. La temperatura media anual es de 15,3°C y el régimen pluviométrico de 511 mm anuales (SIGA 2012).

En esta localidad se ha muestreado una población de *Arbutus unedo* ubicada en la ladera este de Las Cabreras (Figura 2.19). El área de estudio comprende una superficie de 40 ha situadas en una franja altitudinal entre 550-750 m, en la margen derecha del río Cofio.



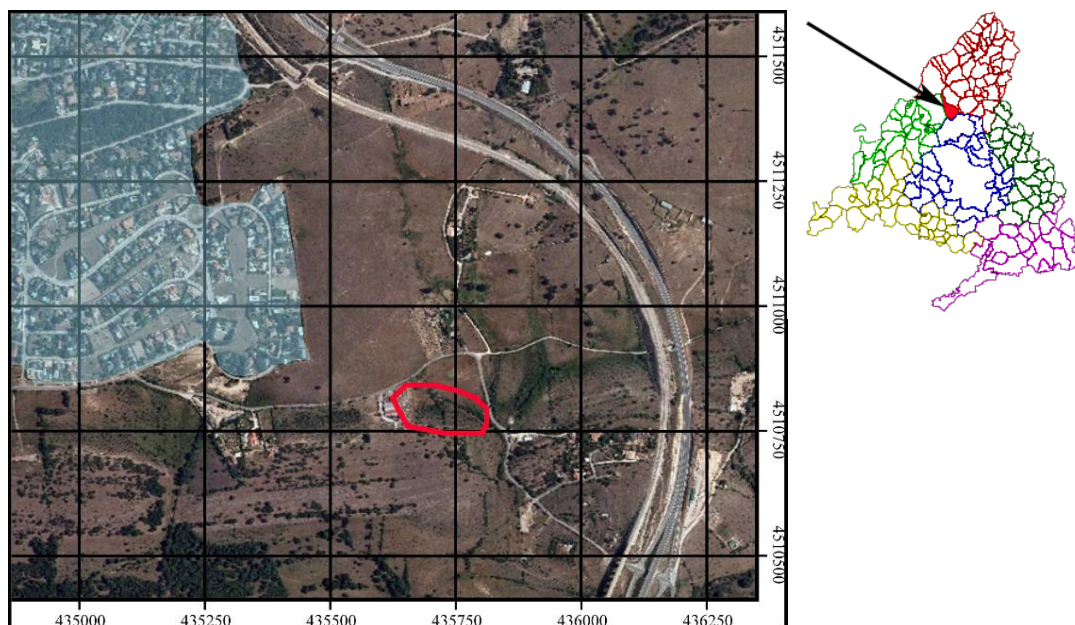
**Figura 2.19** San Martín de Valdeiglesias (en rojo: área de estudio, situada en la Sierra de Las Cabreras, junto al Embalse de San Juan; coordenadas UTM, huso 30T), y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en amarillo).



### 2.2.2.15. Soto del Real

Municipio situado al norte de la provincia de Madrid, a 42 km de la capital, en el borde meridional de la Sierra de Guadarrama. Tiene una extensión de 43 km<sup>2</sup> y está situado a 921 m de altitud, en una depresión que jalona el contacto entre la rampa y la campiña. La litología dominante está representada por rocas ígneas prehercínicas (gneises) con algunos afloramientos puntuales graníticos (ITGE 1991c). Sin embargo, al sureste de la localidad puede observarse un gran contraste litológico entre los sustratos ácidos circundantes y el afloramiento de una banda de naturaleza margoso-caliza de edad cretácica. La mayor parte del término municipal está dentro del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares. Al igual que otros pueblos de la zona, el uso tradicional del territorio ha sido mayoritariamente ganadero. La superficie dedicada a pastos permanentes representa el 75,5% del término municipal (IE 2011). Predominan las dehesas de melojar y fresno, así como las praderas, en un paisaje con profusión de cercas de piedra y mixtas (Gómez et al. 1999). Los valores medios anuales de precipitación y temperatura son de 681 mm y 11,9°C, respectivamente (SIGA 2012).

En esta localidad se ha recolectado *Tamus communis*. La zona de muestreo abarca aproximadamente 1 ha situada en el extremo suroriental del municipio, cerca del Camino del Valle y Las Calerizas, en la banda caliza cretácica (Figura 2.20). Esta planta trepadora se encuentra refugiada en las lindes, asociada a los vallados de piedra, donde la actividad ganadera pierde vigor y se desarrolla una comunidad de arbustos espinosos que conforma un auténtico seto vivo (Grijalbo 2010). Zarzamoras, rosales silvestres, majuelos y endrinos dominan las lindes junto con otras plantas trepadoras, como *Bryonia dioica*.

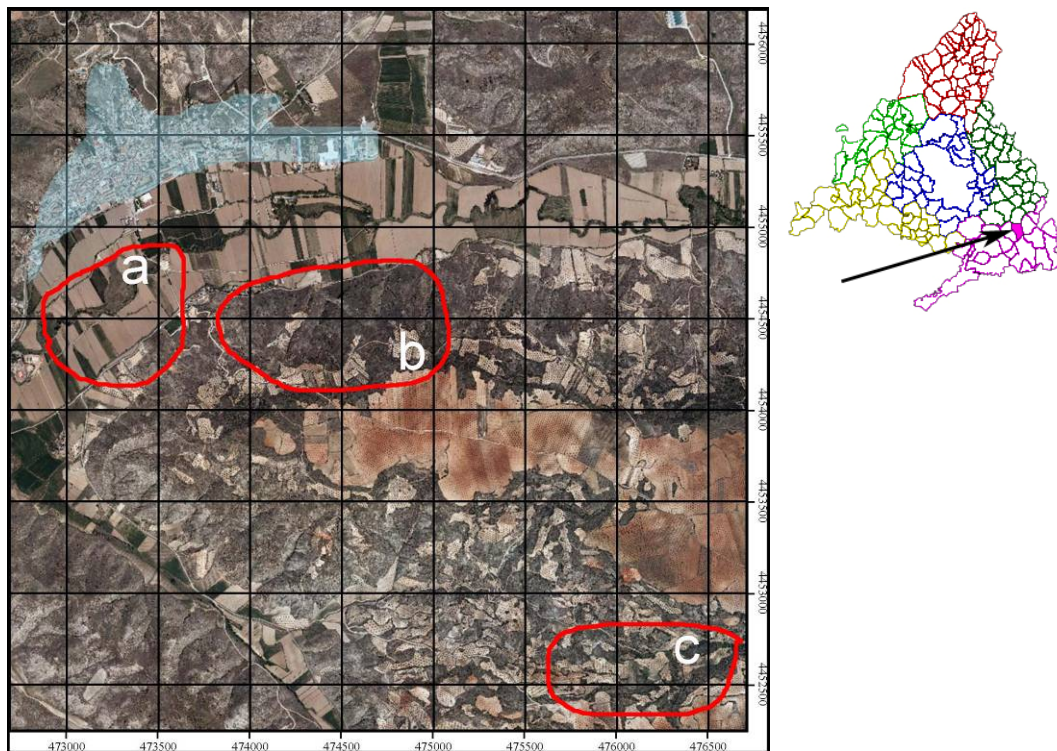


**Figura 2.20** Soto del Real (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en rojo).

### 2.2.2.16. Tielmes

Municipio situado al sureste de la provincia de Madrid en la Comarca de Las Vegas, a 48 km de la capital, entre Perales de Tajuña y Carabaña. Tiene una extensión de 26,6 km<sup>2</sup> y una altitud de 594 m. Pertenece al valle alcarreño del Tajuña y, al igual que el resto de municipios que se asientan sobre esta vega, presenta una clara dedicación agrícola. La superficie dedicada a tierras labradas comprende el 62% del término municipal (IE 2011). En los fondos de valle, donde estrechos doseles arbóreos orlan el cauce del río, domina el aprovechamiento de regadío mientras que olivares y viñedos colonizan las solanas de menor pendiente. Las laderas no cultivadas están cubiertas de matorrales calizo-gipsícolas (Gómez et al. 1999; Grijalbo 2010). En los interfluvios pueden observarse algunos cerros testigos de poca altitud, como Sirena (777 m), Peñas Gordas (796 m) y Horcajo (781 m). La temperatura media anual es de 13,4°C y la precipitación de 461 mm (SIGA 2012).

En esta localidad se han muestreado *Crataegus monogyna* y *Rubus ulmifolius*. El área de muestreo comprende tres zonas que se corresponden con diferentes unidades del paisaje: a) la más cercana al núcleo urbano, situada en la zona de vega, entre el río Tajuña y el Caz de la Marañoso, b) una ladera de transición al páramo, dedicada al cultivo del olivar y c) un estrecho valle denominado Barranco del Horcajo ubicado en la vertiente septentrional del páramo (Figura 2.21).

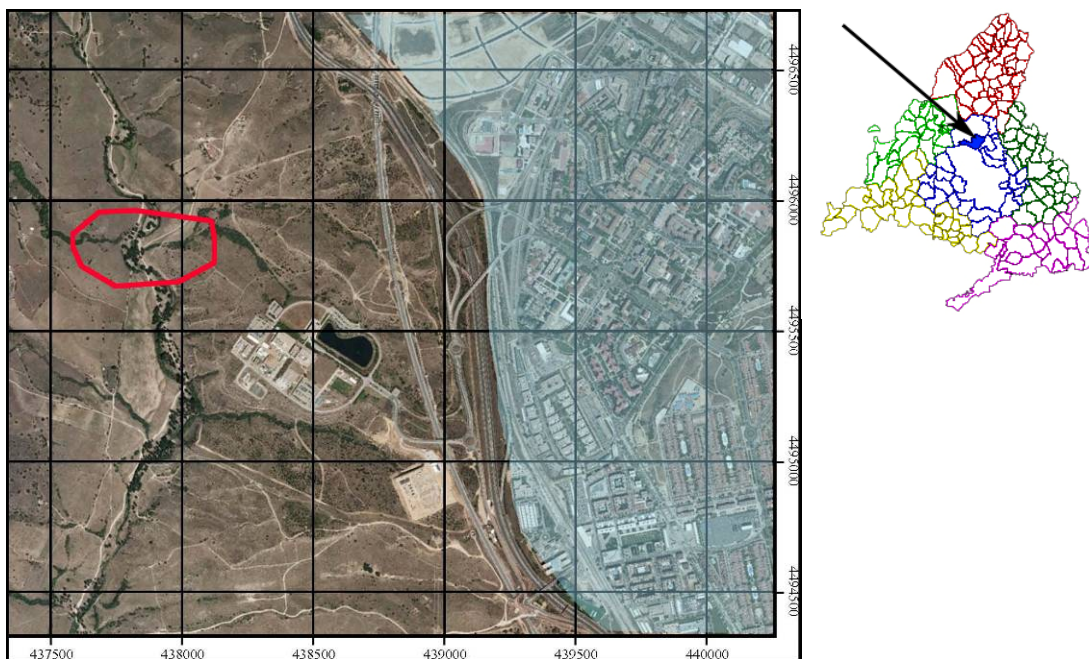


**Figura 2.21** Tielmes (en azul: zona urbana; en rojo: áreas de estudio a) vega del Tajuña, b) ladera de transición al páramo, y c) Barranco del Horcajo; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en rosa).

### 2.2.2.17. Tres Cantos

Municipio situado a 23 km al norte de la capital. Se localiza en el eje de la carretera M-607, entre El Goloso y Colmenar Viejo, y goza de un enclave privilegiado ya que linda con dos espacios naturales de alto valor ambiental: el Monte del Pardo, al suroeste, y el Soto de Viñuelas, al sureste. Este municipio está situado a 760 m de altitud, entre las cuencas de los ríos Manzanares y Jarama. Su extensión es de 38 km<sup>2</sup>. Se asienta sobre arenas arcósicas del Terciario, en la zona de campiña (ITGE 2000). El paisaje se caracteriza por su morfología alomada de suaves pendientes. El 70% de la superficie del municipio está dedicada a pastos permanentes (IE 2011), mientras que las zonas no cultivadas están dominadas por encinares y sus matorrales de degradación (Gómez et al. 1999; Grijalbo 2010). El régimen térmico y pluviométrico medio anual es de 13,5°C y 539 mm, respectivamente (SIGA 2012).

En esta localidad se ha recolectado *Tamus communis*. El área de muestreo se localiza al oeste del municipio (Figura 2.22). Comprende el tramo final de un pequeño arroyo que vierte sus aguas al Arroyo de Tejada. Esta planta crece formando parte de la orla espinosa del arroyo junto con otros matorrales espinosos, como zarzamoras, rosales silvestres, majuelos y espinos.

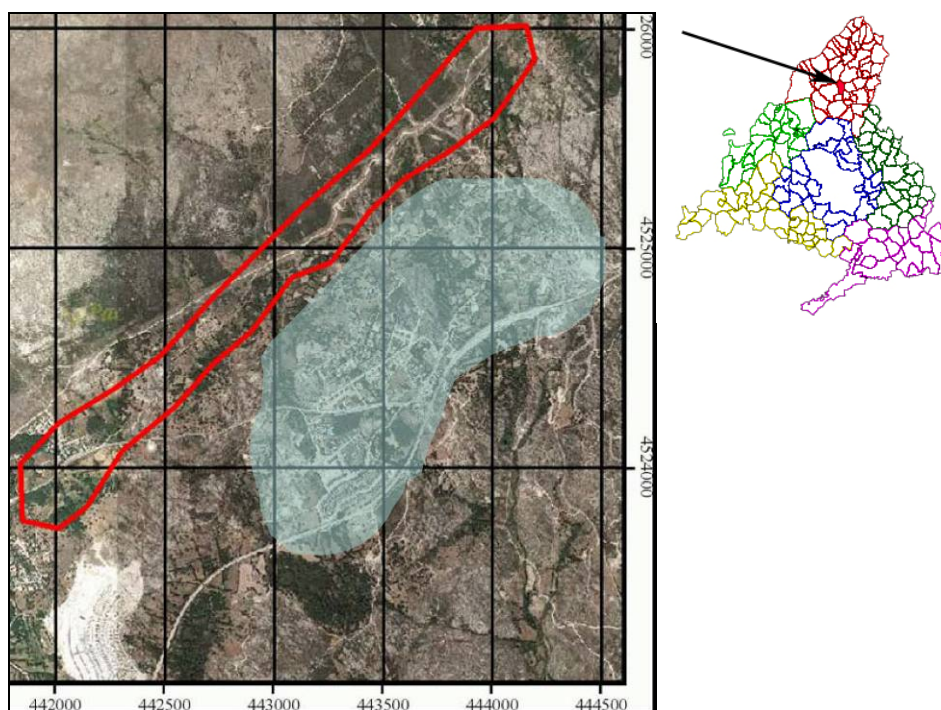


**Figura 2.22** Tres Cantos (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en azul).

### 2.2.2.18. Valdemanco

Municipio situado a 1.140 m de altitud, en el sector meridional de la Sierra de Guadarrama. Se encuentra ubicado en el extremo sur de la Sierra Norte de Madrid, en el piedemonte de la Sierra de La Cabrera, a 62 km de la capital. Su extensión es de 17,5 km<sup>2</sup>. El término, marcadamente montañoso, se halla encajado en un pequeño valle rocoso perteneciente a la cuenca de Miraflores-Guadalix. Desde el punto de vista litológico, la localidad se asienta sobre rocas graníticas hercínicas. En los fondos de valle se forman conos de deyección. Estos depósitos del Cuaternario están constituidos por bloques, cantos y arenas (ITGE 1991a). La localidad presenta un clima mediterráneo húmedo, con inviernos largos y rigurosos, y veranos secos, calurosos por el día y frescos por la noche. El régimen térmico y pluviométrico medio anual es de 11°C y 556 mm, respectivamente (SIGA 2012).

En esta localidad se ha muestreado *Rumex papillaris*. El área de muestreo comprende aproximadamente 80 ha situadas en el extremo noroccidental del municipio, por donde atraviesa la Cañada Real Segoviana (Figura 2.23). Las zonas de muestreo incluyen bordes de camino en los alrededores del pueblo y antiguos lineros ubicados a las afueras, empleados hasta principios del siglo XX para el cultivo de lino y posteriormente para el cultivo de patatas, judías y cereal. Aunque se encuentran en zonas de ladera, son terrenos aterrizados desde antiguo, con escasa pendiente, que se mantienen actualmente como prados de pasto (Aceituno-Mata 2010).

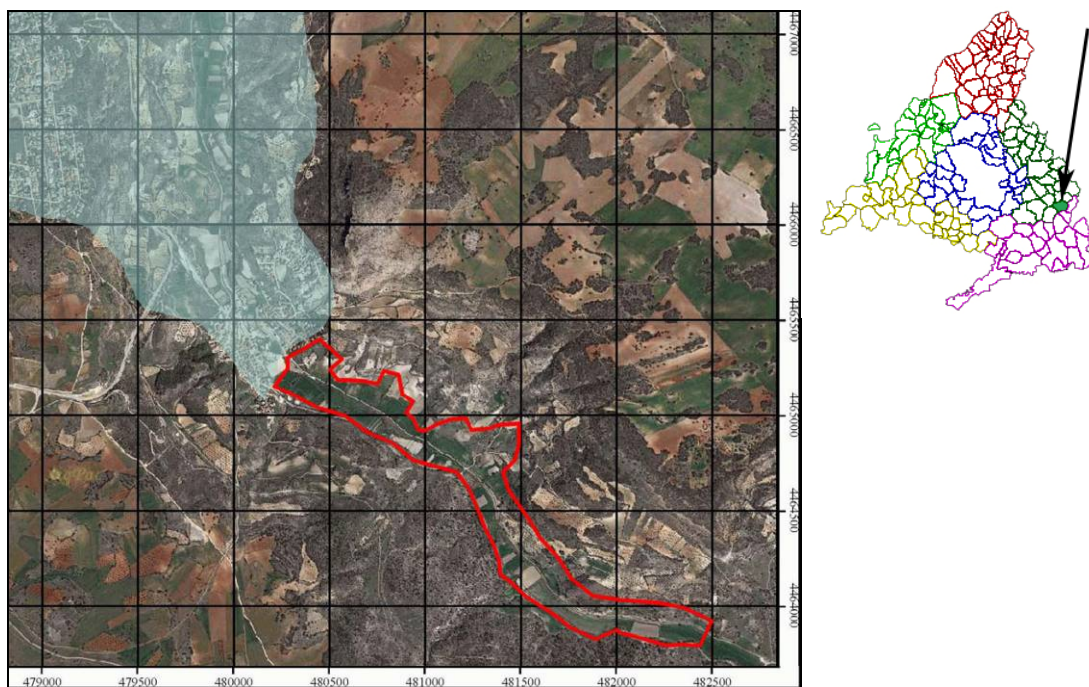


**Figura 2.23** Valdemanco (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en rojo).

### 2.2.2.19. Villar del Olmo

Municipio situado en el cuadrante suroriental de la provincia de Madrid, a 50 km de la capital. Tiene una superficie de 27,8 m<sup>2</sup> y una altitud de 675 m. Esta localidad está ubicada al pie de los páramos calizos del este, sobre arcillas y margas yesíferas, en el valle alcarreño del Tajuña. La superficie del páramo, de naturaleza carbonatada y muy plana, aparece salpicada de depresiones kársticas, dolinas cubiertas de arcillas y vaguadas. En esta zona predomina el aprovechamiento de labor de secano, principalmente de olivar y viñedo (Gómez et al. 1999). En los estrechos fondos de valle, rellenos de gravas, cantos y arenas limo-arcillosas (ITGE 1996), se desarrolla un policultivo minifundista de regadío. La temperatura media anual es de 12,9°C y la precipitación media de 464 mm al año.

En esta localidad se han recolectado *Anchusa azurea*, *Apium nodiflorum*, *Silene vulgaris* y *Taraxacum obovatum*. El área de muestreo comprende aproximadamente 65 ha ubicadas al sureste de la localidad, a lo largo de un camino que discurre en torno al Arroyo de la Vega (Figura 2.24). En esta zona agrícola, dedicada principalmente al cultivo de cereal, se han muestreado bordes de camino y cultivo, herbazales y barbechos. *Apium nodiflorum* se ha recolectado en los bordes del arroyo.



**Figura 2.24** Villar del Olmo (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (en verde).

### 2.3. Estimación de la producción

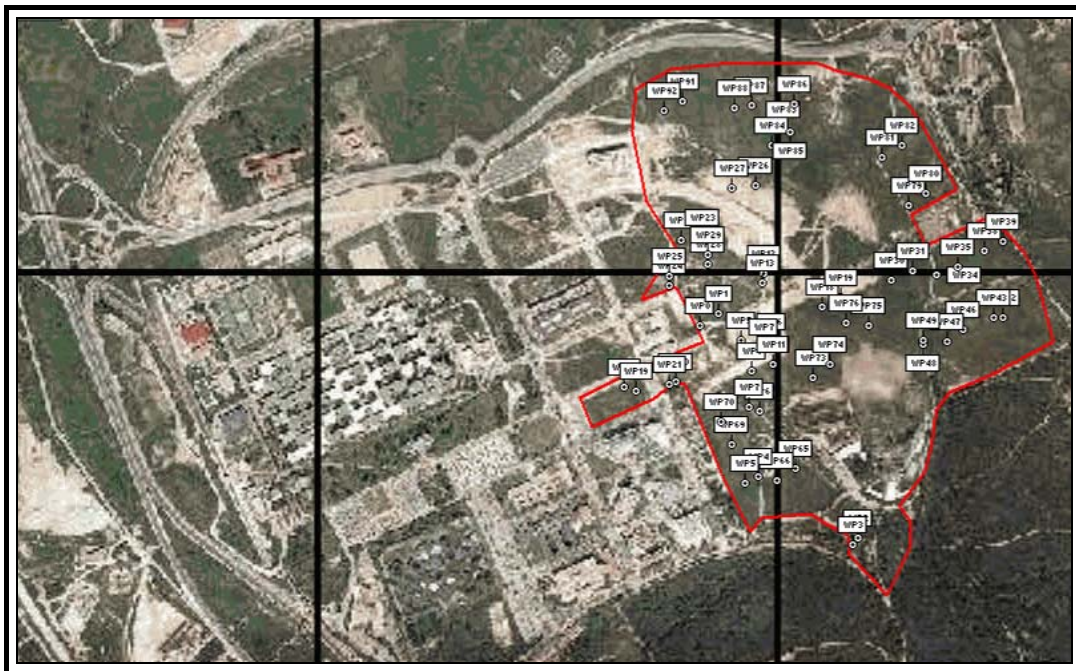
Para estimar la producción y abundancia natural de las plantas silvestres comestibles se han empleado técnicas ecológicas básicas, utilizadas comúnmente en etnobotánica aplicada (Cunningham 2001) así como en otras disciplinas, entre ellas la malherbología (Booth et al. 2003) y la ecología forestal (Philip 1994). Sin embargo, la orientación de este trabajo al estudio de su producción desde una perspectiva alimentaria, ha requerido una serie de ajustes para adaptar las técnicas metodológicas generales al estudio particular de la parte comestible. Esto implica la inclusión de ciertos factores en el muestreo, como la parte de la planta recolectada y el momento óptimo de recolección.

En términos generales pueden diferenciarse dos fases principales en el trabajo de campo: (i) recolección y medición de la parte aprovechable de cada planta y (ii) estimación de su abundancia natural. A partir de estas mediciones se han estimado tres variables: producción por planta, abundancia y producción por hectárea.

- La **producción por planta** (g por planta o  $\text{g m}^{-2}$  de planta) se ha calculado a partir de la recolección de al menos 25 ejemplares por localidad y año. En las especies clonales, en las que no es posible diferenciar individuos, se ha estimado directamente la producción por unidad de superficie ocupada por la planta, como se explica más adelante. Para que los datos obtenidos se ajusten lo más posible a la práctica real, sólo se ha pesado la porción de la planta que se aprovecha popularmente, descartando las hojas en mal estado (en el caso de las verduras de hoja), la parte no comestible de las hojas (en el caso de los cardos, en los que sólo se consume la *penca* o nervio central) y la parte inferior más fibrosa de los tallos (en los espárragos). A su vez, los frutos estudiados se han pesado directamente sin separar la pulpa de las semillas. Todas las mediciones se han realizado en el mismo momento de la recolección, en fresco, utilizando una balanza electrónica.
- La **abundancia** de las especies se ha estimado en términos de densidad (número de individuos por hectárea) en las especies no clonales y cobertura (% de superficie ocupada por la especie) en las especies clonales, a partir de al menos 25 transectos distribuidos al azar dentro del área de ocupación de las especies. Utilizamos aquí el término área de ocupación, en vez de área de distribución, para indicar que los transectos se han realizado en las zonas donde previamente se ha comprobado que existen poblaciones de cada especie, y no individuos aislados. Esto quiere decir que no se ha muestreado todo el hábitat potencial de la especie sino sólo su área de ocupación real. Los resultados se han expresado en unidades de superficie relativa referidos al área de ocupación de las especies (es decir, ‘cuánto hay donde hay’). Los transectos se han marcado utilizando una cinta métrica. Las dimensiones han sido variables, dependiendo del biotipo herbáceo o leñoso de las especies, el hábitat específico de cada planta y los usos del suelo en las zonas de estudio. Se han empleado unas agendas electrónicas (HP iPAQ 114 junto con GPS BT-Q1200 Solar Travel Recorder y Fujitsu-

Siemens Loox N560 con GPS incorporado) y el programa OziExplorer para marcar las coordenadas de los puntos (*waypoints*) de inicio y final de cada transecto, que posteriormente se han representado en una ortofoto de la zona (Figura 2.25). Las ortofotografías se han obtenido del Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC, <http://sigpac.mapa.es>) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

- La **producción por hectárea** ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) se ha estimado indirectamente, multiplicando la producción media de cada especie (g por individuo o  $\text{g m}^{-2}$  de planta) por los valores de abundancia (número de individuos  $\text{ha}^{-1}$  o cobertura). Al igual que las mediciones de abundancia, los resultados de producción por hectárea se han expresado en unidades de superficie relativa, referidos al área de ocupación de las especies.



**Figura 2.25** Ortofoto de Cantoblanco-UAM con cuadrícula UTM donde se visualizan las coordenadas de inicio y final de los transectos de *Scolymus hispanicus* en el área de muestreo.

Para estimar estas tres variables ha sido necesario adaptar las técnicas metodológicas generales a las particularidades de cada especie o grupo de especies ya que, como comentábamos anteriormente, presentan unas características muy diversas en relación a su biotipo, morfología y hábitat (ver Tabla 2.1). En la Tabla 2.4 se presenta un esquema con las variables de producción y las unidades de muestreo utilizadas en cada categoría de uso (verduras de hoja, espárragos y frutos silvestres), que se explican con mayor detalle en los siguientes apartados.

### 2.3. Estimación de la producción

**Tabla 2.4** Variables empleadas para el estudio de la producción por planta (A), abundancia y producción por hectárea (B) y características biométricas (C) en verduras de hoja, espárragos y frutos carnosos.

| Categoría        | Variable   | Descripción   |   |
|------------------|--|---|---|
| Verduras de hoja | A Producción por planta  | Peso total de la parte aprovechable por individuo ( $n \geq 25$ individuos) o superficie de planta ( $n \geq 25$ cuadrados de 20 x 20 cm)           |   |
|                  | B Abundancia<br>Producción por hectárea  | Número de individuos (o cuadrados de 20 x 20 cm ocupados por la especie) por hectárea ( $n \geq 25$ transectos)<br>Expresada en $\text{kg ha}^{-1}$ |   |
| Espárragos       | A Peso espárrago   | Peso medio de los espárragos ( $n \geq 50$ espárragos)  |   |
|                  | N. espárragos por planta y visita  | Número de espárragos recolectados por individuo (o superficie de planta) en cada visita   |   |
|                  | N. espárragos por planta   | Número total de espárragos por individuo (o superficie de planta) al final del periodo  |   |
|                  | Producción por planta y visita   | Peso total de los espárragos recolectados por individuo (o superficie de planta) en cada visita   |   |
| B                | Producción por planta  | Peso total de los espárragos recolectados por individuo (o superficie de planta) al final del periodo   |   |
|                  | Abundancia<br>Producción por hectárea  | Número de individuos (o % superficie ocupada por la especie) por hectárea ( $n \geq 25$ transectos)<br>Expresada en $\text{kg ha}^{-1}$             |   |
| C                | Calibre  | Diámetro de la base del tallo principal (sólo en <i>A. acutifolius</i> )  |   |
| Frutos           | A Peso fruto   | Peso medio del fruto ( $n = 100$ frutos)  |   |
|                  | N. frutos por planta   | Número de frutos por individuo ( $n = 25$ árboles) o superficie de planta ( $n = 50$ cuadrados de 40 x 40 cm)                                       |   |
|                  | Producción por planta  | Peso total de frutos por individuo (o superficie ocupada por la planta)   |   |
|                  | B Abundancia   | Número de individuos (o superficie ocupada por la especie) por hectárea ( $n \geq 25$ transectos)   |   |
|                  | Producción por hectárea  | Expresada en $\text{kg ha}^{-1}$  |   |
|                  | C  | H_total   | Altura total del árbol  |
|                  |  | H_base  | Altura de la base de la copa  |
|                  |  | H_copa  | Altura de la copa (a)   |
|                  |  | D_copa1   | Diámetro máximo de la copa (b)  |
|                  |  | D_copa2   | Diámetro perpendicular al diámetro máximo de la copa (c)                          |
|                  |  | V_copa  | Volumen de la copa [ $V = 4/3 \cdot \pi \cdot (a/2) \cdot (b/2) \cdot (c/2)$ ]    |
|                  |  | A_copa  | Área de la proyección horizontal de la copa [ $A = \pi \cdot (b/2) \cdot (c/2)$ ] |
|                  |  | N. ramas por árbol  | Número total de ramas por árbol   |
| P_tronco         | Perímetro del tronco a 1,3 m del suelo (cm), el de mayor tamaño si es de porte arbustivo |   |   |
| D_tronco         | Diámetro del tronco a 1,3 m del suelo ( $D = P/\pi$ ; cm).                               |   |   |



### 2.3.1. Metodología para el estudio de las verduras de hoja

#### 2.3.1.1. Reconocimiento de las especies

Para estudiar la producción de las verduras silvestres ha sido necesario aprender a reconocer las plantas en estado vegetativo, antes de florecer, en el momento óptimo de recolección. La mayor parte de las verduras de hoja seleccionadas presentan en este momento una roseta basal de hojas tiernas. Las características particulares de estas hojas (morfología, color, textura, pilosidad, olor, etc.) se han empleado para identificar las especies, de la misma manera que lo haría un recolector (Figura 2.26).



**Figura 2.26** Morfología de las hojas de las verduras silvestres estudiadas en el momento de la recolección: *Montia fontana* (a), *Taraxacum obovatum* (b), *Silene vulgaris* (c), *Chondrilla juncea* (d), *Papaver rhoeas* (e), *Sonchus oleraceus* (f), *Rumex papillaris* (g), *Apium nodiflorum* (h), *Cichorium intybus* (i), *Anchusa azurea* (j), *Beta maritima* (k), *Rumex pulcher* (l), *Silybum marianum* (m), *Scolymus hispanicus* (n) y *Foeniculum vulgare* (ñ). Imagen obtenida mediante escaneado del material fresco. Las imágenes no se encuentran a la misma escala.

Otros elementos a los que puede recurrirse en algunas ocasiones para la identificación de las especies, son los restos secos de la inflorescencia del año anterior. Estos ‘esqueletos’ han sido de gran ayuda para distinguir a distancia las poblaciones de especies como *Chondrilla juncea*, *Cichorium intybus* o *Scolymus hispanicus* (Figura 2.27). En otros casos encontramos plantas más problemáticas, que podrían confundirse con especies del mismo género que crecen en hábitats similares (p. ej. *Rumex* y *Taraxacum*), así como con otras plantas de distinta familia pero de gran parecido morfológico (p. ej. *Apium nodiflorum* con *Rorippa nasturtium-aquaticum*). Pese a estas dificultades, una vez adquirida cierta práctica no ha resultado complicada la determinación de las especies prescindiendo de los caracteres florales. En el caso de *Taraxacum*, de mayor dificultad, se recolectaron algunos ejemplares con flor para su identificación.

No obstante, pueden encontrarse determinados ejemplares que se presten a confusión, ya sea por la gran plasticidad morfológica de sus hojas (p. ej. *Cichorium intybus*), por problemas de hibridación con otras especies del mismo género (p. ej. *Sonchus oleraceus* con *S. asper* y *S. tenerrimus*) o por la presencia de ejemplares asilvestrados de sus parientes cultivados (p. ej. *Beta maritima* con la acelga cultivada, *Beta vulgaris*). Aunque en condiciones normales estas plantas son fáciles de reconocer, es posible que aparezcan algunos ejemplares de difícil determinación. Para evitar alteraciones en los resultados de este trabajo, se ha optado por descartar del muestreo los ejemplares con límites morfológicos imprecisos.



**Figura 2.27** Restos de la inflorescencia del año anterior en *Cichorium intybus* (izda.) y *Scolymus hispanicus* (dcha.). Fotografías: M. Molina.

### 2.3.1.2. Diferenciación de individuos y unidades de muestreo

Las verduras de hoja estudiadas se han dividido en dos grupos según se trate de especies clonales y no clonales. Hemos utilizado estos términos en sentido amplio, entendiendo por especies clonales aquellas en las que no es posible distinguir individuos aislados, y especies no clonales en las que sí es posible. Esta división es fundamental a la hora de definir cuál es la unidad de muestreo para estimar la producción y abundancia de las especies.

En las especies clonales, los individuos se reproducen vegetativamente mediante fragmentación de vástagos normales, estolones y rizomas, o a partir de otras estructuras específicas como tubérculos estoloníferos o radiculares (Sitte et al. 2003). Los individuos procedentes de reproducción vegetativa que ya no están físicamente unidos a la planta madre se denominan “rametes”. En muchos casos, cuando las plantas crecen agrupadas, no es posible diferenciar si se trata de individuos aislados (ya sean rametes o individuos genéticamente distintos) o si toda la parte aérea procede de un único sistema radical, formando parte del mismo pie de planta. Este es el caso de *Silene vulgaris*, que se extiende formando densas praderas a partir de rizomas estoloníferos, y de *Rumex papillaris* y *Rumex pulcher*, que presentan un sistema radical muy desarrollado, con raíces gruesas y carnosas de las que pueden desarrollarse varias rosetas. Otras especies como *Apium nodiflorum* y *Montia fontana*, aunque no son estrictamente clonales, son plantas multicaules que desarrollan tallos postrados enraizantes y suelen crecer muy agrupadas, lo que dificulta la diferenciación de individuos. Por este motivo se han incluido en el grupo de las especies clonales.

Las plantas anuales o bienales (en nuestro caso *Papaver rhoeas*, *Silybum marianum* y *Sonchus oleraceus*) que no se pueden reproducir por vía vegetativa, estarían incluidas en el grupo de las especies no clonales. En este grupo también se incluyen las especies vivaces *Allium ampeloprasum*, *Anchusa azurea*, *Beta maritima*, *Chondrilla juncea*, *Cichorium intybus*, *Foeniculum vulgare*, *Scolymus hispanicus* y *Taraxacum obovatum*.

En algunas de estas especies vivaces, como *Anchusa azurea*, *Cichorium intybus*, *Chondrilla juncea* o *Scolymus hispanicus*, los individuos de un año suelen estar compuestos por una única roseta con una profunda raíz pivotante. Sin embargo, una vez que se corta la roseta, la planta puede desarrollar en la zona de corte varias yemas, de manera que un individuo podría estar compuesto a partir del segundo año por más de una roseta (Figura 2.28). Así, los ejemplares de varios años pueden llegar a alcanzar tamaños considerables, y estar formados por varias rosetas desarrolladas a partir de yemas axilares. Esta situación puede darse tanto en los campos de cultivo, cuando los ejemplares son arrancados superficialmente por el laboreo, como en las zonas de recolección. En cualquier caso, las rosetas de un mismo ejemplar crecen muy agrupadas y no hay problemas para diferenciar los individuos.

### 2.3.1. Metodología para el estudio de las verduras de hoja

En el caso de *Allium ampeloprasum*, los ejemplares se reproducen asexualmente a partir de unos pequeños bulbillos que se desarrollan en la base del bulbo principal, y pueden independizarse de la planta y formar nuevos individuos (Figura 2.29). Como se trata de una planta monocaule, los nuevos individuos que crecen alrededor de la planta madre se diferencian con facilidad, por lo que se ha incluido en el grupo de especies no clonales.



**Figura 2.28** Ejemplar de *Chondrilla juncea* en el que se observan los restos secos de la inflorescencia, la roseta basal y la raíz pivotante (izda.); y ejemplar de *Anchusa azurea* en el que se observan varias rosetas procedentes de la misma raíz (dcha.). Fotografías: M. Molina.



**Figura 2.29** Ejemplar de *Allium ampeloprasum* en el que pueden observarse pequeños bulbillos en la base del bulbo principal. Fotografía: M. Molina.

Desde el punto de vista metodológico, en las especies no clonales se ha usado como unidad de muestreo el individuo para estimar su producción por planta y abundancia. En cambio, en las especies clonales se ha utilizado como unidad de medida un cuadrado de 20 x 20 cm (0,04 m<sup>2</sup>) para delimitar la superficie de planta que va a recolectarse (Figura 2.30). Como la superficie comprendida dentro del cuadrado es aproximadamente equivalente a la superficie que ocupa la roseta de un individuo, puede compararse la producción de todas las especies entre sí puesto que está referida a superficies equivalentes.



**Fig. 2.30** Estimación de la producción por planta en especies clonales (*Rumex pulcher*, izda. y *Silene vulgaris*, dcha.) mediante un cuadrado de 20 x 20 cm. Fotografías: J. Tardío y M. Molina.

### 2.3.1.3. Periodo óptimo de recolección

El muestreo se ha realizado buscando el momento idóneo de aprovechamiento de cada una de las especies. En general, las verduras silvestres se recolectan en primavera, durante los meses de marzo, abril y principios de mayo, cuando las plantas han alcanzado su máximo desarrollo vegetativo pero aún están tiernas y no han florecido. Las fechas óptimas de recolección pueden oscilar unas semanas según las condiciones meteorológicas anuales y la localización altitudinal y latitudinal de las poblaciones.

Para valorar de manera precisa la capacidad productiva de las especies, se ha procurado ajustar al máximo los periodos de recolección de cada una de ellas. Siempre que ha sido posible se han visitado las localidades de estudio con antelación al muestreo para conocer el estado fenológico de las poblaciones analizadas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el desarrollo de los ejemplares en una determinada zona tiene lugar de manera escalonada. Dependiendo de las características microclimáticas y topográficas de su emplazamiento, o de cuándo tuvo lugar la germinación en las plantas anuales, los individuos de una misma localidad se encuentran en estados fenológicos diferentes. La temporada de recolección puede prolongarse algunas semanas por este motivo.

Para analizar la cantidad de verdura aprovechable que producen estas especies, se han seleccionado únicamente aquellos individuos que ya habían alcanzado tamaños razonables para su recolección. Aquellos ejemplares que serían considerados como ‘no recolectables’, ya sea por tener un tamaño excesivamente pequeño o un aspecto poco saludable, se han eliminado del muestreo al igual que haría un recolector de alimentos silvestres.

En este sentido, una de las dificultades que se han encontrado en el trabajo de campo ha sido determinar si los ejemplares ya habían alcanzado tamaños óptimos para la recolección. En algunos casos cabría esperar un aumento en el tamaño de los ejemplares si se pospone unos días la recolección, asumiendo el riesgo de que las condiciones meteorológicas cambien y las plantas comiencen a florecer, en cuyo caso ya no serían aptas para el consumo. Por otro lado, el amargor, la fibrosidad y, en algunos casos, también la pilosidad de las hojas aumenta con el tiempo, confiriendo a las plantas características organolépticas no deseables. Los ejemplares deben recolectarse, por tanto, cuando sus hojas aún están tiernas pero ya han alcanzado tamaños razonables para que merezca la pena, como dicen los recolectores, ‘agacharse a por ellas’. En la medida de lo posible se ha procurado mantener el equilibrio entre estos dos factores. Las referencias recogidas en trabajos etnobotánicos anteriores (Tardío et al. 2002; 2005) sobre las prácticas recolectoras de los informantes locales, y la experiencia personal (durante los años de muestreo se han consumido las verduras silvestres recolectadas), han ayudado a familiarizarse con estos aspectos más prácticos de la recolección.

#### 2.3.1.4. Determinación del área de muestreo

La mayor parte de las verduras de hoja estudiadas son especies ruderales que crecen en zonas alteradas, en torno a los núcleos urbanos. Con la excepción de las dos plantas acuáticas (*Apium nodiflorum* y *Montia fontana*), el resto de verduras seleccionadas habitan en bordes de camino y cultivo, herbazales, terrenos incultos, barbechos, así como olivares y viñedos con cobertura herbácea. Estas zonas, ubicadas en los terrenos agrícolas y cerca de las vías principales de comunicación, conforman el área de ocupación de las especies, así como el lugar más habitual de recolección. Por este motivo, las mediciones de producción por planta y abundancia se han restringido a estos lugares, cuyas características principales son:

- **Heterogeneidad espacial:** la diversidad de usos que articulan estos lugares generan un paisaje en mosaico. Como consecuencia de ello, la distribución de estas plantas a lo largo del territorio es discontinua y muy heterogénea, ya que está íntimamente vinculada a los usos del suelo. El tamaño de las diferentes parcelas que sectorizan el territorio y el manejo que se realiza en cada una de ellas, determinará en gran medida su área de ocupación. Las verduras silvestres pueden ocupar pequeñas franjas en el borde de caminos y cultivos; o extensiones mayores en terrenos incultos, barbechos o cultivos leñosos con cobertura herbácea (Figura 2.31).

- **Heterogeneidad temporal:** los usos y el manejo del suelo en estas zonas cambian frecuentemente. Las plantas asociadas a medios alterados, que constituyen las primeras etapas de sucesión, son muy sensibles a estos cambios. Así, la presencia de las especies ruderales puede verse afectada por cambios en las prácticas agrícolas (laboreo-barbecho, empleo de pesticidas, etc.), en el mantenimiento de los caminos (siega, asfaltado, etc.) o por cambios en los usos del suelo (construcción de nuevos edificios y carreteras, vertido de escombros, matorralización de terrenos incultos, etc.). Su área de ocupación variará en mayor o menor medida según la resistencia que ofrezcan al pisoteo, la siega o al empleo de pesticidas; su grado de tolerancia a los metales pesados, o sus preferencias por terrenos más o menos removidos (Figura 2.32).



**Figura 2.31** Área de ocupación de las verduras silvestres; pequeñas franjas en el borde de caminos (izda.); cobertura herbácea de un olivar (dcha.). Cadalso de los Vidrios. Fotografías: M. Molina.



**Figura 2.32** Prácticas que afectan al área de ocupación de las verduras silvestres: construcción de edificios en terrenos incultos (izda.); empleo de pesticidas para limpiar las regueras (dcha.). Cantoblanco-UAM y Perales de Tajuña, respectivamente. Fotografías: M. Molina.

En la medida de lo posible, se ha intentado que estas variaciones en la distribución espacial y temporal de las plantas no interfirieran en el trabajo de campo. Las mediciones de producción por planta y abundancia se han realizado por este motivo antes de que el laboreo y desbroce de las fincas impidiera el muestreo. No obstante, el área de ocupación de algunas especies se ha reducido durante los años de estudio por cambios en los usos del suelo. Por ejemplo, la construcción de nuevos edificios universitarios en 2008 y el consiguiente vertido de escombros ha reducido el área de ocupación de *Scolymus hispanicus* en Cantoblanco, el ajardinamiento de los bordes de camino ha disminuido el área de ocupación de *Beta maritima* en El Encín, y el empleo de pesticidas en el año 2008 para limpiar las regueras de los huertos en Perales de Tajuña ha eliminado casi por completo los ejemplares de *Apium nodiflorum*.

### 2.3.2. Metodología para el estudio de los espárragos

#### 2.3.2.1. Reconocimiento de las especies

A diferencia de las verduras de hoja, el reconocimiento de los espárragos silvestres estudiados no entraña grandes dificultades. En el momento de la recolección las plantas ya han alcanzado un desarrollo vegetativo tal que es posible identificarlas fácilmente. No obstante, encontrar los espárragos no ha sido una tarea fácil. Estas plantas trepadoras crecen generalmente junto con otras especies espinosas que dificultan la visibilidad y el acceso a estos lugares, por lo que es necesario ‘entrenar’ el ojo para encontrar los espárragos que, *a priori*, pasan desapercibidos. En la Figura 2.33 se puede observar la morfología de los brotes tiernos de cada especie en el momento de la recolección.



**Figura 2.33** Morfología de los espárragos silvestres estudiados en el momento de la recolección: *Asparagus acutifolius* (a), *Bryonia dioica* (b), *Humulus lupulus* (c) y *Tamus communis* (d). Imagen obtenida mediante escaneo del material fresco. La longitud de los espárragos es de 15-30 cm.



### 2.3.2.2. Diferenciación de individuos y unidades de muestreo

Los espárragos silvestres estudiados poseen diferentes órganos de reserva subterráneos como rizomas (*Asparagus acutifolius* y *Humulus lupulus*), raíces tuberosas (*Bryonia dioica*) o tubérculos (*Tamus communis*), a partir de los cuales se desarrollan los brotes cada año. Atendiendo a las particularidades de cada especie y a la posibilidad de diferenciar o no individuos aislados, se han utilizado varias estrategias para estimar la producción:

- En *Asparagus acutifolius* y *Bryonia dioica* se ha estimado su producción y abundancia por individuo. Los ejemplares de estas especies suelen crecer aislados, por lo que todos los espárragos que brotan alrededor de una mata pertenecen al mismo ejemplar. Se han encontrado algunas situaciones dudosas en el caso de *Asparagus acutifolius* cuando dos o más matas crecen muy juntas. En estas ocasiones, se han asignado a un único individuo aquellos espárragos que aparentemente pertenecen a la misma mata y están situados a menos de 20 cm de distancia de los tallos de la planta madre.
- *Humulus lupulus*, en cambio, es una especie rizomatosa que crece formando densas extensiones, concentrándose en las zonas más húmedas y frescas (Figura 2.34). Las mediciones de producción y abundancia se han realizado utilizando como unidad de medida la superficie ocupada por la planta, al igual que en las especies clonales de verduras de hoja. Para estimar su producción por superficie de planta se han delimitado unas parcelas en zonas completamente cubiertas de lúpulo.



**Figura 2.34** Plantas de *Humulus lupulus* (izda.) y *Tamus communis* (dcha.). No es posible diferenciar con precisión si los nuevos brotes que nacen pertenecen o no al mismo individuo. Fotografías: L. Aceituno y M. Molina.

- Los ejemplares de *Tamus communis* crecen enredándose entre la vegetación (Figura 2.34). Aunque no suelen estar muy agrupados, no es posible distinguir si los brotes adyacentes pertenecen o no a un mismo ejemplar sin desenterrar el tubérculo. Además, habitualmente crecen en zonas de difícil acceso, rodeados de vegetación espinosa, donde es complicado el marcaje y seguimiento de los ejemplares. Así, la producción de esta especie se estimó únicamente en relación a la superficie total de su hábitat (orla espinosa de arroyos o lindes de separación entre fincas). Estas zonas se dividieron en varios transectos contiguos y se calculó la producción de espárragos en cada uno de ellos.

#### 2.3.2.3. Periodo óptimo de recolección

Los espárragos silvestres se recolectan en primavera, antes de que la planta comience a desarrollar los órganos florales y aumente la fibrosidad y amargor de la parte aprovechable. El periodo óptimo de recolección se extiende generalmente desde finales de marzo hasta mayo incluido, aunque puede oscilar unas semanas según las condiciones meteorológicas anuales. Los espárragos se desarrollan escalonadamente, de modo que una misma planta se puede recolectar varias veces consecutivas a medida que va emitiendo nuevos brotes. El extremo apical de los brotes, con las dos o tres primeras hojas poco desarrolladas, se corta directamente con la mano. La parte aprovechable, generalmente de 15-30 cm de longitud, se determina deslizando los dedos firmemente por la porción superior del tallo, de abajo a arriba, hasta encontrar el punto de corte por donde la planta se parte sin que se doble. Así se recolecta únicamente la parte aprovechable, descartando las zonas más fibrosas.

#### 2.3.2.4. Seguimiento de las especies

A diferencia de las verduras de hoja, en las que toda la parte aérea puede recolectarse de una sola vez, la recolección de espárragos se realiza escalonadamente, a medida que la planta va emitiendo nuevos brotes. Teniendo en cuenta que los espárragos son difíciles de encontrar, es frecuente que un recolector visite repetidamente los mismos lugares, en los que ya conoce la localización exacta de los ejemplares y las zonas donde se obtienen los mejores espárragos. Así, con el fin de acercarnos a la realidad de un recolector de espárragos silvestres y conocer cuántos espárragos es capaz de producir cada planta, se ha realizado un marcaje y seguimiento de las plantas para estimar su producción total.

- En *Asparagus acutifolius*, las matas se han marcado utilizando etiquetas de papel resistente al agua (Figura 2.35). También se ha georreferenciado su posición utilizando una agenda electrónica con GPS. Esto permite conocer la localización aproximada de los ejemplares con un margen de  $\pm 5$  m de error. Para mayor seguridad se tomaron fotografías en las que aparecen distintos elementos del paisaje que sirven de referencia para conocer la localización exacta de las plantas.



**Figura 2.35** Ejemplares de *Asparagus acutifolius* (izda.) y *Bryonia dioica* (dcha.) marcados para su seguimiento. Fotografías: M. Molina.

- Un procedimiento similar se ha seguido para señalar los ejemplares de *Bryonia dioica*, aunque en este caso, como pierden toda la parte aérea durante la estación desfavorable, se han empleado varillas metálicas cubiertas con cinta americana en el extremo superior, a modo de banderola (Figura 2.35).
- En *Humulus lupulus* también se tomaron las coordenadas UTM de cada parcela (marcando igualmente los extremos con varillas metálicas) y, en *Tamus communis*, las coordenadas UTM de los puntos de inicio y final de cada transecto.

Durante la temporada de recolección se realizaron visitas periódicas a los individuos marcados de *Asparagus acutifolius* y *Bryonia dioica*, y a las parcelas de *Humulus lupulus*, y se recolectaron los brotes tiernos que ya habían alcanzado tamaños óptimos, anotando el número de espárragos y su peso. En estas tres especies la producción total por individuo o parcela se obtuvo sumando el peso de todos los espárragos recogidos. Deben distinguirse por tanto dos medidas de producción: la obtenida a partir de una visita de recolección y la producción total de la temporada. La primera medida tiene interés desde el punto de vista práctico, ya que indica la cantidad de espárragos que se pueden obtener en un episodio de recolección, mientras que la producción total permite conocer la capacidad potencial de las especies. Este aspecto tiene gran relevancia a la hora de establecer cantidades sostenibles de recolección o estudiar las posibilidades de cultivo de estas especies.

En el caso de *Tamus communis*, la producción se estimó a partir de una única visita de recolección. No obstante, se realizó un seguimiento anual de su producción, al igual que en el resto de las especies, comparando los valores de producción obtenidos durante dos años consecutivos en cada uno de los transectos contiguos en los que se dividieron las zonas de muestreo.

### 2.3.2.5. Efecto de la recolección sobre la producción

La recolección reiterada de espárragos en los mismos ejemplares introduce nuevas fuentes de variabilidad, ya que el propio proceso de recolección puede influir en el peso y número de espárragos. Esto podría afectar no sólo a la producción de espárragos durante la temporada de muestreo sino también a la producción futura de la planta. Un estudio pormenorizado de este aspecto requiere diseños de muestreo específicos (p. ej. disponer de una población control y de series temporales más largas). No obstante, en este trabajo se realiza un pequeño análisis exploratorio. En función de la capacidad productiva de las especies, podrán soportar o no episodios sucesivos de recolección:

- En *Asparagus acutifolius*, *Bryonia dioica* y *Humulus lupulus*, una vez recolectados los primeros espárragos al inicio de la temporada, las plantas siguen emitiendo nuevos brotes mientras que las condiciones meteorológicas lo permiten. Igualmente, los tallos cortados continúan su crecimiento a partir de las yemas laterales. Estas ramificaciones laterales no son aprovechables en el caso de *Asparagus acutifolius*, pero sí generan nuevos espárragos en las otras dos especies que, transcurridas unas semanas, podrán alcanzar tamaños óptimos para la recolección (Figura 2.36).



**Figura 2.36** Desarrollo de los espárragos de *Bryonia dioica* (izda.) y *Humulus lupulus* (dcha.) a partir de yemas laterales (flechas azules) una vez que se han recolectado los espárragos procedentes de la yema apical (flechas negras). Fotografías: M. Molina.

- En *Tamus communis* cada tubérculo produce varios brotes (Figura 2.37). Como no se ha realizado un seguimiento individual de los ejemplares, desconocemos si esta planta, una vez recolectado el espárrago apical, es capaz de producir más espárragos de tamaño recolectable a partir de ramificaciones laterales o por rebrote de cepa.



**Figura 2.37** Tubérculos de *Tamus communis*: de pequeño tamaño (izda.) y más desarrollados (dcha.) donde puede observarse cómo nacen varios brotes de cada uno. Fotografías: M. Molina.

### 2.3.2.6. Determinación del área de muestreo

El muestreo de los espárragos se ha realizado en zonas forestales (encinar y bosque de ribera) o en los reductos de vegetación natural que pueden encontrarse en los terrenos agrícolas, asociados a la orla espinosa de arroyos o a las lindes de separación entre fincas (ver Tabla 2.3). Estos lugares presentan menor grado de antropización que las zonas de muestreo de las verduras de hoja, y son ambientes más estables.

La presencia de espárragos silvestres en estas zonas está claramente delimitada a determinados hábitats (p. ej. vaguadas, orla espinosa del bosque, banda de vegetación de ribera, ancho de las lindes arboladas entre fincas, etc.). En este sentido, las especies menos exigentes en humedad (*Asparagus acutifolius* y *Bryonia dioica*) presentan una distribución más continua, mientras que las especies más exigentes en humedad (*Humulus lupulus* y *Tamus communis*) están estrechamente vinculadas a los lugares más frescos.

### 2.3.3. Metodología para el estudio de los frutos carnosos

#### 2.3.3.1. Reconocimiento de las especies

Los frutos silvestres seleccionados corresponden a especies perennes que se reconocen fácilmente en el momento de la recolección. Los problemas de identificación, como mencionamos anteriormente, estarían relacionados únicamente con la posible hibridación y/o variabilidad morfológica de *Crataegus monogyna* y *Rubus ulmifolius*.

En este caso, *Crataegus monogyna* es la única especie del género que vive en el centro de la Península de las cuatro especies ibéricas (*C. monogyna*, *C. granatensis* Boiss., *C. laciniata* Ucria y *C. laevigata* Poir. DC.), aparte de la especie cultivada *C. azarolus* L. Esta última se diferencia bastante bien de *Crataegus monogyna* por el mayor tamaño de todas las partes de la planta, y de sus frutos, del tamaño de una cereza. Por otro lado, *Rubus ulmifolius* es la especie más común de este género en la provincia de Madrid y la única presente en las zonas de estudio (Monte de Valdelatas y Tielmes). Aparte de la frambuesa (*Rubus idaeus*), en Madrid viven además *R. castellarnau* y *R. lainzii* en la sierra, según *Flora iberica* (Monasterio-Huelin 1998) y posiblemente también *R. caesius* (Tardío et al. 2002).

#### 2.3.3.2. Diferenciación de individuos y unidades de muestreo

Según el tipo de crecimiento de las especies y su porte arbóreo o arbustivo se han empleado diferentes unidades de muestreo:

- Los ejemplares de *Arbutus unedo* y *Crataegus monogyna* presentan un porte arbóreo y/o arbustivo. Cuando los ejemplares arbustivos crecen muy agrupados y es difícil diferenciarlos, se han considerado parte de un mismo individuo aquellos troncos situados a menos de 30 cm de distancia y aparentemente originados de la misma cepa. Los ejemplares juveniles menores de 1,3 m de altura se han descartado del muestreo. Para estimar su producción por individuo se ha contabilizado el número total de ramas por árbol con un perímetro en la base aproximado de 18 cm en *Arbutus unedo* (~5,7 cm de diámetro) y 7 cm en *Crataegus monogyna* (~2 cm de diámetro), descartando las ramas secas. Todas las ramificaciones de segundo y tercer orden con un perímetro inferior se han considerado parte de la misma rama, utilizando esta medida como unidad de muestreo. En cada ejemplar se han seleccionado al azar tres ramas situadas a diferente altura (ramas superiores, medias e inferiores) y se ha registrado el número de frutos por rama, utilizando un contador manual y una escalera extensible para acceder a las ramas más altas (Figura 2.38).



**Figura 2.38** Medición del número de frutos por rama en *Arbutus unedo* (izda.) y *Crataegus monogyna* (dcha.). Fotografías: M. Molina.

- *Rubus ulmifolius* es un especie arbustiva rizomatosa y algo trepadora que se extiende formando densas masas. Al igual que otras especies clonales, se ha estimado su producción por superficie de planta. Para ello se ha utilizado como unidad de muestreo un cuadrado de 40 x 40 cm (0,16 m<sup>2</sup>). Los cuadrados se han colocado al azar en la superficie de la planta, siguiendo su contorno e inclinación. Con la ayuda de un contador manual, se ha registrado el número total de moras en los racimos incluidos dentro de la proyección horizontal del cuadrado, que pueden estar situados a varias alturas. Para calcular la superficie ocupada por la proyección horizontal del cuadrado se ha medido su inclinación con un hipsómetro (Figura 2.39).



**Figura 2.39** Medición del número de frutos por unidad de superficie en *Rubus ulmifolius*, utilizando como unidad de muestreo un cuadrado de 40 x 40 cm (izda.). Cálculo de la inclinación del cuadrado mediante hipsómetro (dcha.). Fotografías: M. Molina.

### 2.3.3.3. Periodo óptimo de recolección

El periodo de recolección de los frutos silvestres tuvo lugar a finales de septiembre y principios de octubre en *Crataegus monogyna* y *Rubus ulmifolius*, y durante el mes de noviembre en *Arbutus unedo*. La maduración de los frutos se produce generalmente de manera escalonada, por lo que en el momento de la recolección coexisten frutos todavía inmaduros con otros maduros, algunos de los cuales se han caído al suelo. Esta situación puede observarse especialmente en *Arbutus unedo* y *Rubus ulmifolius*. Asimismo, los tres frutos seleccionados forman parte de la dieta de aves frugívoras, jabalíes y otros mamíferos, o podrían haber sido recogidos por otras personas. Estos factores, que podrían alterar los resultados del muestreo, se han tenido en cuenta utilizando los siguientes criterios:

- En *Arbutus unedo* se han contado los frutos maduros e inmaduros en el momento del muestreo para estimar el número de frutos por rama, asumiendo que los frutos inmaduros alcanzarán tamaños recolectables. También se han contado los frutos caídos, situados debajo de la copa del árbol, cuando la cantidad de frutos en el suelo era relevante (Figura 2.40). Para estimar el peso medio de los frutos, sin embargo, solo se han pesado los frutos maduros. Se ha observado que, generalmente, las aves no arrancan el fruto del árbol sino que lo dejan picoteado, por lo que su actividad no ha repercutido negativamente en el muestreo. El posible consumo de frutos por jabalíes se ha considerado despreciable, puesto que las dos zonas de estudio son cotos de caza mayor y estos animales son alimentados directamente por el hombre durante la época de muestreo.



**Figura 2.40** Rama con frutos maduros e inmaduros (izda.) y frutos maduros en el suelo (dcha.) de *Arbutus unedo*. Fotografías: M. Molina.



- Los frutos de *Crataegus monogyna* se encontraban en un estado óptimo de consumo en el momento del muestreo, manifestando gran sincronía en su maduración. Únicamente se observaron algunos ejemplares situados en zonas más protegidas del sol que iban ligeramente retrasados en su fenología. Esto no ha afectado a las estimaciones de producción, ya que todos los frutos de un mismo ejemplar maduraron simultáneamente. En algunas ramas, en cambio, se detectó la presencia de frutos secos, posiblemente como consecuencia de la sequía, que no se han contabilizado.
- En *Rubus ulmifolius* se han contado todas las moras presentes en los racimos, incluyendo las maduras e inmaduras en el momento de la recolección. Se han tenido en cuenta los restos del cáliz que se conservan en la porción basal de la inflorescencia, para contabilizar las moras ausentes, y los restos de las flores de la porción apical, con los frutos aún sin desarrollar. Los valores de producción obtenidos en este caso están ligeramente sobrestimados, ya que muchas de las flores apicales no desarrollarán frutos recolectables.

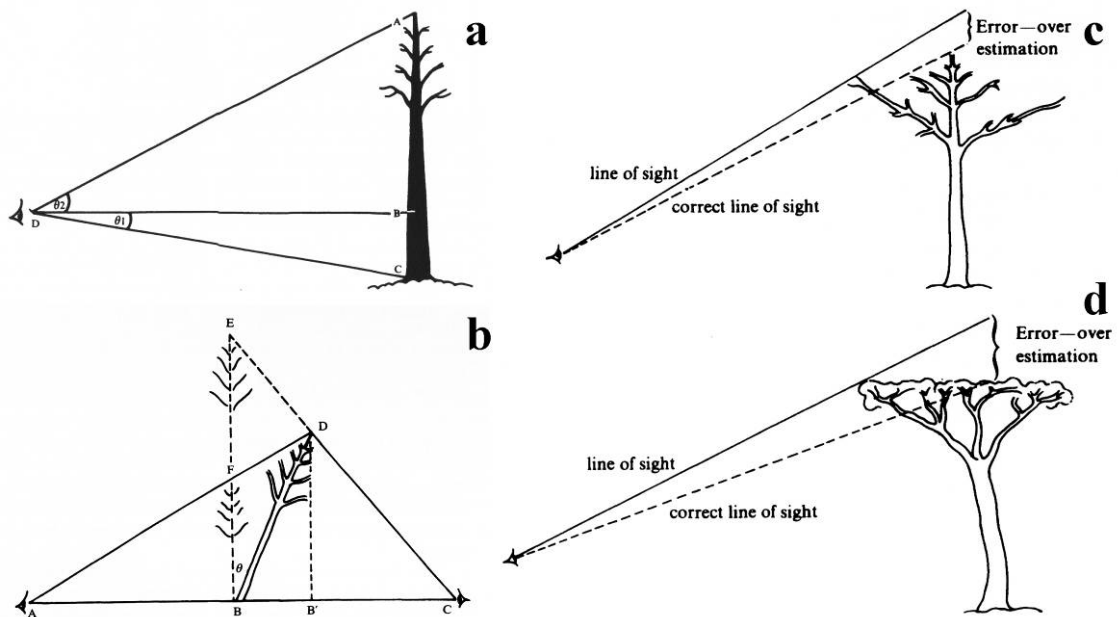
#### 2.3.3.4. Seguimiento de las especies y características biométricas

Sólo se ha realizado un seguimiento de la producción en los ejemplares de *Arbutus unedo* y *Crataegus monogyna* de San Martín de Valdeiglesias y Cantoblanco-UAM, respectivamente, en los que se estimó la producción por árbol en los mismos ejemplares durante dos años consecutivos. En las otras dos localidades de estudio, la producción se estimó en 25 individuos diferentes cada año. En cualquier caso, todos los árboles muestreados han sido georreferenciados utilizando una agenda electrónica con GPS y se han tomado medidas biométricas relativas a su altura, diámetro y volumen de copa (ver Tabla 2.4).

La altura y el diámetro de copa de los árboles en estas dos especies se han medido con un hipsómetro de lectura directa (Vertex IV y Transponder T3), que permite medir distancias horizontales y verticales mediante un sistema de ultrasonidos. Este sistema presenta una elevada resolución incluso en zonas donde el dosel arbóreo y/o arbustivo es muy denso. Como puede observarse en la Figura 2.41, el hipsómetro está diseñado para medir la altura de los árboles utilizando como referencia la posición del Transponder T3, situado debajo del árbol a 1,3 m de altura. El observador debe colocarse a una distancia aproximada de 1-1,5 veces la altura del árbol, con un ángulo de visión de 30-45°. El aparato calcula la altura del árbol a partir de principios trigonométricos básicos, corrigiendo los errores de medición que pueden originarse en terrenos con pendiente, como consecuencia de la diferencia de altitud entre el observador y el árbol. Otros posibles errores de medición, relacionados con la inclinación de los árboles o la morfología de su copa, se recogen en la Figura 2.42.



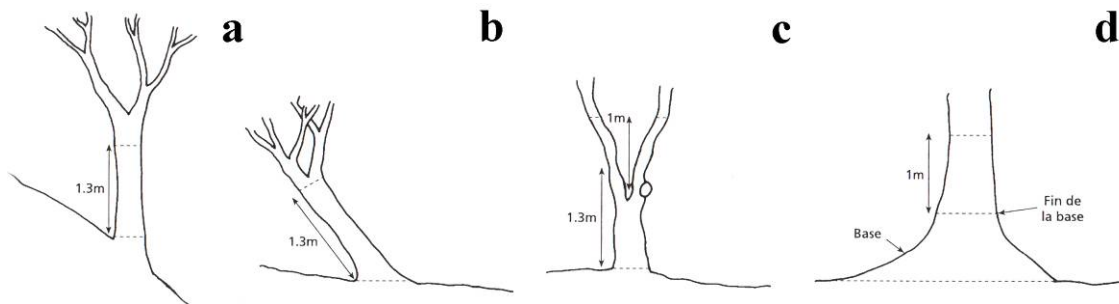
**Figura 2.41** Medición de la altura de árboles de *Arbutus unedo* mediante hipsómetro Vertex IV (izda.) y detalle del Transponder T3, situado junto al árbol a 1,3 m de altura (dcha.). Fotografías: J. Tardío y M. Molina.



**Figura 2.42** Esquema del método empleado para medir la altura de los árboles, basado en principios trigonométricos (a), y principales errores de medida que pueden cometerse en árboles inclinados (b) o de copa redondeada (c y d), según la posición y el ángulo de observación. Fuente: Philip (1994).

El volumen de la copa se ha estimado mediante la fórmula del volumen de un elipsoide [ $V = 4/3 \cdot \pi \cdot (a/2) \cdot (b/2) \cdot (c/2)$ ], donde a, b, y c son las longitudes de los ejes del elipsoide, que corresponden con la altura de la copa (a), el diámetro máximo de la copa (b) y el diámetro perpendicular al diámetro máximo de la copa (c; ver Tabla 2.4). El área de la proyección horizontal de la copa se ha calculado utilizando la fórmula del área de un elipsoide [ $A = \pi \cdot (b/2) \cdot (c/2)$ ].

El perímetro del tronco se ha medido a 1,3 m del suelo, utilizando una cinta métrica. Los criterios seguidos para medir el perímetro de los árboles situados en zonas con pendiente o de los ejemplares que presentan formas particulares de crecimiento (p. ej. árboles inclinados, horquetados o con la base ensanchada) se presentan en la Figura 2.43. En los ejemplares de porte arbustivo, o ramificados desde la base del tronco, muy frecuentes en *Arbutus unedo* y *Crataegus monogyna*, se ha registrado el número total de troncos por ejemplar y se ha medido el perímetro del tronco de mayor grosor.



**Figura 2.43** Criterios estándar utilizados para medir el perímetro del tronco a 1,3 m de altura en árboles en pendiente (a), inclinados (b), horquetados (c) y árboles con base ensanchada (d). Fuente: Alder & Synott (1992).

### 2.3.3.5. Determinación del área de muestreo

El muestreo de los frutos silvestres se ha realizado en zonas forestales (encinar, alcornocal y pinar), en las que es frecuente la presencia de estas plantas formando parte del estrato arbustivo y/o la orla espinosa del bosque. El área de muestreo de *Crataegus monogyna* y *Rubus ulmifolius* comprende la orla espinosa del bosque y los fondos de valle, así como bordes de caminos. También se han muestreado algunas zonas agrícolas, con ejemplares aislados de *Crataegus monogyna* en las orillas de los terrenos dedicados al cultivo del olivar (ver Tabla 2.3). En *Arbutus unedo*, los transectos se han realizado siguiendo el gradiente de ladera, y en *Crataegus monogyna* y *Rubus ulmifolius* siguiendo el contorno de la orla espinosa de bosques y arroyos, y paralelos a los caminos y bordes de cultivo. En cada uno de ellos se ha registrado el número de individuos presentes de *Arbutus unedo* y *Crataegus monogyna*, y el área ocupada por *Rubus ulmifolius* en las zonas de muestreo.

## 2.4. Análisis climático

El régimen térmico y pluviométrico de un territorio es un aspecto fundamental en la producción de los vegetales, por lo que se ha tenido en cuenta a la hora de analizar los resultados obtenidos. En este trabajo se ha estudiado la influencia de las condiciones meteorológicas en (i) la producción de las especies, según las diferencias observadas entre localidades y años y (ii) la duración del periodo óptimo de recolección en el caso de los espárragos silvestres, que se han recolectado varias veces consecutivas.

Los datos meteorológicos (temperatura media y precipitación mensual de los años de muestreo) han sido facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Los datos correspondientes a la estación de Alcalá de Henares-El Encín se han obtenido directamente del IMIDRA. Se han utilizado las estaciones meteorológicas más cercanas a las localidades de estudio, teniendo en cuenta su altitud y situación geográfica en relación a los sistemas montañosos. Siempre que ha sido posible se han seleccionado estaciones con series anuales completas, aunque en algunos casos se han tenido que rellenar los datos ausentes de precipitación y temperatura mensual con los de otras estaciones próximas. La correspondencia entre las estaciones meteorológicas y las localidades de estudio se presenta en la Tabla 2.5.

**Tabla 2.5** Correspondencia entre las localidades de estudio y las estaciones meteorológicas. Entre paréntesis se indica el nombre de una segunda estación, utilizada en los casos en que la estación seleccionada presentaba series anuales incompletas.

| Localidad                         | Estación meteorológica                    |
|-----------------------------------|---|
| Cadalso de los Vidrios            | Rozas de Puerto Real (Robledo de Chavela) |
| Cantoblanco 1-alrededores UAM     | El Goloso (Colmenar Viejo)                |
| Cantoblanco 2-Monte de Valdelatas | El Goloso (Colmenar Viejo)                |
| El Encín 1-Finca agrícola         | Alcalá de Henares-El Encín                |
| El Encín 2-Soto del Henares       | Alcalá de Henares-El Encín                |
| Fuentidueña de Tajo               | Villamanrique de Tajo (Arganda del Rey)   |
| Ituero y Lama                     | Villacastín                               |
| Miraflores de la Sierra           | Soto del Real (Buitrago del Lozoya)       |
| Morata de Tajuña                  | Arganda del Rey (Pezuela de las Torres)   |
| Perales de Tajuña                 | Arganda del Rey (Pezuela de las Torres)   |
| Pioz                              | Pezuela de las Torres (El Encín)          |
| Pto. de la Morcuera               | Navacerrada                               |
| Salorino                          | San Vicente de Alcántara                  |
| S.M. de Valdeiglesias             | Rozas de Puerto Real (Robledo de Chavela) |
| Soto del Real                     | Soto del Real (Buitrago de Lozoya)        |
| Tielmes                           | Arganda del Rey                           |
| Tres Cantos                       | Colmenar Viejo                            |
| Valdemanco                        | Soto del Real (Buitrago de Lozoya)        |
| Villar del Olmo                   | Pezuela de las Torres (El Encín)          |

## 2.5. Calendario de realización del trabajo

El trabajo de campo se ha realizado principalmente durante los años 2007-2009. La producción por planta se ha estimado en los meses de primavera (verduras de hoja y espárragos) y otoño (frutos). Debido a la marcada estacionalidad que presenta la recolección de plantas silvestres comestibles, las visitas al campo se han ido alternando con el trabajo de gabinete. El mayor volumen de trabajo de campo se registró en los meses de abril y mayo. En este breve periodo de tiempo se concentró la recolección de 20 plantas en 16 localidades diferentes. Con el fin de optimizar el esfuerzo de muestreo y espaciar las tareas de campo, las mediciones de abundancia de las verduras de hoja y los espárragos silvestres se pospusieron a los meses de junio y julio, cuando el estado fenológico de las especies facilita su identificación.

- Las verduras de hoja se han muestreado durante los años 2007-2008. En algunas especies sólo pudo estimarse su producción en 2007 en una localidad, así que el muestreo se prolongó hasta la primavera de 2009 para completar los datos.
- La producción de espárragos se ha estimado durante los años 2008-2009. En 2010-2011 se continuó el seguimiento de *Asparagus acutifolius* en Cantoblanco-UAM, con el fin de estimar las tasas de recolección actual de esta especie.
- El muestreo de los frutos se ha llevado a cabo durante 2007-2009. En 2007-2008 se estimó la producción de *Arbutus unedo* y en 2008-2009 la de *Crataegus monogyna* y *Rubus ulmifolius*.



## 3. CAPÍTULO I

### Weeds and food diversity: natural yield assessment and future alternatives for traditionally consumed wild vegetables<sup>1</sup>

#### Abstract

Wild edible plants, and particularly weeds, continue to be an important dietary component of many people around the world. We study the availability and yield of 15 weedy vegetables traditionally consumed in the Mediterranean region to assess their potential sustainable exploitation. Field work was conducted in Central Spain during 2007-2009. Yields ranged between 10-460 g per plant in non-clonal species and between 400-5,000 g m<sup>-2</sup> in clonal species. According to local plant density estimates, a total of 1,800 kg ha<sup>-1</sup> for *Foeniculum vulgare*, 700-1,000 kg ha<sup>-1</sup> for *Beta maritima*, *Rumex pulcher*, *Papaver rhoeas* and *Silybum marianum*, and 80-400 kg ha<sup>-1</sup> for the remaining species could be obtained, except for *Scolymus hispanicus* that only yielded 30 kg ha<sup>-1</sup>. Exploitation of those species should consider local yields and preferences to achieve sustainability. We propose: 1) organic cultivation for highly valued species with low production rates in the wild (e.g., *Scolymus hispanicus* and *Silene vulgaris*); 2) commercial wild collection for culturally appreciated species with high yields in the wild (e.g., *Allium ampeloprasum* and *Chondrilla juncea*); and 3) maintenance of traditional practices and rates of harvest for all species for self-consumption.

**Keywords:** Mediterranean wild edible plants, food production, harvesting, organic farming, applied ethnobotany.

#### 3.1. Introduction

Food diversity includes domesticated plant and animal species, but also wild animal and plant species. Given the profound changes in agricultural practices and in culinary and nutritional habits, food diversity is globally decreasing. Globalization and modernization have resulted in diet simplification and an increased dependency on a few staple crops for most nutritional needs (Johns & Eyzaguirre 2006). Food homogenization relates not only to the consumption of fewer species, but also to intra-species homogenization. According to FAO (2004), about 75% of the genetic diversity of agricultural crops was lost during the last century. Many local varieties of crops and

---

<sup>1</sup> **Molina M**, Tardío J, Aceituno-Mata L, Morales R, Reyes-García V, Pardo-de-Santayana M (2014) Weeds and food diversity: natural yield assessment and future alternatives for traditionally consumed wild vegetables. *Journal of Ethnobiology* 34(1): 44–67.

animal breeds are threatened by extinction and most wild edible plants are not consumed anymore or only seldom (Flyman & Afolayan 2006; Ford-Lloyd et al. 2011).

The decrease of food diversity has led to an increasing concern among researchers, consumers, and farmers about its effects in human health, food security, and food sovereignty (Ayres & Bosia 2011; Dowler & O'Connor 2012; Johns & Eyzaguirre 2006). Both scientists and social movements are aware of the need for policies that promote diversified and environmentally and socially sustainable food production systems (Altieri et al. 2012; Via Campesina 2012; Slow Food 2014).

In the context of this work, we define wild edible plants as plant species used as sources of food that are neither cultivated nor domesticated but available from their wild natural habitats, including weeds growing in agricultural and disturbed areas. Traditional food systems have typically used a large number of wild edible plants, including weedy relatives of crops. Weeds probably began to contribute substantially to the human diet with the beginning of agriculture, which favoured the development of their ecological niches. They were a back-up resource in times of shortage, accounting for a significant input of micronutrients and allelochemicals with a prophylactic effect (Leonti 2012). Nowadays, the consumption of wild edible plants, although often difficult to assess, is still significant at local and global scales (Bharucha & Pretty 2010; Legwaila et al. 2011). Particularly, ethnobotanical surveys in the Mediterranean region reflect that gathering wild edible plants is at the cross-road of two divergent tendencies: 1) a decline in the habit of eating wild edible plants among the general population; and 2) a renewed interest among some young and middle-aged urban classes interested in the consumption of wild food resources (Ghirardini et al. 2007; Parada et al. 2011; Łuczaj et al. 2012).

On the one hand, the decline in the consumption of wild edible plants has been attributed to several, non-mutually-exclusive, reasons. First, the decline in the consumption of wild edibles has been related to the increased accessibility of market food-products, which require less time-investment than the gathering of wild plants (Menendez-Baceta et al. 2012). Second, this decline has also been related to the negative connotations of traditional activities, such as gathering wild edible plants, that are often considered old-fashioned and a symbol of poverty (Pieroni et al. 2005). Third, the erosion of traditional knowledge that has resulted in a lack of skills needed to identify wild edible plants and knowledge on how to process them is another of the drivers in the decline of wild plant consumption (Hadjichambis et al. 2008). Finally, some authors have argued that there is a rising concern about contamination risks at the harvesting places, which might also discourage some people to harvest wild edibles (Mesa 1996; Wehi & Wehi 2010).

On the other hand, the revival of the consumption of wild foods among certain social sectors has been influenced by the increased visibility of wild edibles in the media (Harford 2011; Łuczaj 2013; Thayer 2006) which has had a boomerang effect on the general perception of wild edible plants. Reasons for this revival are threefold: 1) the revalorization of typical products in local gastronomies, including a diversified diet



that supplies a wide range of colours, flavors, and textures (Grivetti & Ogle 2000; Pardo-de-Santayana et al. 2010); 2) the use of plants adapted to local environments as a secure and sustainable source of food, since many of the most widely used wild edible plants are weeds that grow in agricultural and disturbed areas near human settlements (Tardío 2010; Turner et al. 2011); and 3) the growing awareness that wild food intake might provide health benefits, as they are potentially a source of dietary elements and serve as functional foods (Sánchez-Mata et al. 2012). For example, in comparison with conventional crops, wild foods are often richer in bioactive compounds such as essential fatty acids and secondary metabolites with antioxidant activity (Morales et al. 2012b; Schaffer et al. 2005; Trichopoulou & Vasilopoulou 2000).

Those two tendencies of decline and revival of wild food consumption have been identified in previous ethnobotanical research in Central Spain, where a few species are still commonly collected while others are not collected anymore, or only rarely. For instance, recent studies conducted in several villages of Central Spain reveal that *Scolymus hispanicus* is still used by 33-38% of the rural population (Polo et al. 2009) and *Silene vulgaris* by 14-40% (Andrés 2012; Dávila 2010; García-Cervigón 2013). In these cases, the recreational motivation for gathering wild plants and appreciation of their flavors mainly explain why these two plants continue to be used in rural communities, which contrasts with the necessity that drove collection among traditional peasant societies (Aceituno-Mata, 2010) and during times of food shortage, like the Spanish post-war period (Tardío et al. 2006). Other species, like *Rumex papillaris*, are no longer used in some villages. This is the case in Buitrago de Lozoya, where approximately 30% of the population used this species in the past (García-Cervigón 2013). These studies also indicate that older people clearly consume and gather more species than the younger generations, but they do not find important differences in the gendered distribution of ethnobotanical knowledge about wild edible plants (Andrés 2012; García-Cervigón 2013; Polo et al. 2009). Nevertheless, we have detected an increasing interest in wild food collection courses, books, and other outreach activities carried out by our research team among urban young people concerned with rural traditional knowledge.

As some researchers have highlighted, weedy vegetables are a potentially interesting source of healthy foods whose sustainable exploitation may be encouraged (Hadjichambis et al. 2008). However, to achieve sustainable exploitation, innovative ways of adapting traditional practices into contemporary socio-economic contexts are needed (Ladio et al. 1997; Turner & Turner 2008). In the framework of sustainable rural development, traditional food revitalization projects are being created. Such projects include organic farming and eco-tourism with guided routes for gathering wild plants and the commercialization of specialities made with local products in restaurants and regional markets. The emerging agroecological movements and the increased demand for organic food appear as potential niches for traditional food extraction and production systems (Gómez-Baggethun et al. 2010). However, if the demand for wild edible plants increases, their sustainable extraction becomes an issue. The sustainable exploitation of wild edible plants requires solid quantitative data on their potential yield to assess alternatives for the management of wild food plants (Cunningham 2001). With the

exception of a few species (Kerns et al. 2004; Lepofsky et al. 1985; Molina et al. 2011, 2012; Tardío et al. 2011), there is a general lack of studies on the availability and yield of wild edible plants. Moreover, the potential yield of weedy wild vegetables has been poorly addressed, particularly in the Mediterranean region.

Given the interest in weed consumption for food security and food sovereignty, we study the availability and yield of 15 wild vegetables traditionally consumed in the Mediterranean region. Based on our results, we propose three different methods of sustainable exploitation of wild edible plants and assess which of the studied species are the most suitable for each alternative, according to yield and cultural factors. These results can be used in policies oriented to promote their sustainable extraction.

## 3.2. Materials and methods

### 3.2.1. Wild edible species

Fifteen wild vegetable species were selected based primarily on their traditional use in Spain (Tardío et al. 2006) and other Mediterranean and European countries (Hadjichambis et al. 2008; Leonti et al. 2006; Łuczaj et al. 2013) and, secondarily, on their local use and natural occurrence in Central Spain, where field work was conducted. Species selected belong to eight families and include twelve perennial and three annual herbs (Table 3.1). With the exception of *Rumex papillaris*, the selected species are widely distributed in the Mediterranean and European countries (Euro+Med 2012; Tutin et al. 1964-1980). The species *Rumex papillaris*, also known as *R. thyrsiflorus* subsp. *papillaris* (Boiss. & Reut.) Sagredo & Malag., is endemic from continental areas of the Iberian Peninsula (Castroviejo et al. 1986-2013), but can be considered a substitute of other species with a similar taste, more widely distributed and closely related, such as *Rumex acetosa* L. or even *R. thyrsiflorus* Fingerh. All the species selected are non-endangered weeds commonly found in human-disturbed habitats (Carretero 2004). Some of the species, such as *Apium nodiflorum*, occur in aquatic environments and swampy areas.

The aerial parts, including the basal leaf rosette or the leafy young stems, are used in most species. The bulb and the pseudostem formed by the overlapping leaf bases are consumed in *Allium ampeloprasum* (Table 3.1). In the case of the thistles *Scolymus hispanicus* and *Silybum marianum*, the midribs of the basal leaves, known as *pencas* in Spanish, are eaten. The biotype, the part used, the local mode of preparation and consumption (from Tardío et al. 2005), and the taste and texture of the selected plants can be found in Table 3.1. Six species are mainly consumed raw in salads. The remaining nine species are mainly consumed cooked. Some of them are boiled with two or three changes of water to reduce their bitterness or acidity and improve their palatability.

**Table 3.1** Main characteristics of the wild vegetable species surveyed.

| Plant species (voucher specimen)                                   | Family  | Biotype   | Parts used                       | Preparation                      | Taste and texture                   |
|--|---|-----------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Allium ampeloprasum</i> L.<br>(MA 852816)                       | Liliaceae ( <i>s.l.</i> )<br>(Amaryllidaceae) | Perennial | Bulb and pseudostem              | Cooked                           | Strong garlic taste                 |
| <i>Anchusa azurea</i> Mill.<br>(MA 852825)                         | Boraginaceae                                  | Perennial | Basal leaves                     | Cooked                           | Soft taste, slightly pilose texture |
| <i>Apium nodiflorum</i> (L.) Lag.<br>(MA 852814)                   | Apiaceae                                      | Perennial | Young leaves and stems           | Raw in salads                    | Distinctive slight bitter taste     |
| <i>Beta maritima</i> L.<br>(MA 852817)                             | Amaranthaceae                                 | Perennial | Basal leaves                     | Cooked                           | Soft taste                          |
| <i>Chondrilla juncea</i> L.<br>(MA 852822)                         | Asteraceae                                    | Perennial | Basal leaves                     | Raw in salads                    | Distinctive slight bitter taste     |
| <i>Cichorium intybus</i> L.<br>(MA 852830)                         | Asteraceae                                    | Perennial | Basal leaves                     | Cooked or raw<br>(salads)        | Bitter taste                        |
| <i>Foeniculum vulgare</i> Mill.<br>(MA 852824)                     | Apiaceae                                      | Perennial | Young leaves and stems           | Raw (snack, salads)<br>or cooked | Aniseed taste                       |
| <i>Papaver rhoeas</i> L.<br>(MA 852831)                            | Papaveraceae                                  | Annual    | Young leaves and stems           | Cooked, seldom raw<br>in salads  | Soft taste, slightly pilose texture |
| <i>Rumex papillaris</i> Boiss. & Reut.<br>(MA 852820)              | Polygonaceae                                  | Perennial | Basal leaves                     | Raw in salads                    | Acid-lemon taste                    |
| <i>Rumex pulcher</i> L. <sup>1</sup><br>(MA 852826)                | Polygonaceae                                  | Perennial | Basal leaves                     | Cooked                           | Slight acid taste                   |
| <i>Scolymus hispanicus</i> L.<br>(MA 852821)                       | Asteraceae                                    | Perennial | Central nerve of basal<br>leaves | Cooked, seldom raw<br>in salads  | Soft taste                          |
| <i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke <sup>2</sup><br>(MA 852832) | Caryophyllaceae                               | Perennial | Young leaves and stems           | Cooked, seldom raw<br>in salads  | Soft taste                          |
| <i>Silybum marianum</i> Gaertn.<br>(MA 852833)                     | Asteraceae                                    | Annual    | Central nerve of basal<br>leaves | Cooked, seldom raw<br>in salads  | Soft taste                          |
| <i>Sonchus oleraceus</i> L.<br>(MA 852812)                         | Asteraceae                                    | Annual    | Young leaves and stems           | Raw in salads or<br>cooked       | Mild taste                          |
| <i>Taraxacum obovatum</i> (Willd.) DC<br>(MA 852811)               | Asteraceae                                    | Perennial | Basal leaves                     | Raw in salads                    | Mild bitter taste                   |

<sup>1</sup>*Rumex pulcher* L. subsp. *pulcher*.<sup>2</sup>*Silene vulgaris* (Moench) Garcke subsp. *vulgaris* (syn: *Silene vulgaris* subsp. *angustifolia*).

According to nutritional studies carried out by our research group, several of the studied species are rich in bioactive compounds that might have important health benefits because of their antioxidant activity. For instance, *Rumex pulcher*, *Rumex papillaris*, and *Silene vulgaris* are rich sources of vitamin C; *Anchusa azurea* of folates; *Sonchus oleraceus* and *Chondrilla juncea* of  $\alpha$ -tocopherol; and *Cichorium intybus*, *Beta maritima* [syn. *B. vulgaris* subsp. *maritima* (L.) Arcang.], and *Taraxacum obovatum* of phenolics and flavonoids (Morales et al. 2012a; Morales 2011; Sánchez-Mata et al. 2012).

Plant identification and nomenclature follows *Flora iberica* (Castroviejo et al. 1986-2013) and *Flora Europaea* (Tutin et al. 1964-1980). Since yield variables were measured at pre-flowering stages, the species were botanically identified from leaf morphology and the remaining skeletal stems from the previous season. Voucher specimens at flowering stages were also collected and deposited at the herbarium MA (Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid; see voucher number in Table 3.1).

#### 3.2.2. Study sites

Field work was carried out in Central Spain. Mediterranean climate characterizes the territory. The highest temperatures and the longest summer drought are reached in the southeastern areas. Mean annual temperature and annual rainfall ranges from 11.0-13.5°C and 600-700 mm in the northern, western and central sites to 13.0-13.8°C and 400-500 mm in the southeastern locations (SIGA 2012). Because of its proximity to the Madrid Metropolitan Area (~5.3 million inhabitants), the landscape of the area has been largely transformed. Croplands mainly devoted to cereals, grapevines, and olive trees, represent 24.8% of the total surface of this province, contributing only 0.12% of the Gross Domestic Product (IE 2011). The economy is mainly based on industry and services. Agriculture represents an important percentage of land uses only in the southern and eastern locations, whereas pastures and forest lands are more important in the northern and western areas. Previous research in the area suggests that traditionally 5.5% of the local wild flora species were consumed, a larger percentage than expected for a region neighbouring an important major city (Aceituno-Mata 2010; Tardío et al. 2005).

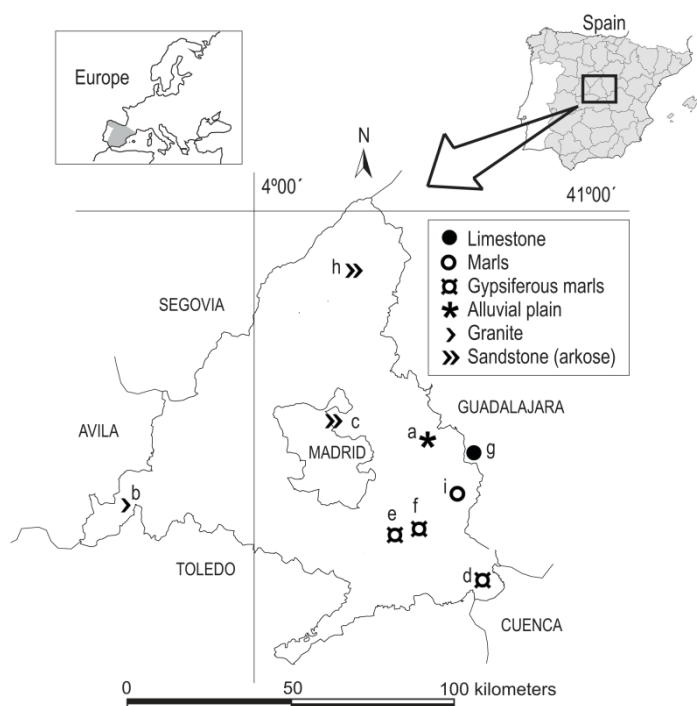
The natural yields and the local availability of each species were estimated in two different sites of Central Spain. Table 3.2 lists the study sites, the characteristics of the sampling areas (see below), and the month of harvest. Since most species are broadly tolerant to environmental variations, and since there is a considerable range of climate, soil types, altitude, and land uses in this territory, we selected ecologically different sites. The samplings of *Beta maritima* and *Rumex papillaris* were only conducted in locations with calcareous and non-calcareous soils, respectively, because of their specific soil preferences (Figure 3.1).

**Table 3.2** Study sites and harvest conditions of the wild vegetables surveyed.

| Plant species              | Site 1            |                             |               | Site 2 |                |               |
|----------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------|--------|----------------|---------------|
|                            | Site <sup>1</sup> | Sampling areas <sup>2</sup> | Harvest month | Site   | Sampling areas | Harvest month |
| <i>Allium ampeloprasum</i> | a                 | UL, RA                      | March         | b      | CL, RA         | March         |
| <i>Anchusa azurea</i>      | b                 | CL, RA                      | March         | i      | CL, UL, RA     | April         |
| <i>Apium nodiflorum</i>    | f                 | AE                          | April         | i      | AE             | April         |
| <i>Beta maritima</i>       | a                 | CL, UL, RA                  | March-April   | e      | CL             | April         |
| <i>Chondrilla juncea</i>   | c                 | UL, RA                      | April         | g      | UL, RA         | May           |
| <i>Cichorium intybus</i>   | a                 | CL, UL, RA                  | March         | c      | UL, RA         | April-May     |
| <i>Foeniculum vulgare</i>  | c                 | UL, RA                      | May           | f      | CL, UL, RA     | May           |
| <i>Papaver rhoeas</i>      | a                 | CL, UL, RA                  | March-April   | c      | UL, RA         | April         |
| <i>Rumex papillaris</i>    | b                 | CL, UL, RA                  | March         | h      | UL, RA         | May           |
| <i>Rumex pulcher</i>       | a                 | CL, UL, RA                  | March-April   | c      | UL, RA         | April         |
| <i>Scolymus hispanicus</i> | c                 | UL, RA                      | April-May     | d      | CL, UL, RA     | April-May     |
| <i>Silene vulgaris</i>     | b                 | CL, RA                      | March         | i      | CL, RA         | April         |
| <i>Silybum marianum</i>    | a                 | CL, UL, RA                  | March-April   | c      | UL, RA         | April-May     |
| <i>Sonchus oleraceus</i>   | a                 | CL, UL, RA                  | March-April   | b      | CL, RA         | March         |
| <i>Taraxacum obovatum</i>  | c                 | UL, RA                      | April         | i      | CL, UL         | April         |

<sup>1</sup>Study sites: a Alcalá de Henares; b Cadalso de los Vidrios; c Cantoblanco-Madrid; d Fuentidueña de Tajo; e Morata de Tajuña; f Perales de Tajuña; g Pioz; h Valdemanco; i Villar del Olmo.

<sup>2</sup>Sampling areas: CL cultivated lands; UL uncultivated lands; RA ruderal areas; AE aquatic environments.

**Figure 3.1** Localization map of the study sites (for abbreviations see Table 3.2).

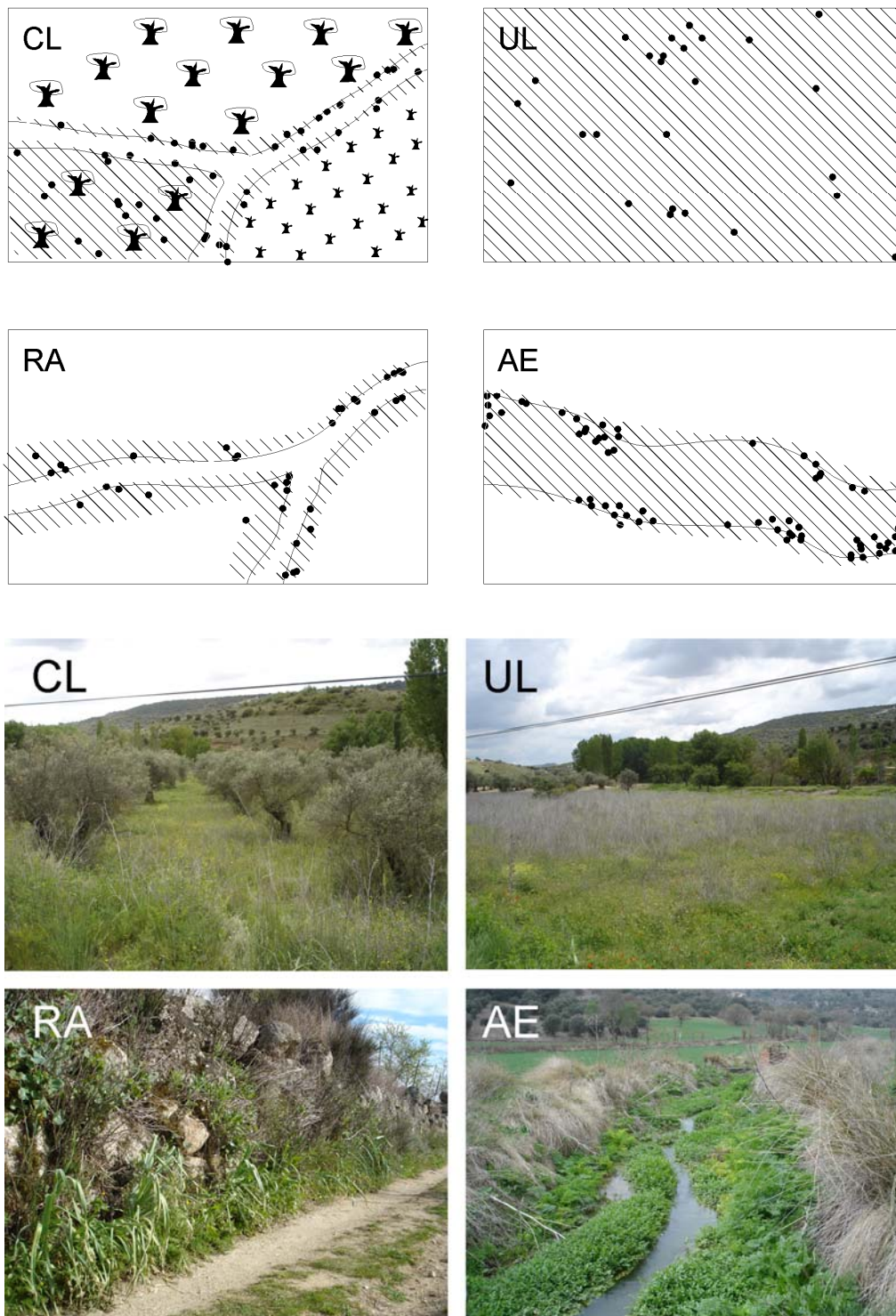
Most of the study sites are located in outlying villages (<10,000 inhabitants) of the province of Madrid, where the study species grow spontaneously (Figure 3.1). Oligotrophic soils developed on sediments from granite and sandstone are found in mountainous locations from the north (site *h*; 1,140 m altitude), southwest (site *b*; 780 m), and central plains areas (site *c*; 690 m). The landscape in the southeastern areas is shaped by a bleak plateau with fertile plains along the course of the rivers. Eutrophic soils developed on basic rocks, such as limestone, marl, or gypsum, are found in these locations (sites *a*, *d*, *e*, *f*, *i*; 450-675 m). Finally, one site is located on calcareous soils in the neighboring province of Guadalajara (site *g*, 876 m).

#### 3.2.3. Sampling areas and periods

Our sampling areas were adjusted to the microdistribution of the species at the study sites –we adjusted the areas to those places where the species actually grow. We differentiated four sampling areas: 1) cultivated lands (olive groves, vineyards, cereal crops, and orchards); 2) uncultivated lands (fallow lands, neglected lands, and pastures); 3) ruderal areas (roadsides, country tracks, and paths); and 4) aquatic environments (streams and irrigation ditches near farmlands).

The microdistribution of the species at the study sites and, consequently, the sampling areas (see Table 3.2) varied depending on land uses and management practices. Figure 3.2 shows a schematic illustration of the four types of sampling areas and a representative picture of each. In cultivated lands with reduced herbaceous vegetation cover (such as olive groves and vineyards) the sampling area was restricted to the boundaries of the cultivated plot. In cultivated lands with an extensive herbaceous cover, however, the entire plot was sampled, as well as in fallow lands, neglected lands, and pastures. In the case of roadsides or paths, the plants could only be sampled at the margins. In aquatic environments, the samples were taken only in the water course and damp areas in the margins. All these sampling areas can be considered potential gathering places since they are similar to those shown by the informants in previous ethnobotanical studies (Aceituno-Mata 2010; Tardío et al. 2005). They are located in the vicinity of the villages, generally near agricultural areas where weedy vegetables are abundant.

To obtain a realistic estimate of the species' edible yields, we only selected areas where pesticides or herbicides had not been sprayed. However, the streams and irrigation ditches where *Apium nodiflorum* naturally occurs at site *f* were occasionally cleaned and herbicides were applied. Production was not quantified at this site in 2008 because the scarce plant material remaining after herbicide application was not suitable for human consumption.



**Figure 3.2** A schematic illustration of the sampling areas (striped area) according to the presence of the species (marked with black dots) in cultivated lands (CL), uncultivated lands (UL), ruderal areas (RA), and aquatic environments (AE) and a representative photograph of each area CL: olive grove with herbaceous cover; UL: neglected land; RA: pathway; AE: a stream nearby farmlands.

All the species were sampled in spring, from March to May (see Table 3.2), and collected in their optimal period of consumption according to previous ethnobotanical research (Tardío et al. 2005). The optimal period was defined as the time before blooming, when the leaves and stems are still tender but have a size large enough to be gathered. Most plants could be gathered in the middle of spring (April), whereas the optimal growing stage of some species was reached in early (e.g., *Allium ampeloprasum*) or late (e.g., *Scolymus hispanicus*) spring. Harvesting dates also depended on the geographical area and the annual meteorological conditions. For example, *Rumex papillaris* was harvested in March at site *b* (780 m altitude) and almost two months later at site *h* (1,140 m).

#### 3.2.4. Estimation of individual plant yields

Individual plant yields of weedy vegetables were estimated during two (2007-2008) or three (2007-2009) consecutive years. Basic ecological techniques were applied following Cunningham (2001). The species were first divided into two groups according to their growth forms. The first group, named non-clonal species, includes species in which individuals can be easily distinguished. This group contains perennial and annual species in which the aerial part can be assumed to have developed from a single “rooted unit.” Within this group, a minimum of 25 randomly selected individuals per species were collected at each site. The fresh and healthy-appearing edible part was immediately weighed with a field scale. The second group, named clonal species, includes perennial species which grow forming clumps, such as *Apium nodiflorum*, *Silene vulgaris*, *Rumex pulcher* and *Rumex papillaris*. These herbs usually produce clonal offspring by means of vegetative growth. They have stoloniferous stems, branching rhizomes or roots, and dense rosettes or patches that may have originated from one or more “rooted units.” For clonal species, we collected and weighed the edible plant material from at least 25 quadrats of 20 x 20 cm (0.04 m<sup>2</sup>) randomly placed into the clumps formed by these species. Although yield data are not entirely comparable, we used a quadrat of 20 x 20 cm because this area approximately covers the same surface as the single rosette of several species with clearly differentiated individuals.

Non-destructive methods of collection were applied to perennial herbs, except for the geophyte *Allium ampeloprasum*, whose bulb was dug out with a hoe. The basal rosette of leaves and the leafy young stems of the hemicriptophyte species were harvested with scissors, leaving the root or rhizome intact without damaging its ability to resprout. The leaf blade of the thistles *Scolymus hispanicus* and *Silybum marianum* was eliminated before weighing. Leaves were peeled in the same way they would be prepared for eating, leaving only the edible part, the midrib and petiole. The leafy young stems of *Silene vulgaris* were collected by pinching and cutting them with the fingers. The aerial parts were harvested in annual species.



### **3.2.5. Estimation of plant density**

The local availability of the species was assessed in terms of plant density through a minimum of 25 randomly located transects of 25 x 2 m. The UTM coordinates of transects, from start to finish, were recorded and represented on master maps. Fieldwork was limited to the sampling areas previously described (see Figure 3.2).

Sampling took place between June and August, when we could easily identify and count the individuals thanks to the presence of flowers. In some cases, sampling was performed in spring, before crop lands were ploughed to remove weeds. Different procedures were used according to species growth (clonal vs. non-clonal) and biotype (perennials vs. annuals). For non-clonal species, we counted the number of individuals in each transect. For clonal species, we estimated plant cover by counting the number of 20 x 20 cm quadrats per transect occupied by the plants. For perennial species, plant density was estimated only in 2008 for the whole period, assuming that it will not significantly increase or decrease throughout the study years. For annual species we estimated plant density over a two year period (2008 and 2009).

### **3.2.6. Estimation of the production per hectare**

The individual yield and plant density values herein obtained were combined to ascertain the approximate production rate per hectare. Production per hectare was calculated by multiplying the average individual yield data by the average plant density of the species, assuming that all the plants counted in transects would reach harvestable sizes.

### **3.2.7. Data analysis**

Production data are expressed as fresh weight at harvest. Mean value  $\pm$  standard error (SE) of the three variables considered (individual plant yield, plant density, and production per hectare) is given for all the samples. Each sample comprises the dataset ( $n \geq 25$ ) obtained per species, year, and site. Since yield data were not normally distributed (Kolmogorov-Smirnov test) and there was no variance homogeneity among groups (Levene test), we used non-parametric tests (Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U test, applying the Bonferroni correction when multiple sets of data were compared). Intra-sample variability was also assessed with the coefficient of variation (CV).

In order to explore whether yield varied with environmental factors, we used correlation analysis. Monthly and accumulated precipitation and mean temperature from January to May were considered, as well as the altitude at the study sites. Data were taken from the meteorological stations nearest to each site (between 0-15 km of distance; 7 km on average) and provided by the Spanish Meteorological State Agency (AEMET). Given the limited number of samples (4-6 samples per species) this analysis was exclusively used in an exploratory way, since long-term research would be necessary for studying the real influence of such factors on yield.

### 3.3. Results and discussion

#### 3.3.1. Individual plant yield

Yield estimates of the wild greens surveyed are summarized in Table 3.3. The mean edible production of non-clonal species ranged from 7.8 g per plant in *Taraxacum obovatum* (year 2008, site 1) to 458.8 g per plant in *Beta maritima* (year 2007, site 1). Yield estimates of clonal species varied from 15.8 g per quadrat in *Silene vulgaris* (year 2008, site 2; equivalent to 395 g m<sup>-2</sup>) to 201.8 g in *Apium nodiflorum* (year 2008, site 2; 5,045 g m<sup>-2</sup>). Overall, the highest yield rates were found in *Beta maritima*, *Foeniculum vulgare* and *Silybum marianum*, and the lowest yield rates were found in *Allium ampeloprasum*, *Taraxacum obovatum* and *Silene vulgaris*.

Although species yield values were obtained from one collection per season, according to our own cultivation experiments and those of other authors (Casco 2000), several species in our sample, such as *Cichorium intybus*, *Rumex pulcher* or *Silene vulgaris*, could tolerate two or even three harvests in a season when they are cultivated. Thus, for these vegetables, the values presented here clearly underestimate potential yields.

There were remarkable differences among samples grown in different sites or years (Table 3.3). Four different variation patterns were found: 1) the production fluctuated between years in a proportional way at both sites (Figure 3.3A); 2) yield variations were different at each site (Figure 3.3B); 3) production fluctuated annually without significant between-site differences (Figure 3.3C); and 4) between-year and between-site differences did not show a clear pattern (Figure 3.3D).

In order to explore whether yield varied with environmental factors, we performed a correlation analysis with monthly and accumulated precipitation, mean temperature, and altitude. When significant, correlation coefficients are shown in Figure 3.3. In some species, such as *Sonchus oleraceus*, *Allium ampeloprasum* and *Scolymus hispanicus*, yields were positively correlated with monthly precipitation at harvest time, whereas in others, such as *Beta maritima*, a significant correlation was found with accumulated rainfall from January to March. Yield fluctuations in other species, such as *Cichorium intybus*, were correlated with mean temperature. In *Rumex papillaris*, the production was negatively correlated with altitude. Additionally, in the first two groups (Figure 3.3A and B) in which the highest yield rates were recorded at the same site over the study years, other factors, such as soil characteristics (e.g., pH, texture, nutrients), land uses (e.g., ploughed-unploughed agricultural lands), or even the presence of local ecotypes of the same species, might have influenced yields.

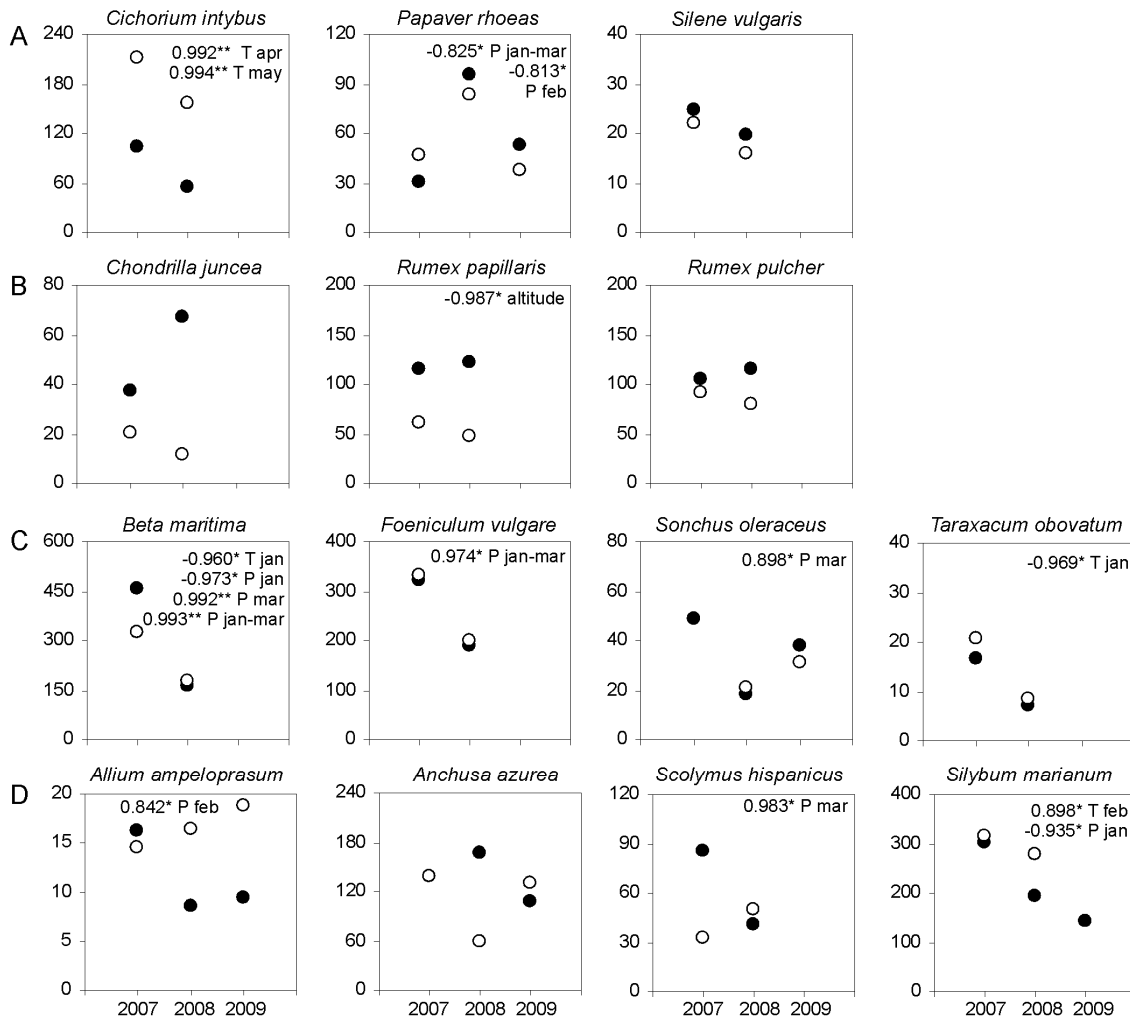
**Table 3.3** Natural edible production of the surveyed species in descending order of yield (mean  $\pm$  SE; g per plant in non-clonal species and g per 20 x 20 cm quadrat in clonal species).

| Plant species              | 2007              |                    | 2008              |                    | 2009              |                   | Total average    |
|----------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|
|                            | Site 1            | Site 2             | Site 1            | Site 2             | Site 1            | Site 2            |                  |
| Non-clonal species         |                   |                    |                   |                    |                   |                   |                  |
| <i>Beta maritima</i>       | 458.8 $\pm$ 54.8a | 326.9 $\pm$ 60.4ab | 170.8 $\pm$ 19.2b | 175.1 $\pm$ 18.9b  | N/A               | N/A               | 284.4 $\pm$ 24.3 |
| <i>Foeniculum vulgare</i>  | 327.1 $\pm$ 60.9a | 328.5 $\pm$ 45.5a  | 191.0 $\pm$ 24.9a | 200.4 $\pm$ 13.3a  | N/A               | N/A               | 261.7 $\pm$ 21.1 |
| <i>Silybum marianum</i>    | 300.1 $\pm$ 53.0a | 315.7 $\pm$ 44.2a  | 194.2 $\pm$ 41.1b | 278.1 $\pm$ 74.6ab | 143.3 $\pm$ 20.7b | N/A               | 246.1 $\pm$ 22.5 |
| <i>Cichorium intybus</i>   | 104.7 $\pm$ 10.0a | 210.9 $\pm$ 30.9b  | 55.8 $\pm$ 4.7c   | 155.8 $\pm$ 23.3ab | N/A               | N/A               | 130.7 $\pm$ 11.2 |
| <i>Anchusa azurea</i>      | N/A               | 139.1 $\pm$ 19.3a  | 167.2 $\pm$ 29.0a | 59.2 $\pm$ 7.2b    | 107.6 $\pm$ 11.9a | 130.7 $\pm$ 18.0a | 117.1 $\pm$ 8.4  |
| <i>Papaver rhoeas</i>      | 30.3 $\pm$ 2.8a   | 46.3 $\pm$ 7.0ab   | 95.9 $\pm$ 8.0c   | 83.1 $\pm$ 32.0ad  | 52.8 $\pm$ 5.4bd  | 37.6 $\pm$ 8.6a   | 58.4 $\pm$ 6.1   |
| <i>Scolymus hispanicus</i> | 85.4 $\pm$ 14.1a  | 32.4 $\pm$ 5.8b    | 41.1 $\pm$ 4.3b   | 49.7 $\pm$ 9.9b    | N/A               | N/A               | 52.7 $\pm$ 4.9   |
| <i>Chondrilla juncea</i>   | 37.4 $\pm$ 6.9a   | 20.3 $\pm$ 2.3a    | 67.4 $\pm$ 7.0b   | 11.8 $\pm$ 0.8c    | N/A               | N/A               | 30.1 $\pm$ 2.7   |
| <i>Sonchus oleraceus</i>   | 49.0 $\pm$ 11.1a  | N/A                | 18.7 $\pm$ 2.1a   | 19.9 $\pm$ 2.1a    | 37.8 $\pm$ 8.2a   | 31.2 $\pm$ 6.1a   | 28.3 $\pm$ 2.5   |
| <i>Allium ampeloprasum</i> | 16.3 $\pm$ 1.5ab  | 14.5 $\pm$ 0.9ab   | 8.5 $\pm$ 0.6c    | 16.4 $\pm$ 2.5a    | 9.4 $\pm$ 0.8c    | 18.8 $\pm$ 1.1b   | 13.8 $\pm$ 0.6   |
| <i>Taraxacum obovatum</i>  | 16.5 $\pm$ 1.2a   | 20.7 $\pm$ 2.0a    | 7.8 $\pm$ 0.4b    | 8.1 $\pm$ 0.5b     | N/A               | N/A               | 12.7 $\pm$ 0.8   |
| Clonal species             |                   |                    |                   |                    |                   |                   |                  |
| <i>Apium nodiflorum</i>    | 101.0 $\pm$ 8.5a  | N/A                | N/A               | 201.8 $\pm$ 15.4b  | N/A               | N/A               | 152.5 $\pm$ 11.5 |
| <i>Rumex pulcher</i>       | 105.2 $\pm$ 8.3ab | 92.3 $\pm$ 5.4ab   | 115.7 $\pm$ 9.5a  | 80.1 $\pm$ 6.6b    | N/A               | N/A               | 98.3 $\pm$ 4.0   |
| <i>Rumex papillaris</i>    | 114.8 $\pm$ 11.5a | 60.7 $\pm$ 5.3b    | 121.4 $\pm$ 8.7a  | 47.7 $\pm$ 4.8b    | N/A               | N/A               | 86.1 $\pm$ 5.1   |
| <i>Silene vulgaris</i>     | 24.9 $\pm$ 1.4a   | 21.9 $\pm$ 1.8a    | 19.6 $\pm$ 1.5ab  | 15.8 $\pm$ 1.1b    | N/A               | N/A               | 20.4 $\pm$ 0.8   |

N/A = Not Applicable.

a,b,c,d = The same letters following yield measurements in each row indicate means  $\pm$  SE can not be distinguished statistically. Different letters indicate the yields are statistically different. Pairs of data were compared using Mann-Whitney U test ( $p < 0.05$ ); multiple sets of data were initially compared using Kruskal-Wallis ( $p < 0.05$ ). Pairwise differences were then determined using a Bonferroni correction.

### 3.3. Results and discussion



**Figure 3.3** Different patterns of variation on plant yield (A-D; g of edible plant material) between sites (site 1 in black, site 2 in white) and years (2007-2009). The correlation coefficients with environmental factors are also shown (P: precipitation, T: temperature, altitude; \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ ).

Regarding intra-sample variability, the species with the highest levels (CVs > 90%) were *Papaver rhoeas*, *Scolymus hispanicus*, *Silybum marianum* and *Sonchus oleraceus*. Under the same environmental growth conditions, the yield of these species varied widely, possibly because of micro-habitat characteristics. Steady productions (CVs < 50%) were found in *Apium nodiflorum*, *Rumex papillaris*, *Rumex pulcher*, *Silene vulgaris* and *Taraxacum obovatum*, mostly clonal species, in which low genetic variability would be expected.

### 3.3.2. Plant density

Estimates of plant density are presented in Table 3.4. Density ranged between 2,000-15,000 plants ha<sup>-1</sup> and quadrats ha<sup>-1</sup> in both clonal and non-clonal herbs. Considerably lower values were found in *Scolymus hispanicus* (500 plants ha<sup>-1</sup>), in agreement with previous studies (Polo et al. 2009). Conversely, *Allium ampeloprasum* attained the highest rates (11,000-25,000 plants ha<sup>-1</sup>). Results reveal a wide gradient on plant density values, from sparse to high-density distributions; as with plant yields, some species displayed large variation in plant density between sites, especially in *Foeniculum vulgare* and *Rumex pulcher*. Intra-species variation in plant density was possibly influenced by local differences in soil characteristics and land use. In *Taraxacum obovatum* and *Apium nodiflorum*, plant density was not estimated because the natural microdistribution of these species at the study sites was limited or it was reduced by herbicide application, as previously mentioned in *Apium nodiflorum* at site *f*. Accordingly, the minimum number of transects required for sampling estimates was not reached ( $n < 25$  transects).

Plant density in annual herbs that were sampled in two different years ranged from 1,200 plants ha<sup>-1</sup> in *Silybum marianum* to 17,000 plants ha<sup>-1</sup> in *Papaver rhoeas* (Table 3.4). Between-site differences were only found in *Papaver rhoeas* in 2009, whereas the annual yields of *Sonchus oleraceus* remained steady over the two years of study. However, the annual availability of *Silybum marianum* fluctuated considerably and in one instance even dropped below the minimum values required for sampling estimates ( $n < 25$  transects). The total surface occupied by this thistle at site *c* was very small and, consequently, the total amount of edible plant material available in this area is also very low. In contrast to perennials, plant abundance of annual herbs may vary considerably over time since their seeds can remain in a dormant state for long periods and germinate only under suitable environmental conditions (Booth et al. 2003).

Plant density of the surveyed wild vegetables was found to be considerably high in most cases, suggesting that the sampling areas can generally provide prolific quantities of wild food resources. As we observed in the course of fieldwork, management practices like deep ploughing and herbicide spraying caused reversible short-term modifications in plant distribution. The abandonment of traditional agricultural activities has also led to the disappearance of potential habitats, limiting the availability of these plants, as previously recorded for *Scolymus hispanicus* (Polo et al. 2009). In some potential habitats, such as vacant building plots, plants have been definitely removed. Those observations dovetail with local perception that wild food plants are less abundant now than 50 years ago (Tardío et al. 2005), specifically for the species *Scolymus hispanicus*, *Silene vulgaris*, *Rumex papillaris* and *Chondrilla juncea* (Aceituno-Mata 2010), although there are no quantitative ecological data for an adequate comparison. The spatial distribution of plants is very important for gatherers, since the harvesting effort depends not only on the density in a certain place but also on the total abundance of plants available in the area (Polo et al. 2009).

**Table 3.4** Plant density of perennial (2008) and annual (2008 and 2009) species at the sampling areas (mean  $\pm$  SE; individuals ha<sup>-1</sup> in non-clonal species, and number of 20 x 20 cm quadrats ha<sup>-1</sup> occupied by the plant in clonal species).

| Plant species              | 2008                 |                     | 2009                |                    | Total average      |
|----------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
|                            | Site 1               | Site 2              | Site 1              | Site 2             |                    |
| Clonal species             |                      |                     |                     |                    |                    |
| <i>Rumex pulcher</i>       | 14,570 $\pm$ 2,913a  | 3,593 $\pm$ 812b    | -                   | -                  | 9,435 $\pm$ 1,733  |
| <i>Silene vulgaris</i>     | 7,623 $\pm$ 1,113a   | 5,821 $\pm$ 1,086a  | -                   | -                  | 6,757 $\pm$ 782    |
| <i>Rumex papillaris</i>    | 3,857 $\pm$ 1,046a   | 5,773 $\pm$ 1,690a  | -                   | -                  | 4,728 $\pm$ 956    |
| Non-clonal species         |                      |                     |                     |                    |                    |
| <i>Allium ampeloprasum</i> | 25,350 $\pm$ 7,964a  | 11,552 $\pm$ 2,966b | -                   | -                  | 15,494 $\pm$ 3,189 |
| <i>Chondrilla juncea</i>   | 8,779 $\pm$ 1,206a   | 6,267 $\pm$ 1,138a  | -                   | -                  | 7,687 $\pm$ 850    |
| <i>Foeniculum vulgare</i>  | 2,150 $\pm$ 588a     | 11,400 $\pm$ 1,757b | -                   | -                  | 6,513 $\pm$ 1,085  |
| <i>Anchusa azurea</i>      | 1,061 $\pm$ 265a     | 5,907 $\pm$ 830b    | -                   | -                  | 3,984 $\pm$ 591    |
| <i>Cichorium intybus</i>   | 4,237 $\pm$ 592a     | 2,914 $\pm$ 635a    | -                   | -                  | 3,676 $\pm$ 439    |
| <i>Beta maritima</i>       | 2,371 $\pm$ 469a     | 5,054 $\pm$ 1,132b  | -                   | -                  | 3,412 $\pm$ 544    |
| <i>Scolymus hispanicus</i> | 542 $\pm$ 82a        | 537 $\pm$ 167a      | -                   | -                  | 540 $\pm$ 84       |
| <i>Papaver rhoeas</i>      | 15,638 $\pm$ 4,039ab | 9,911 $\pm$ 4,047ab | 17,129 $\pm$ 2,214a | 6,825 $\pm$ 2,361b | 13,704 $\pm$ 1,751 |
| <i>Silybum marianum</i>    | 1,216 $\pm$ 316a     | 2,186 $\pm$ 1,041a  | 8,560 $\pm$ 1,377b  | N/A                | 4,500 $\pm$ 772    |
| <i>Sonchus oleraceus</i>   | 3,386 $\pm$ 667a     | 4,133 $\pm$ 1,030a  | 2,000 $\pm$ 727a    | 4,021 $\pm$ 768a   | 3,523 $\pm$ 415    |

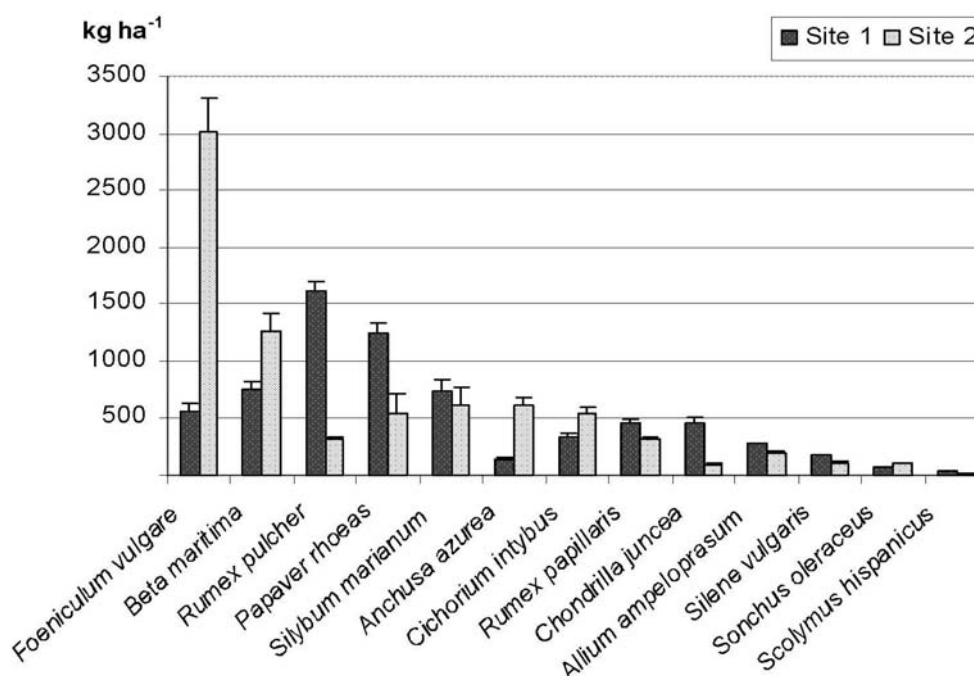
N/A = Not Applicable.

a,b = The same letters following density measurements in each row indicate means  $\pm$  SE can not be distinguished statistically. Different letters indicate the densities are statistically different. Pairs of data were compared using Mann-Whitney U test ( $p < 0.05$ ); multiple sets of data were initially compared using Kruskal-Wallis ( $p < 0.05$ ). Pairwise differences were then determined using a Bonferroni correction.

Modern agricultural practices such as tractor ploughing affect not only the plant distribution but also the edible portion of the plants. For example, *Chondrilla juncea* or *Cichorium intybus* collectors preferred the blanched shoots which sprouted in ploughed lands because they found these plants more tender and less bitter, with a taste that they associate with the modern ‘witloof’ or ‘Belgian endive’ (Tardío et al. 2005; Tardío 2010). Today, due to modern agricultural practices, these species commonly grow away from farmlands and they do not develop these blanched shoots.

### 3.3.3. Production per hectare

The estimated production per hectare of each weedy vegetable is shown in Figure 3.4. There was a wide variation in the yields of the plants at the two sites surveyed, mainly due to differences in plant density figures. At the sampling areas, and in descending order of yield, a total of 1,800 kg ha<sup>-1</sup> (total average values) of *Foeniculum vulgare*, 700-1,000 kg ha<sup>-1</sup> of *Beta maritima*, *Rumex pulcher*, *Papaver rhoeas* and *Silybum marianum*, and of 80-400 kg ha<sup>-1</sup> for the remaining species could be obtained. The lowest yields (30 kg ha<sup>-1</sup>) were found in *Scolymus hispanicus*. However, according to several ethnobotanical studies, this thistle is one of the most appreciated wild greens and it is still collected nowadays (Aceituno-Mata 2010; Polo et al. 2009; Tardío et al. 2006).



**Figure 3.4** Wild food plants production per hectare at the study sites, indirectly calculated from production per plant and plant density (kg ha<sup>-1</sup>; mean ± SE).

### 3.3.4. Alternatives for traditionally consumed wild vegetables

In this section, we discuss the viability of a sustainable exploitation of wild vegetables. Sustainable exploitation depends mainly on two factors: 1) natural availability; and 2) consumer demand. Because of the different densities and yields in the examined species and because of the different preferences of gatherers, it is unlikely that one type of management is suitable for all species. Therefore, three likely scenarios for sustainable harvesting have been considered: a) organic farming; b) harvesting of wild plants for commercial purposes; and c) harvesting of wild plants for domestic consumption. In the light of the results obtained in this paper, we discuss how the species studied could fit into these three scenarios.

#### 3.3.4.1. Organic farming

Wild edible plants are a good reservoir of potential new crops for a specialized market (Turner et al. 2011). Indeed, some examples of ‘new’ vegetables are found among wild plants with deep roots in Mediterranean food traditions, such as rocket salads (*Eruca vesicaria* [L.] Cav. and *Diplotaxis tenuifolia* [L.] DC) and watercress (*Rorippa nasturtium-aquaticum* Hayek). They are an interesting case of recent crop domestication in which the favorable combination of positive experience (sensory component of acceptance) and information (local gastronomy, health promotion) have contributed to successfully spread the use of these species (D’Antuono et al. 2009).

Cultivation under organic conditions might be a viable alternative for those species that may be more prone to overexploitation, for example because their low natural availability may not satisfy the potentially increasing demand. This is the case of culturally important species, especially those which showed low production rates, such as *Scolymus hispanicus* and *Silene vulgaris*. Both species are currently collected from the wild and sold in local markets and restaurants (Barão & Dias 2010; Tardío 2010), where a traditional dish using those species can cost 10 € (personal observations in the city of Madrid, 2012). The agronomic potential of these species has been previously studied (Alarcón et al. 2005; García et al. 2002). *Scolymus hispanicus* is considered a neglected crop (Hernández-Bermejo & León 1992) and it is currently a minor crop cultivated in Southern Spain (Soriano 2010). Moreover, given their low natural density, gathering a considerable amount of thistles is a very time-consuming activity.

Requirements of seeds and seedlings of wild plants, as well as labor costs and productivity, are not well known. However, cultivation experiments designed to explore the agronomic feasibility of several of the species studied are currently being conducted by our research group. Additionally, technical information on organic farming, including processing and organic certification of wild vegetables, is available from previous research, such as the pilot projects conducted in Western and Southern Spain (Casco 2000; Fernández & López 2005). According to these experiments and based on their nutritional profiles (Morales et al. 2012a; Sánchez-Mata et al. 2012), other candidates for cultivation could be *Rumex pulcher*, *Anchusa azurea*, *Allium*



*ampeloprasum*, *Silybum marianum*, *Cichorium intybus* and *Chondrilla juncea*, although they should be subject to sensory evaluation by panellists in order to ensure consumer acceptance. In addition, the production of *Apium nodiflorum* in a similar way to watercress, by hydroponics or aquaculture, may avoid the pollution risk that this aquatic plant is exposed to by the use of pesticides or the presence of pastoral activity in the area.

#### **3.3.4.2. Wild gathering for commercial purposes**

Sustainable harvesting of wild vegetables might be encouraged as a use of biodiversity which potentially offers social benefits to local communities (Menendez-Baceta et al. 2012). Weeds are fast-growing species that reproduce easily and, even in low-density perennials such as *Scolymus hispanicus*, an appropriate harvesting procedure allows continued plant growth. Such practices in harvesting leafy vegetables that were conducted by our informants include leaving the subterranean organs of perennials intact and collecting fewer but larger specimens (Aceituno-Mata 2010). Other good practices include allowing the populations to produce seed, preventing the plants from being exhausted due to a repeated collection of the same individuals, and not gathering isolated individuals (Thayer 2006).

The collection of abundant wild food resources can be turned into a commercial activity to promote rural development. Species with high yields that are culturally appreciated such as *Allium ampeloprasum*, *Chondrilla juncea*, *Beta maritima*, *Rumex papillaris*, *Foeniculum vulgare*, *Silybum marianum*, and *Sonchus oleraceus* (Aceituno-Mata 2010; Tardío et al. 2005) are good candidates for wild collection with commercial purposes. Although the collection of *Allium ampeloprasum* might be considered destructive, our experience shows that many small bulbs produced around the central bulb remain in the collecting place. Moreover, wild populations also include smaller individuals that are not selected by the gatherers, allowing its self-regeneration.

Wild food harvesting could be developed in the framework of the organic market and sustainable harvest certification in order to assure sustainability and food quality (Müller 2009). Organic wild collection is a very broad concept which encompasses food resources collected in pastures, uncultivated lands, and other areas of the agriculture landscape (IFOAM 2006). Organic certification can be applied to wild harvested plants, as provided in legal organic regulations at the regional (CAEM 2010) and international (e.g., EU Regulations EEC 834/07 and 889/08) scales. Likewise, many private organic standards have arisen that have additional requirements for wild harvesting (e.g., *Certification of Environmental Standards* –CERES- in Germany; *Ekologisk Produktion Certifierad* –KRAV- in Sweden; *Bio-Suisse* in Switzerland), as well as others focused on sustainable harvest certification of wild products in a broader sense, including other uses apart from food (FairWild Foundation 2010).

All these certification systems could foster safe and appropriate marketing of wild vegetables as fresh or processed products. In fact, recent changes in market demands are influencing the re-evaluation of wild foods, which are served in local restaurants as unique traditional delicacies. The wild food and drink sector seems to be a successful, profitable, and expanding one. More than 300 wild products are currently being produced for the global organic market, including medicinal and aromatic plants, nuts, fruits, and mushrooms collected in forested areas (IFOAM 2006). Because of the contamination risks that weedy vegetables are potentially exposed to, such as car exhaust, agrochemicals, and other sources of pollution, the specific standards for the collection of weedy vegetables growing on agricultural areas need to be more extensively developed in order to avoid unsafe consumption of wild edibles. In this way, the combination of organic farming and wild collection of weedy edibles in the same plots could be an interesting alternative to guarantee food safety.

#### **3.3.4.3. Wild collection for self-consumption**

Generally, small amounts of plant material are required to fulfil domestic harvesting needs. According to our yield and plant density estimations, the ruderal species herein studied are suitable to be harvested regularly for self-consumption without endangering their populations. Those species have been traditionally collected and their populations do not seem to have suffered from this exploitation. Therefore, wild edibles could be harvested as useful resources in the effort to achieve food security and sovereignty.

The maintenance of traditional practices, like gathering wild plants, has shown to operate as an important reservoir of useful knowledge, preventing its erosion. In Central Spain, wild edibles have been an important dietary supplement in spring time, coinciding with a seasonal period of scarcity of cultivated vegetables (Aceituno-Mata 2010). Nowadays, these practices can be interesting for food security as a buffer against times of food shortage or food crisis, such as the famine periods that happened in some parts of Europe in the nineteenth and twentieth centuries (Łuczaj et al. 2012). Although the economic potential of foraging wild edibles is unknown, it could be significant for domestic economies, as suggested by the economic benefits of Spanish home-gardens (Reyes-García et al. 2012). Vogl-Lukasser et al. (2010) report that some weeds spontaneously emerging in Austrian Alpine home gardens are tolerated because they are seen as an opportunity for increasing the number of useful plants and saving money. In home gardens, foraging wild edibles could also be transformed into a valuable environmental educational tool to promote traditional ecological knowledge and the conservation of wild species and their associated habitats (Sanderson & Prendergast 2002). Since wild foraging is not risk-free, however, competent identification of plants should be encouraged, especially for urban or untrained collectors, in order to avoid accidental poisoning by toxic look-alike species (Colombo et al. 2010).

### 3.4. Conclusions

This work aims to contribute to the knowledge and valorization of traditionally consumed wild vegetables. Despite their great nutritional interest, wild vegetables are still an undervalued food resource and very little is known about their production and sustainable exploitation. As far as we know, this paper provides the first quantitative data on the natural yields and availability of 15 Mediterranean wild green vegetables. Due to the great heterogeneity of the species with respect to life and growth forms, we have developed a basic yield evaluation methodology for wild vegetables that can be applied in other surveys.

According to local people, changes in land uses and management practices have diminished in some cases the local availability of these plants, especially due to the abandonment of traditional agricultural practices, contamination risks, and the urbanization of agricultural lands. Nevertheless, the edible yield of these plants was found to be considerably high in most cases, revealing the potential of traditional wild vegetables to increase food diversity. Some of the most appreciated of the still-collected species, such as *Scolymus hispanicus* and *Silene vulgaris*, showed low production rates. This finding suggests that species yield does not drive the selection of wild edible plants.

Traditional harvesting offers socio-cultural, economic, and ecological benefits to local communities. It also contributes to the conservation of bio-cultural diversity and promotes cultural empowerment to resist acculturation. Moreover, commercial wild collection and organic farming are feasible alternatives that can promote food quality and rural economic growth. Natural yields of wild edible plants can be compared with those obtained under agricultural conditions. Additionally, consumer acceptance should be assessed by sensory evaluation panels when considering their interest as potential new crops.

#### *Acknowledgements*

Financial support for this project was granted by the ERDF and the Spanish Ministry of Education and Science (CGL2006-09546/BOS and CSO2011-27565). We want to thank to S. González and A. Vélez del Burgo for collaborating in the fieldwork and the Spanish Meteorological State Agency (AEMET) for providing meteorological data. We are also grateful to the Department of Nutrition and Bromatology II of the Universidad Complutense de Madrid, especially to M. C. Sanchez-Mata, M. Cámara, V. Fernández, P. Morales, P. García and B. Ruiz for performing the plant nutritional analysis of this project. Finally, we thank the reviewers for their very appropriate and suggestive comments.



## 4. CAPÍTULO II

### ***Montia fontana* L. (Portulacaceae), an interesting wild vegetable traditionally consumed in the Iberian Peninsula<sup>2</sup>**

#### **Abstract**

*Montia fontana* L. is an aquatic plant traditionally consumed in the Centre and West of the Iberian Peninsula, where it is one of the most highly valued wild vegetables. The aim of this work was to evaluate both the natural yield and nutritional value of this scarcely known plant. Two wild populations, from two different sites of Central Spain, were sampled during three consecutive years. Plant production was estimated by two parameters: production per unit of surface and plant percentage cover in the selected site. Nutritional analyses included proximate composition and total energy, mineral macro and microelements, vitamin C, and organic acids. Mean yield at the growing areas was 2.64 kg m<sup>-2</sup>, though significant differences among sites and years were found. There was a positive correlation between production and accumulated rainfall from the beginning of the year till the collecting dates. The percentage cover of the species in the potential growing area was 8.25%, without significant differences among sites and years. Therefore, the wild populations of the species can reach a total mean production of 2,138 kg ha<sup>-1</sup> in this Spanish region. This is the first report of a global nutrient composition for *Montia fontana*. After moisture, the major constituent was fibre (4.44%), much higher than many cultivated vegetables. Also appreciable amounts of vitamin C (34 mg/100 g) and Mn (1.07 mg/100 g) were found. Due to its high lipid content (1.94%) this wild vegetable could be regarded as one of the richest source of omega-3 fatty acids among the leafy vegetables. This species can be considered an interesting wild resource for being included in the diet. Further research is needed for addressing its potential for being cultivated under different culture systems and for selecting accessions with lower oxalate content.

**Keywords:** *Montia fontana*, natural production, nutritional composition, Portugal, Spain, wild vegetables.

---

<sup>2</sup> Tardío J, **Molina M**, Aceituno-Mata L, Pardo-de-Santayana M, Morales R, Fernández-Ruiz V, Morales P, García P, Cámara M, Sánchez-Mata MC (2011) *Montia fontana* L. (Portulacaceae), an interesting wild vegetable traditionally consumed in the Iberian Peninsula. *Genetic Resources and Crop Evolution* 58(7): 1105–1118.

#### 4.1. Introduction

*Montia fontana* L., known in English as blinks or water-blinks, belongs to the family Portulacaceae. It grows in clumps in damp places, frequently in water, in springs, streams, wet places among rocks and moist pastures, especially on non-calcareous soils (Figure 4.1). It can be found in many temperate regions throughout the world (PFAF 2014) including some European areas, but it is rare in the East and South Europe (Walters 1964). Following Paiva et al. (1986) and Paiva & Villanueva (1990), three subspecies grow in the Iberian Peninsula: subsp. *fontana*, subsp. *chondrosperma* (Fenzl) Walters, and subsp. *amporitana* Sennen. The fourth subspecies recognized by Walters (1964), the subsp. *variabilis* Walters, was included in subsp. *amporitana* by the former authors. Common names of the species include *corujas*, *borujas*, *morujas*, *pamplinas* and *regajos*, in Spanish, and *morujas*, *merujas* or *merujes* in Portuguese.

It is an annual or perennial, glabrous and fleshy herb, with thin and branching stems up to 50 cm or more when it grows in water and shorter when appears in land. Its leaves are small, opposite and spatulate (3-20 mm). This plant has inconspicuous flowers of 2 mm in terminal cymes, with 3 sepals, 5 white petals, 3 stamens and 3 ovules, and small fruits in a globose capsule dehiscent by 3 valves and usually with 3 black, reticulated and reniform seeds.



**Figure 4.1** *Montia fontana*: a) detail of the plant at the flowering time; b) and c) habitat in Site 2. Estimation of yield per unit of surface: d) sampling a square of 20 x 20 cm, e) and f) cleaning and weighing the samples.

The young and tender stems and leaves of this plant are traditionally consumed in the regions of the Iberian Peninsula where it grows. There are many modern ethnobotanical references from Western and Central Spain. Most of them were registered in a previous review of wild edible plants in Spain (Tardío et al. 2006), but other later works have also included the use of this wild vegetable (ADISAC 2006; Criado et al. 2008; Díaz-Fernández et al. 2008; González et al. 2010; Velasco et al. 2010). Ethnobotanical studies in the North of Portugal have also recorded the same use for the species (Alves-Ribeiro et al. 2000; Pardo-de-Santayana et al. 2007). This is one of the most valued wild vegetables in these regions, especially in the Spanish province of Salamanca, where it is mentioned in lots of references (e.g., González et al. 2010; Velasco et al. 2010). A recent ethnobotanical study in the North of Madrid (Aceituno-Mata 2010) found that *Montia fontana* was one of the most important wild vegetables and still consumed by 64% of the informants that cited its use. This percentage was higher than that of other salad wild vegetables, like *Rorippa nasturtium-aquaticum* (L.) Hayek (58%) or *Rumex papillaris* Boiss. et Reut. (39%).

Despite being mentioned in some European sources (Coupian 1989; PFAF 2014), we only have found one clear ethnobotanical reference about its traditional use in Central Europe (Jage 1979). Following this author, at the end of the nineteenth century, water-blinks were sold in markets as a vegetable, especially in winter. In fact, several German folk names registered in Central Europe reflect its use as a salad vegetable: *flachssalat* (Vosges), *winzerlsalat* (Lower Bavaria), *schnippchensalat* (Saxony).

Water-blinks are always eaten raw in salads after being meticulously cleaned (e.g., Tardío et al. 2005; 2006). These salads are prepared dressing the plants with salt, vinegar and olive oil. Other ingredients, such as garlic, olives, preserved tomatoes, dry pepper, paprika, hard-boiled eggs and tuna are sometimes added. It is consumed even nowadays, being still possible to find it in some greengrocers and even in some restaurants. The plant must be harvested before the flowering period, prior to its nice flavour turn bitter (Díaz-Fernández et al. 2008; PFAF 2014). Several proverbs point out this fact, stating that when you can hear the call of the Cuckoo, the water-blinks are no longer suitable to eat, because they will be surely flowered. The plants have to achieve enough size to be collected. If scarcely developed, they carry a lot of mud when they are cut and then it takes a long time to clean them (Tardío et al. 2002). Therefore, in Spain they are collected from winter, in the milder areas, such as many places of Extremadura (Blanco & Cuadrado 2000), to spring, in the more continental areas, such as those of Madrid and Castilla-León (e.g., Díaz-Fernández et al. 2008). Some informants report that plants collected in highlands are better than those from the lowlands. They are smaller but tastier (Blanco 1998).

Regarding its ethnopharmacological use in the Iberian Peninsula, we only could find one reference, in Montesinho, Portugal (Carvalho 2010). A very hot poultice of the plant fried in olive oil is applied over the bladder as a diuretic to treat difficulty urinating and pain caused by cystitis. Other external medicinal use has also been described in Scotland (Allen & Hatfield 2004). The previously heated plant was placed on the affected area to treat suppurating sores and rheumatism.

The contribution of wild vegetables to the diet is also well documented, especially for satisfying the macro- and micronutrient needs of groups at risk, such as children, pregnant and/or lactating women, or the elderly (e.g., Flyman & Afolayan 2006; Grivetti & Ogle 2000; Ogle 2001). Green leafy vegetables are, in general, good sources of fibre, vitamins and minerals, as key compounds for health promotion, like recent epidemiological studies suggest (Lasheras et al. 2000). The need for increasing the fibre consumption in Western populations for its beneficial effects, such as the regulation of the intestinal function and the prevention of colon cancer, has been recently remarked (EFSA 2010). Related to micronutrients, the nutritional importance of vitamin C as an essential water-soluble vitamin, as well as for its antioxidant properties, is well established (Phillips et al. 2010). Also trace elements such as Cu, Mn and Zn (as cofactors of antioxidant enzymes), have an important role in the prevention of chronic diseases and also in improving the immune function. Other elements, such as Mn, Fe, Cu and Zn play a key role in the protection mechanisms by scavenging free radicals (McDermott 2000). Organic acids are primary metabolites involved in several biochemical pathways and play an important role as photosynthetic intermediates. The profile of organic acids varies depending on the species, age of the plant and the tissue type (López-Bucio et al. 2000). They are the responsible of the acid-sour flavour of the plant, especially due to citric and malic acids, but also to ascorbic acid (Oliveira et al. 2008). Oxalic acid is usually considered an anti-nutritional factor for its relation with the absorption of calcium.

To the authors' knowledge, there is a lack of information about the nutritional composition of *Montia fontana*. Schelstraete & Kennedy (1980) analysed the nutritional value of the close-related species *Claytonia perfoliata* Donn ex Wild. [synonym, *Montia perfoliata* (Donn ex Willd.) Howell]. This American species is consumed as a vegetable as well, eaten fresh or boiled, being known as miner's lettuce or winter purslane (Moerman 1998; Munro & Small 1997). It is also naturalized in Central and Western Europe (Paiva & Villanueva 1990; Walters 1964) and even occasionally cultivated in the United States, South America, West and South of Europe and in tropical Africa as a vegetable for raw consumption and as a pot herb (Hammer 2001). Another aspect that has not been sufficiently studied is the quantification of wild plant resources availability, especially for wild vegetables. Except for some commercial wild fruits (e.g., Kerns et al. 2004; Miinaa et al. 2010; Molina et al. 2011; Murray et al. 2005), there are only a few works on wild plants yield in terms of edible biomass (e.g., Youngblood 2004). To the authors' knowledge, though its interest as a potential crop plant has been recently mentioned (Sánchez-Monge 2001), no studies have been carried out on the edible production of *Montia fontana*.

Due to the interest of this scarcely known plant, the aim of this study was to evaluate both its natural yield and nutritional value in two sites of Central Spain. On one hand, the estimation of the natural production of this plant can be very useful in order to assess the availability and sustainability of this resource. On the other hand, the knowledge of its nutritional composition may contribute to a better valorisation of this traditional resource and can aid to know its influence in the past diets and also its interest for the future.



## 4.2. Materials and methods

### 4.2.1. Study sites and harvesting dates

Two wild populations of *Montia fontana* subsp. *amporitana* were selected to carry out this survey. Water-blinks grew along the stream-sides and the associated flooding areas of two localities of Central Spain (Table 4.1). As can be seen in the table, Site 1 is dryer and hotter than Site 2 that is located almost 700 m higher in the highlands of Guadarrama mountain range. The area of study of Site 1 included a stream section of 950 m length and 10-15 m width in the widest places, whereas at Site 2 comprised 1,120 m length and 1 m width with 5 m in the widest sections.

The sampling was carried out choosing the best moment of harvesting, i.e. when the plants have reached the maximum development before flowering. As shown in Table 4.1, water-blinks were harvested at the end of March at Site 1. However, the plants from Site 2, almost 700 m higher and therefore colder, were developed and collected about a month later, at the end of April.

**Table 4.1** Location, climatic features and harvesting dates of the two selected sites.

|                              | Site 1                             | Site 2                |
|------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| Area                         | Arroyo Grande                      | Puerto de la Morcuera |
| Municipality                 | Ituero y Lama                      | Rascafría             |
| Province                     | Segovia                            | Madrid                |
| Geographical coordinates     | 40°49'N; 4°23'W                    | 40°50'N; 3°49'W       |
| Altitude (m)                 | 1,020                              | 1,700                 |
| Mean annual rainfall (mm)    | 480                                | 1,350                 |
| Mean annual temperature (°C) | 10.8                               | 6.3                   |
| Harvesting dates             | 16/04/2007; 31/03/2008; 25/03/2009 | 27/4/2008; 29/4/2009  |

### 4.2.2. Natural production estimations

Water-blinks yield was quantified in two phases. Firstly, the production per unit of surface was evaluated and, in a second stage, the abundance of the plant in the selected site was estimated as percentage cover.

The yield of plant per unit of surface was evaluated during two or three consecutive years in the two selected sites (Table 4.1). Since we wanted to measure the yield of the plant, we selected only the areas where the plant was present. The sample unit was a quadrat, i.e. a square frame, of 20 x 20 cm (0.04 m<sup>2</sup>). The fresh usable part from 20 quadrats randomly placed into the clumps formed by the species was harvested with scissors and weighed in a field scale (Figure 4.1). Before weighing, a meticulous cleaning of the plant material was performed to separate other plant species that often

grow in the same place, such as *Stellaria alsine* Grimm and *Ranunculus hederaceus* L. A representative fraction of these samples was selected for the nutritional analysis.

Plant abundance, expressed as the percentage cover of the species at the two study sites was evaluated through more than 20 transects of 10 x 1 m randomly located along the gathering places. According to total surface sampled in each location, we performed 20 transects at Site 1 and 30 at Site 2. The number of 20 x 20 cm quadrats occupied by the plant was counted in each transect and subsequently the percent covered area was calculated. The sampling was carried out in 2009 at both locations and also in 2008 at Site 2 to assess between year variations.

### 4.2.3. Nutritional analysis

As mentioned before, an aliquot part of the samples used for yield estimations was also evaluated for nutritional composition. Therefore, along the three years of study, five different samples were analysed, three from Site 1 (2007, 2008 and 2009) and two from Site 2 (2008 and 2009). At least 500 g of edible portion (young and tender stems with leaves) were chosen for each sample, packed in plastic bags, and transported to the laboratories in a cold system within the day. All the plants selected presented a healthy external appearance.

A part of the fresh samples was immediately homogenized in a laboratory blender. Aliquots were taken to analyze moisture, organic acids and total vitamin C, both in the form of ascorbic acid (AA) and dehydroascorbic acid (DHA). The other part of the samples were freeze-dried and kept at -20°C, in a dark, dry ambient. Analysis performed on dry samples were: total available carbohydrates (TAC), total dietary fibre, total proteins, fat content, ash and mineral elements (Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn). Triplicate sub-samples were taken for all the analytical procedures.

Moisture content was determined by desiccation to constant weight at  $100 \pm 2^\circ\text{C}$  (AOAC 2006). Total available carbohydrate (TAC) determination was carried out by a colorimetric method using anthrone reagent after hydrolysis with  $\text{HClO}_4$ , as described by Osborne & Voogt (1986). Absorbance was measured at 630 nm on a UV/Vis Spectrometer EZ210 (Perkin Elmer, Waltham, MA, USA) equipped with Lambda software PESSW version 1.2. The absorbance of the sample solution was compared to a 10-100 mg ml<sup>-1</sup> concentration range standard glucose calibration curve.

Total dietary fibre was determined according to AOAC non enzymatic-gravimetric method 985.29 for total fibre (AOAC 2006). Total protein was determined from the nitrogen content obtained by the Kjeldahl method after digestion in sulfuric acid. Total nitrogen content was converted to protein content by using the conversion factor 6.25 (AOAC 2006). Fat content was determined gravimetrically after a continuous extraction process with ethyl-ether at 120°C for 6 h using a Soxtec System HT 1043 (Tecator).

Total mineral content (ashes) was determined gravimetrically by incineration in a high pressure microwave oven (Muffle Furnace mls1200) for 24 h at 550°C, and gravimetric quantification of the ashes obtained (method 930.05, AOAC 2006). The residue of incineration was extracted with HCl (50% v/v) and HNO<sub>3</sub> (50% v/v) and made up to an appropriate volume with distilled water, where Fe, Cu, Mn and Zn were directly measured. An additional 1/10 (v/v) dilution was performed in LaCl<sub>2</sub> (1.8%) for Ca and Mg determination, and CsCl<sub>2</sub> (0.2%) for Na and K analysis. All measurements were performed in atomic absorption spectroscopy (AAS) in an Analyst 200 Perkin Elmer equipment.

Ascorbic acid (AA) and organic acids were quantified by High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) after extraction with 4.5% *m*-phosphoric acid (Sánchez-Mata et al. 2012). An aliquot of the extracts were also subjected to reduction with L-cysteine at a pH of 7, to transform the DHA in AA and analyse the total vitamin C content. The analytical equipment used was a liquid chromatographer (Micron Analítica, Madrid, Spain) equipped with an isocratic pump (model PU-II), an AS-1555 automatic injector (Jasco, Japan), a Spherclone ODS (2) 250 x 4.60, 5 µm Phenomenex column, a UV-visible detector (Thermo Separation Spectra Series UV100), and software Biocrom 2000 version 3.0. The mobile phase was 1.8 mM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pH = 2.6). For AA analysis a flow-rate of 0.9 ml min<sup>-1</sup> and UV detection at 245 nm was used, while conditions for organic acids were 215 nm UV detection and 0.4 ml min<sup>-1</sup> flow rate. Linear calibration curves were performed for quantification purposes with AA and other organic acids standards (oxalic, malic and citric acids) in *m*-phosphoric acid.

#### 4.2.4. Statistics

Mean value ± standard error (SE) is given for all the measured parameters. Between-year and between-site differences in production data were statistically analysed with the non-parametric Mann Whitney U test. The nutritional analyses were carried out by triplicate. The mean differences among sites and years in nutritional parameters were analysed by ANOVA, followed by Duncan's multiple range test. All the procedures were tested with  $\alpha = 0.05$ .

### 4.3. Results and discussion

#### 4.3.1. Natural production estimations

Table 4.2 shows a summary of the yield parameters measured for estimating the natural production of *Montia fontana* at the two sites along the different seasons. As can be seen in Table 4.2A, the mean yield per sampled quadrat fluctuated between  $1.52 \pm 0.12 \text{ kg m}^{-2}$  ( $60.7 \pm 4.7 \text{ g}$  per quadrat) at Site 1 in 2008 and  $3.91 \pm 0.29 \text{ kg m}^{-2}$  ( $156.2 \pm 11.5 \text{ g}$  per quadrat) at Site 2 in 2009.

Significant differences among sites and years were detected. The lowest production was found at both sites in the year 2008, coinciding with the driest spring of the study period (see Figure 4.2). Production of Site 2 was significantly higher than that of Site 1 in the two common sampled years (2008 and 2009), though the highest production value at Site 1 was found in 2007. Total mean value was  $2.64 \pm 0.13 \text{ kg m}^{-2}$  ( $105.6 \pm 5.1 \text{ g}$  per quadrat).

Regarding the abundance of water-blinks in the surveyed areas, Table 4.2B shows the percentage cover of the species in the potential growing sites. As previously mentioned, abundance studies were carried out only at Site 2 in 2008 and at both sites in 2009. As can be seen in the table, the percentage cover was 8.34% at Site 1 and 8.21% at Site 2 without significant differences among sites and years (total mean 8.25%).

**Table 4.2** Yield parameters measured for *Montia fontana* in the two sites during the three years of study (mean  $\pm$  SE).

|  | Location | 2007                       | 2008                        | 2009                       | Total                     |
|--|----------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| A. Production per quadrat<br>( $\text{kg m}^{-2}$ )          | Site 1   | $2.83 \pm 0.12 \text{ a}$  | $1.52 \pm 0.12 \text{ bA}$  | $1.98 \pm 0.16 \text{ cA}$ | $2.14 \pm 0.13 \text{ A}$ |
|  | Site 2   | N/A                        | $2.65 \pm 0.28 \text{ aB}$  | $3.91 \pm 0.29 \text{ bB}$ | $3.35 \pm 0.22 \text{ B}$ |
|  | Total    | $2.83 \pm 0.12 \text{ a}$  | $2.09 \pm 0.18 \text{ b}$   | $3.05 \pm 0.22 \text{ a}$  | $2.64 \pm 0.13$           |
| B. Plant coverage (% of area)                                | Site 1   | N/A                        | N/A                         | $8.34 \pm 2.05 \text{ A}$  | $8.34 \pm 2.05 \text{ A}$ |
|  | Site 2   | N/A                        | $9.32 \pm 2.89 \text{ a}$   | $7.11 \pm 1.27 \text{ aA}$ | $8.21 \pm 1.57 \text{ A}$ |
|  | Total    | N/A                        | $9.32 \pm 2.89 \text{ a}$   | $7.60 \pm 1.11 \text{ a}$  | $8.25 \pm 1.28$           |
| C. Production per area of<br>habitat ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) | Site 1   | $2,362 \pm 96^* \text{ a}$ | $1,265 \pm 97^* \text{ bA}$ | $1,653 \pm 131 \text{ cA}$ | $1,760 \pm 86 \text{ A}$  |
|  | Site 2   | N/A                        | $2,474 \pm 265 \text{ aB}$  | $2,775 \pm 203 \text{ aB}$ | $2,641 \pm 154 \text{ B}$ |
|  | Total    | $2,362 \pm 96^* \text{ a}$ | $1,870 \pm 170 \text{ b}$   | $2,276 \pm 151 \text{ a}$  | $2,138 \pm 95$            |

For each parameter, capital letters compare means in a column, regular letters in a row ( $p \leq 0.05$ ).

N/A: not available.

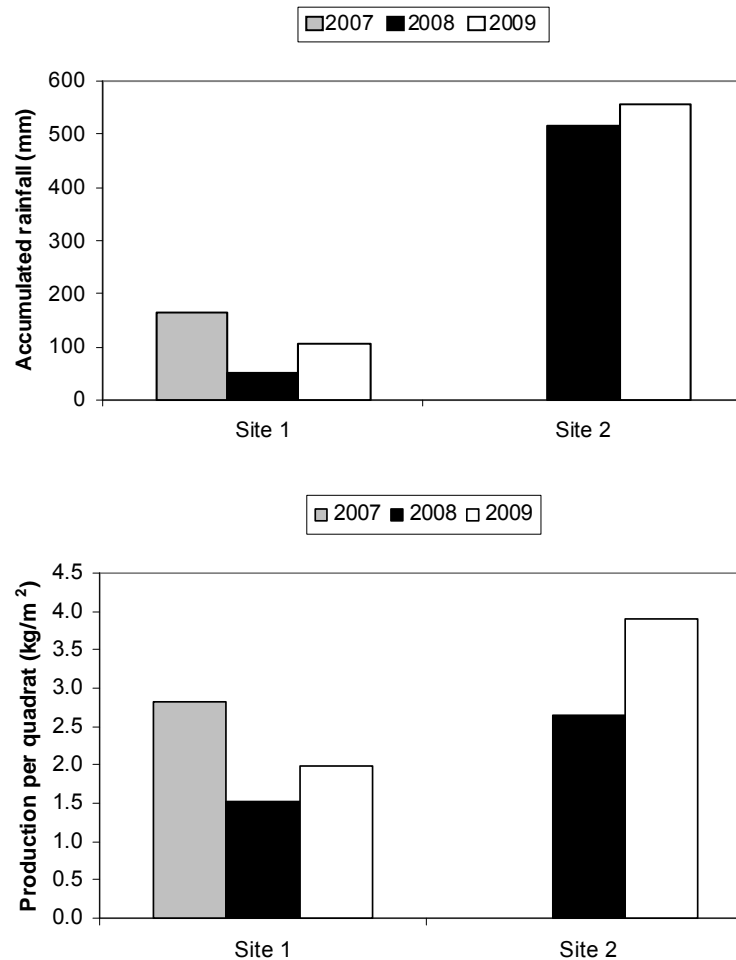
\*Production of 2007 and 2008 at Site 1 has been estimated with plant coverage data from 2009.

Taking into account the mean yield per quadrat and the percentage cover of the species, we calculated the production of *Montia fontana* in the total area surveyed (Table 4.2C). Since significant differences were not found in the percentage of area covered by the species, total production in 2008 at Site 1 has been estimated with plant abundance data of 2009. As expected by the values of yield per quadrat, the production of Site 2 has been significantly higher than that of Site 1 in the two common sampled years. Overall, a total mean production of  $2,138 \pm 95 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $0.21 \pm 0.01 \text{ kg m}^{-2}$ ) has been estimated for the species in this Spanish region. These data can be of interest for planning the sustainable harvest of water-blinks in protected areas.

Trying to explain the yield differences between sites and years of the study, the relationship among production and different meteorological data has been analysed. Meteorological conditions, particularly accumulated rainfall, seem to have positively influenced the production per quadrat, the yield parameter that better reflects between-years variance. Although with only 5 cases, a high, positive and significant correlation between the two parameters was detected (Spearman's coefficient: 0.9;  $p \leq 0.05$ ). Figure 4.2 shows the accumulated rainfall from the beginning of the year till the collecting dates and production per quadrat of *Montia fontana* at the two study sites along the years of study. As can be observed in the figure, the higher accumulated rainfall of Site 2 may explain the higher water-blink yield at this site in the two common sampled years. Likewise, the lower production in 2008 is surely due to the driest winter and spring of this year in both sites. The clear relation between water level and winter precipitation in Mediterranean streams is surely one of the major reasons for yield differences of this aquatic plant. These results completely agree with the popular perception about this plant which states that a rainy season (winter-spring) favours a great development of the plant whereas it hardly appears in dry periods (Díaz-Fernández et al. 2008).

No other reference about *Montia fontana* production has been found in the scientific literature. Therefore, we can only compare yield estimations of water-blinks with data from other species that often grows in the same habitat, such as watercress (*Rorippa nasturtium-aquaticum*). Following Guibertau (1990), production of wild watercress can reach  $2.5\text{-}4.5 \text{ kg m}^{-2}$ , though this author does not mention the origin and measure conditions of these data. Assuming that these data were restricted to plant growing surface, the mean data obtained for water-blinks ( $2.64 \text{ kg m}^{-2}$ , see Table 4.2A) are near of the lower extreme of the production range described for watercress. This was quite expectable considering the lower size of this plant.

There are, however, many references about watercress cultivation including some yield data (e.g., Fennell 2006; Guibertau 1990; Schippers 2004) that could be useful for knowing the potential of water-blinks culture. Fennell (2006) documented a yield range of  $7,500\text{-}10,000 \text{ kg ha}^{-1}$  in UK, harvested about 6 times each year, and an average yield of  $25,620 \text{ kg ha}^{-1}$  in Hawaii, with the best growth occurring during the cool, wet season from October to April. Other authors mentioned even higher yield values of up to  $50,000 \text{ kg ha}^{-1}$  (Schippers 2004).



**Figure 4.2** Accumulated rainfall (mm) from January till collecting dates and production per quadrat of *Montia fontana* (kg m<sup>-2</sup>) in the two sites along the years of study.

Watercress have been also extensively cultivated hydroponically in New Zealand, i.e. growing plants in water without soil using mineral nutrient solutions (Fennell 2006). There is also the chance of combining hydroponics and aquaculture in an established methodology referred to as aquaponics, a symbiotic system in which nitrogen waste from fish metabolites provides needed nutrients to the vegetable crop. The use of watercress in an aquaponic production system utilizing brook trout aquaculture effluent has been successfully proved in the US (Smith 2007). In our opinion, all these methods might also be adapted and employed with water-blinds. In fact, some hydroponic experiences have been done with the related species *Portulaca oleracea* L. (Fontana et al. 2006; Palaniswamy et al. 2002).

### 4.3.2. Nutritional value

Table 4.3 shows the proximate composition, mineral elements, vitamin C and organic acids levels found in the edible parts of *Montia fontana*. As can be seen in this table, wide variations were found among some measured parameters between years and sites. These variations are probably due to environmental factors and justify the importance of studying to what extent micronutrient contents of wild vegetable species varies according to geographical location, agricultural practices and climate, as stated by Flyman & Afolayan (2006).

Moisture was very stable among sites and years, and can be included within the range of most wild vegetables (Guil-Guerrero et al. 1997). Comparing with data of Souci et al. (2008), the mean moisture value obtained for *Montia fontana* (89.6%) was higher than that of *Urtica dioica* L. (83.3%) but lower than that of *Cichorium intybus* L. (94.1%). These values were also similar to those described of *Claytonia perfoliata* (92.4%; Schelstraete & Kennedy 1980). The fact that *Montia fontana* lives in very wet habitats, does not seem to have an influence in a higher internal water content of the plant.

Protein content (1.76%) was also a rather stable parameter and, following Souci et al. (2008), comparable to data of other wild leafy vegetables of the same family as *Portulaca oleracea* (1.48%, cited as *P. sativa* Haw.) or of other families, such as *Cichorium intybus* (1.22%) and *Valerianella locusta* (L.) Laterr. (1.84%, cited as *V. olitoria* (L.) Pollich).

*Montia fontana* stood out for its lipid content (1.94%), higher than other vegetables mentioned in Souci et al. (2008), such as *Rorippa nasturtium-aquaticum* (cited as *Nasturtium officinale* R. Br.) or *Valerianella locusta* (0.3 and 0.36% respectively). This is one of the highest fat content values reported for wild or cultivated leafy vegetables, over the contents of *Silene vulgaris* (Moench) Garcke, *Sonchus oleraceus* L., *Bryonia dioica* Jacq., *Chondrilla juncea* L. and *Lepidium sativum* L. in a range of 1.2-1.5% (Morales et al. 2012b; Souci et al. 2008). As far as we know, a higher value for lipid content has only been found in water spinach (*Ipomoea aquatica* Forssk.), a semi-aquatic plant native to tropics and subtropics that it is used as a leaf vegetable, being also cultivated in Southeast Asia, India and Southern China (Umar et al. 2007). These authors provided a lipid content value for this species of 11% in dry weight (72.83% of moisture), equivalent to 2.99% in fresh weight. Nevertheless, if considering dry weight, the mean lipid content of *Montia fontana* (17.51 g/100 g dw) is even higher.

Lipid content may be the main responsible for the higher energy value of this species (31.48 kcal/100 g), higher than the values reported by Schelstraete & Kennedy (1980) for the close related species *Claytonia perfoliata* (20 kcal/100 g) but similar to other vegetables such as *Cichorium endivia* L. (escarole), with 30 kcal/100 g. Together with moisture, energy value was one of the most stable parameters, with no statistically significant differences among years and locations.

**Table 4.3** Nutrient composition on fresh weight of the analysed samples (mean  $\pm$  SE;  $n = 3$ ).

| Constituents             | 2007               | 2008                | Site 2              | 2009                | Site 2             | Average            | Site 2             | Global              |
|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
|                          | Site 1             | Site 1              |                     | Site 1              |                    | Site 1             |                    | Site 1              |
| Proximate (g/100 g)      |                    |                     |                     |                     |                    |                    |                    |                     |
| Moisture                 | 88.89 $\pm$ 1.69a  | 92.04 $\pm$ 0.16a   | 93.22 $\pm$ 0.27a   | 91.91 $\pm$ 0.05a   | 92.60 $\pm$ 0.06a  | 90.83 $\pm$ 1.30   | 92.76 $\pm$ 0.18   | 91.47 $\pm$ 1.18    |
| Proteins                 | 1.50 $\pm$ 0.13a   | 1.89 $\pm$ 0.07ab   | 2.02 $\pm$ 0.15b    | 1.53 $\pm$ 0.00ab   | 1.86 $\pm$ 0.05ab  | 1.64 $\pm$ 0.14    | 1.94 $\pm$ 0.09    | 1.76 $\pm$ 0.14     |
| Fat                      | 1.72 $\pm$ 0.05ab  | 2.01 $\pm$ 0.08ab   | 2.15 $\pm$ 0.11b    | 2.01 $\pm$ 0.03ab   | 1.67 $\pm$ 0.02a   | 1.91 $\pm$ 0.10    | 1.96 $\pm$ 0.17    | 1.94 $\pm$ 0.13     |
| Available carbohydrates  | 3.28 $\pm$ 0.20d   | 1.81 $\pm$ 0.10bc   | 0.53 $\pm$ 0.05a    | 1.93 $\pm$ 0.04c    | 1.49 $\pm$ 0.10b   | 2.55 $\pm$ 0.44    | 1.13 $\pm$ 0.29    | 1.81 $\pm$ 0.55     |
| Fibre                    | 5.40 $\pm$ 0.06b   | 3.96 $\pm$ 0.20a    | 4.32 $\pm$ 0.26a    | 4.21 $\pm$ 0.08a    | 4.30 $\pm$ 0.16a   | 4.52 $\pm$ 0.40    | 4.31 $\pm$ 0.20    | 4.44 $\pm$ 0.34     |
| Ashes                    | 1.54 $\pm$ 0.01c   | 1.11 $\pm$ 0.01b    | 0.94 $\pm$ 0.02a    | 1.11 $\pm$ 0.02b    | 0.95 $\pm$ 0.01a   | 1.26 $\pm$ 0.22    | 0.95 $\pm$ 0.03    | 1.13 $\pm$ 0.13     |
| Energy (kcal/100 g)      | 33.32 $\pm$ 0.17a  | 32.62 $\pm$ 1.09a   | 30.41 $\pm$ 1.54a   | 31.55 $\pm$ 1.17a   | 28.94 $\pm$ 0.56a  | 32.68 $\pm$ 0.74   | 29.68 $\pm$ 1.08   | 31.48 $\pm$ 1.18    |
| Minerals (mg/100 g)      |                    |                     |                     |                     |                    |                    |                    |                     |
| Na                       | 97.56 $\pm$ 5.06c  | 87.86 $\pm$ 1.32c   | 63.74 $\pm$ 2.98b   | 85.76 $\pm$ 0.99c   | 38.74 $\pm$ 1.7a   | 90.71 $\pm$ 4.34   | 48.74 $\pm$ 8.15   | 74.73 $\pm$ 13.57   |
| K                        | 506.60 $\pm$ 3.19c | 385.70 $\pm$ 18.31b | 310.4 $\pm$ 15.1a   | 265.00 $\pm$ 7.16a  | 314.60 $\pm$ 11.3a | 385.70 $\pm$ 61.30 | 312.50 $\pm$ 12.01 | 356.50 $\pm$ 51.57  |
| Ca                       | 48.15 $\pm$ 0.29d  | 28.18 $\pm$ 1.39bc  | 31.93 $\pm$ 0.67c   | 25.17 $\pm$ 2.21b   | 23.70 $\pm$ 0.37a  | 33.54 $\pm$ 6.38   | 27.82 $\pm$ 2.65   | 31.43 $\pm$ 5.38    |
| Mg                       | 40.45 $\pm$ 0.40c  | 36.69 $\pm$ 1.60b   | 27.56 $\pm$ 0.51a   | 26.61 $\pm$ 1.584a  | 25.74 $\pm$ 1.04a  | 35.58 $\pm$ 3.52   | 26.65 $\pm$ 0.93   | 31.75 $\pm$ 3.75    |
| Fe                       | 0.86 $\pm$ 0.02b   | 0.93 $\pm$ 0.06 b   | 1.57 $\pm$ 0.08c    | 1.68 $\pm$ 0.04c    | 0.60 $\pm$ 0.01a   | 1.16 $\pm$ 0.23    | 1.08 $\pm$ 0.31    | 1.30 $\pm$ 0.26     |
| Cu                       | 0.06 $\pm$ 0.01a   | 0.04 $\pm$ 0.00a    | 0.05 $\pm$ 0.01a    | 0.06 $\pm$ 0.01a    | 0.04 $\pm$ 0.00a   | 0.05 $\pm$ 0.01    | 0.05 $\pm$ 0.01    | 0.05 $\pm$ 0.01     |
| Mn                       | 1.93 $\pm$ 0.01d   | 1.02 $\pm$ 0.04c    | 0.93 $\pm$ 0.0bc    | 0.81 $\pm$ 0.03b    | 0.66 $\pm$ 0.04a   | 1.25 $\pm$ 0.30    | 0.80 $\pm$ 0.09    | 1.07 $\pm$ 0.27     |
| Zn)                      | 0.33 $\pm$ 0.01b   | 0.27 $\pm$ 0.01a    | 0.56 $\pm$ 0.01d    | 0.34 $\pm$ 0.02b    | 0.40 $\pm$ 0.01c   | 0.31 $\pm$ 0.02    | 0.48 $\pm$ 0.05    | 0.38 $\pm$ 0.07     |
| Vitamin C (mg/100 g)     |                    |                     |                     |                     |                    |                    |                    |                     |
| Total vit C              | 35.74 $\pm$ 1.37b  | 33.56 $\pm$ 0.93b   | 22.77 $\pm$ 1.44a   | 49.23 $\pm$ 2.83c   | 30.38 $\pm$ 0.30b  | 39.51 $\pm$ 5.48   | 26.58 $\pm$ 2.58   | 34.34 $\pm$ 5.35    |
| AA                       | 23.74 $\pm$ 0.11b  | 33.56 $\pm$ 0.93d   | 7.20 $\pm$ 0.17a    | 45.42 $\pm$ 1.07e   | 27.62 $\pm$ 0.24c  | 34.24 $\pm$ 3.00   | 19.45 $\pm$ 6.47   | 28.96 $\pm$ 7.03    |
| DHAA                     | 12.00 $\pm$ 1.30b  | nd                  | 17.98 $\pm$ 1.00c   | 6.08 $\pm$ 1.37a    | 3.26 $\pm$ 0.17a   | 8.03 $\pm$ 4.55    | 10.37 $\pm$ 4.87   | 9.19 $\pm$ 3.90     |
| Organic acids (mg/100 g) |                    |                     |                     |                     |                    |                    |                    |                     |
| Oxalic acid              | 42.79 $\pm$ 0.01a  | 343.40 $\pm$ 28.16c | 996.06 $\pm$ 39.97d | 250.60 $\pm$ 3.89 b | 944.92 $\pm$ 5.19d | 217.73 $\pm$ 74.10 | 970.49 $\pm$ 30.64 | 565.16 $\pm$ 233.34 |
| Malic acid               | nd                 | 138.60 $\pm$ 19.08b | 21.30 $\pm$ 2.58 a  | 102.80 $\pm$ 3.42 b | nd                 | 103.46 $\pm$ 30.43 | 15.94 $\pm$ 6.38   | 71.64 $\pm$ 34.91   |
| Citric acid              | nd                 | 28.60 $\pm$ 4.46 a  | 96.00 $\pm$ 5.40 b  | 24.00 $\pm$ 2.01 a  | nd                 | 21.50 $\pm$ 6.61   | 71.97 $\pm$ 28.10  | 41.70 $\pm$ 22.68   |

In each row, different letters mean significant differences ( $p \leq 0.05$ ).

nd = non detected.



However, available carbohydrates fluctuated significantly among the different analysed samples, ranging from 0.45 to 3.8%. The global average value (1.81 g/100 g) was higher than 0.59% described for *Portulaca oleracea* (Souci et al. 2008) but lower than 3.22% reported for *Claytonia perfoliata* (Schelstraete & Kennedy 1980).

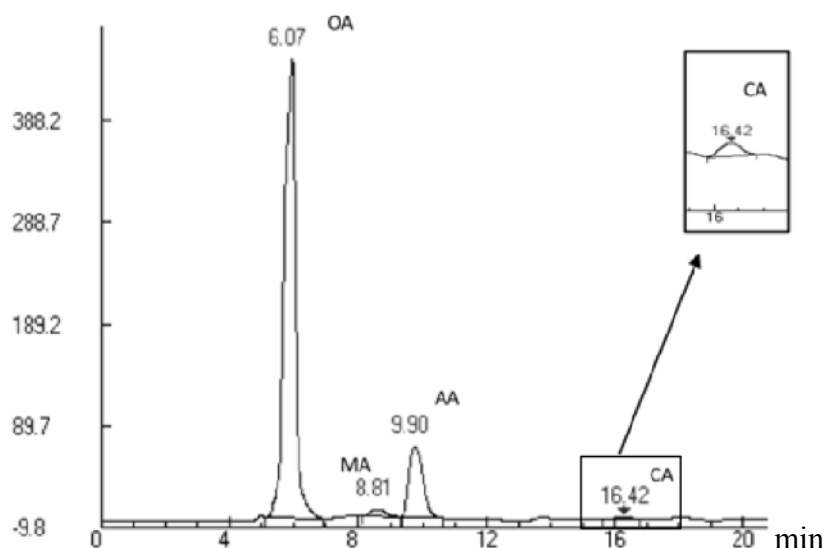
After moisture, the major constituent was fibre (4.44%), much higher than many salad vegetables, such as lettuce and watercress (around 1.4% both). This content, that was also quite stable among sites and years, means that 100 g of water-blinks would provide about 25% of the requirements of fibre for adults published by the Food and Nutrition Board (Trumbo et al. 2002). The ratio between fibre content and available carbohydrates was 2.4 as an average, as it is usual in many vegetables. This is also very interesting from a nutritional point of view, being one of the reasons why increasing the intake of plant foods is highly recommended to improve human health.

Regarding mineral elements contents, high variations among years and locations were found, except for copper levels. Mineral content may be influenced by environmental conditions, as soil composition and, in the case of aquatic species, by water composition and volume of the streams where the plant lives. Despite the found variability, potassium was in higher levels than sodium (356 and 23 mg/100 g respectively), as it is common in plant foods. *Montia fontana* should be stood out by its content of manganese, reaching an average value of 1 mg/100 g, while most of the vegetables are usually in the range of 0.07-0.4 mg/100 g. There are only some exceptions as spinach (*Spinacia oleracea* L.) with 0.76 mg/100 g or the very high values of parsley (*Petroselinum crispum* [Mill.] Fuss) approaching to 3 mg/100 g.

As expected, AA and DHA, being highly soluble and labile compounds, were quite influenced by the different environmental conditions where the plants were developed. However, despite the high variability found in our samples, *Montia fontana* could be considered as an interesting source of vitamin C, with a total average content of 34.34 mg/100 g. Moreover, taking into account that it is always consumed raw, there are no losses of this hydrosoluble vitamin due to cooking process. Comparing with other salad vegetables (Souci et al. 2008), its vitamin C content was higher than lettuce (13 mg/100 g) but lower than watercress (96 mg/100 g), being similar to lamb's lettuce (35 mg/100 g, *Valerianella locusta*) which is widely consumed nowadays in Europe. According to the Food and Nutrition Board (Trumbo et al. 2002), a portion of 100 g of *Montia fontana* would provide one-third of the Recommended Daily Allowances (RDA) for male adults (90 mg per day). As can be seen in Table 4.3, the predominant form of vitamin C was the reduced form, ascorbic acid (AA), contributing to about 2/3 of total vitamin C activity. This form should be preferable, due to its antioxidant properties and higher stability in biological tissues (Schaffer et al. 2005; Vardavas et al. 2006).

Regarding organic acids, some plant species have a specific profile. In the case of *Montia fontana*, oxalic acid was always the major acid (see Figure 4.3), while malic and citric acids were in variable contents. Succinic and fumaric acid were found in some of the analysed samples in trace levels. However, as can be seen in Table 4.3, a high variability was found in these parameters among sites and years. The samples from Site 1 had a lower organic acid content than the samples from Site 2, especially the sample of 2007.

Average content of oxalic acid in *Montia fontana* (565 mg/100 g) was similar to that found in *Silybum marianum* (L.) Gaertn. and *Beta maritima* L., in a previous study of our group (Sánchez-Mata et al. 2012). However, a wide variation appears among the different samples harvested. The oxalic acid content of the plants gathered at Site 2 was especially high, near 1 g/100 g in both samples. These values were even higher than the values reported by Guil et al. (1997) for Spanish wild *Portulaca oleracea* (0.77 g/100 g) but lower or in the range of other oxalates-rich plants from the genera *Amaranthus*, *Digera*, *Chenopodium*, *Beta* or *Euphorbia*, which may reach values of 1.4 g/100 g (Chai & Liebman 2005; Guil-Guerrero et al. 1997; Gupta et al. 2005; Uusiku et al. 2010). However, the oxalic acid content of the plants gathered at Site 1, though subjected to wider variability, was always under 350 mg/100 g. Therefore, according our results, it seems that water-blanks collected at the highland streams have higher oxalic acid content than those from the lowlands.



**Figure 4.3** HPLC profile of organic acids, including ascorbic acid, in *Montia fontana* (harvested in 2009, Site 1). Chromatographic conditions: Spherclone ODS(2), (250 x 4.60 mm), 5 $\mu$ m column; mobile phase 1.8 mM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pH= 2.6);  $\lambda$  detection = 215 nm; flow rate = 0.4 ml min<sup>-1</sup>: OA: Oxalic Acid; MA: Malic Acid; AA: Ascorbic Acid; CA: Citric Acid.

Following Massey (2007), there are at least three different biological causes of variation in oxalate content between different samples: the plant part, genetic differences between cultivars, and cultivation conditions. In our case, the reasons for the differences found may be due both to genetic differences between the two selected plant populations and to differences in the environmental conditions, such as soil and water characteristics, of the two sites. Some authors (Fontana et al. 2006; Palaniswamy et al. 2002) have found that the oxalic acid content of the edible parts of *Portulaca oleracea* (hydroponically cultivated) was related to total nitrogen concentration and the ratio nitrate/ammonium of the nutritive solution. Increasing the total nitrogen concentration and lowering the ratio nitrate/ammonium of the nutritive solution lowered oxalic acid production in the plant. Although an in depth study is needed, at least a part of the significant differences in oxalic acid content found in our study might be also due to differences in the nitrogen content of soil or water of the streams where they were collected. However, as stated by Massey (2007), the differences in oxalate content of the final food due to grown conditions are usually quite modest compared to that due to the genetic differences.

Oxalate in plant tissues is presented as a combination of soluble oxalate sources such as sodium and potassium oxalate as well as insoluble oxalate salts such as calcium and magnesium oxalate (Chai & Liebman 2005). Members of more than 215 plant families accumulate crystals of calcium oxalate within their tissues, which include many crop plants, accumulating oxalate in the range of 3-80% of dry weight (Nakata 2003).

It is well known that the presence of oxalates in food plants can interfere with the absorption of calcium and contribute to the formation of oxalate kidney calculus, especially in certain individuals. However, according to Massey (2007), the amount of oxalate absorbed from a food is influenced by three major factors: the amount and form of oxalate in the food consumed, the amount of calcium and magnesium in the oxalate-containing food and/or meal, and the presence or absence of oxalate-degrading bacteria in the gut. Following Naudé & Naidoo (2007) in all cases of oxalate toxicity, animals or humans have to be rather abruptly exposed to large quantities of oxalate-containing plants these often being the only, or largely, the plants eaten. In this way, although the occasional consumption of *Montia fontana* in habitual amounts (100 g or less), would not reach the toxic doses of 5 g (Concon 1988), people more susceptible of suffering of kidney pathologies should moderate its intake as well as other oxalic-rich plants. As far as we know, no intoxication case has been described for the consumption of this plant.

Other interesting nutritional parameters, such as fatty acids and tocopherols, as well as antioxidant activity of *Montia fontana* have been previously studied by members of our research group (Morales et al. 2012a; 2012b). These studies reported a high percentage of polyunsaturated fatty acids (67%), standing out for its high content (almost 50%) in  $\alpha$ -linolenic acid (C18:3n3). This is a similar proportion than that reported for the close related species *Portulaca oleracea*, which has been considered by Simopoulos (2004), as one of the richest source of omega-3 fatty acids among the leafy vegetables. Bearing in mind the higher lipid content of *Montia fontana* (1.94 g/100 g), this wild vegetable could be regarded as an even better source of this essential omega-3

fatty acid, with its known beneficial health effects (Simopoulos 2003; 2004). The other aforementioned work (Morales et al. 2012a) has reported that *Montia fontana* showed a high vitamin E activity (total tocopherols content of 8.03 mg/100 g dry weight), including a high  $\alpha$ -tocopherol content (6.01 mg/100 g dry weight) as well as a good antioxidant activity compared with other wild vegetables.

#### 4.4. Conclusions

As far as we know, this is the first report, both on natural production and nutritional composition, of *Montia fontana*, an interesting wild vegetable widely appreciated and still consumed in many Spanish and Portuguese regions.

Quantitative data on water-blinks yield can be very useful in order to assess the availability and sustainability of this wild resource to local people in the regions where it grows. Our results showed that the harvest potential of the species strongly depends on the winter and spring rainfall. Likewise, production rates from wild populations are interesting to assess its agronomic potential. In our opinion, water-blinks could be cultivated in the same way as watercress, both in prepared beds fed by clean and running water or in a hydroponic system, and sold fresh in markets as other salad vegetables.

Regarding nutritional data, an important seasonal and environmental variability has been found, especially in mineral elements and available carbohydrates, which confirms the importance of studying samples collected in different moments and sites. Nevertheless, it can be concluded that *Montia fontana* is characterised by its high fibre, and manganese content, as well as the relatively high fat and vitamin C levels. It is also remarkable its high lipid content and therefore this wild vegetable could be regarded as one of the richest source of omega-3 fatty acids among the leafy vegetables. The presence of high oxalic acid levels would not be an inconvenient in the habitual amounts traditionally consumed, although people more susceptible of suffering of kidney pathologies should moderate the intake of this species.

The high nutritional quality and bioactive compounds found in this species can be some of the unconscious reasons that explain its traditional and present consumption. Its vitamin C content might have been crucial in the nutrition of populations dependent on local resources, since this vegetable is available in late winter and early spring, when there were no many food sources of this vitamin in the diet.

Taking into account all these features, *Montia fontana* can be considered an interesting wild resource for being included in the diet. More research is needed about its potential for being cultivated under different culture systems and for selecting cultivars with lower oxalate content.

*Acknowledgments*

Research funding was obtained from ERDF and the Spanish Ministry of Education and Science (CGL2006-09546/BOS). María Molina and Patricia García-Herrera were granted by predoctoral fellowships provided by IMIDRA and Universidad Complutense de Madrid, respectively. We want to thank to Susana González for collaborating in the field work and to Carmen Díez Marqués, for her support in mineral elements analysis.



## 5. CAPÍTULO III

### **Exploring the potential of wild food resources in the Mediterranean region: natural yield and gathering pressure of the wild asparagus (*Asparagus acutifolius* L.)<sup>3</sup>**

#### **Abstract**

In the Mediterranean region, some wild edible species such as *Asparagus acutifolius* L. are still harvested and even marketed. Considering the great interest of this species, including its recreational, commercial and agronomic uses, we aimed to study its natural supply and its current scale of harvesting. Nearly 50 plants were monitored in two sites of Central Spain. An experimental harvest of 100% of spears was conducted during spring 2008-2009 to estimate spear production per plant and per hectare. Plants were also monitored but not harvested in 2010-2011 at Site 1 to document real gathering practices and its influence on yield. Spear production ranged from 5.0 to 12.8 g per plant and from 4.0 to 8.9 kg ha<sup>-1</sup>, reaching the top-ranked values in May (30-60% of total yield). Between-site variations on yield were mainly related to spear number rather than to spear weight, whereas weather conditions influenced annual yields. The percentage of plants harvested by local foragers varied from 26 to 47%. A slight but not significant trend for collecting the largest spears was recorded. According to spear number in harvested (1.8-2.5 spears) and non-harvested plants (1.3-1.5 spears), gathering seemed to promote the growth of new spears, although further research is needed to assess its influence in the long term. Results suggest that foraging is a time-consuming practice, thus social and cultural factors may explain its high appreciation in present times.

**Keywords:** applied ethnobotany, gathering, non timber forest products, spear yield, wild edible plants.

---

<sup>3</sup> **Molina M**, Pardo-de-Santayana M, García E, Aceituno-Mata L, Morales R, Tardío J (2012) Exploring the potential of wild food resources in the Mediterranean region: natural yield and gathering pressure of the wild asparagus (*Asparagus acutifolius* L.). *Spanish Journal of Agricultural Research* 10(4): 1090–1100.

## 5.1. Introduction

World-wide attention is given to the broad range of products and services derived from forests (Janse & Ottitsch 2005; Emery et al. 2006). The harvest of non timber forest products (NTFPs) represents a relevant source of incomes in cash or in kind to millions of people in the world, which are still highly dependent on them (Ticktin 2004; Dovie et al. 2007). In the Mediterranean region, some recreational and commercial uses of NTFPs, such as hunting and game or mushrooms picking, are even becoming more important (Croitoru 2007; Martínez-Jaúregui et al. 2011).

Although wild food harvesting is no longer a subsistence practice in developed countries, it is considered a leisure activity that seems to be increasing in the last years (Colombo et al. 2010). Indeed, recent studies concluded that gathering is practiced for a substantial subset of the general population, coming from different socio-economic backgrounds (Robbins et al. 2008), and providing a wide array of benefits, such as (i) access to material products, (ii) enhanced social interaction, (iii) maintenance of cultural traditions, and (iv) physical, emotional and spiritual well-being (Emery et al. 2006; McLain et al. 2012). Coupled with such benefits, nutritional and epidemiological studies have showed that diets rich in wild-growing foods may be far healthier than those dominated by processed foods (Trichopoulou & Vasilopoulou 2000; Cordain et al. 2005; Sánchez-Mata et al. 2012).

The abundance and yield of these wild food resources have not been properly studied, with the exception of some wild berries (Kerns et al. 2004; Murray et al. 2005; Miina et al. 2009; Molina et al. 2011) and mushrooms (Martínez de Aragón et al. 2007; Bonet et al. 2008). However, there is a large set of wild-growing species used in traditional cuisines that deserve more attention (Pieroni et al. 2005; Tardío et al. 2006). These plants usually escape from formal markets or are only collected for domestic consumption. For that reason, it is difficult to assess the current scale of gathering, the number of collectors involved, and its economic importance (Sanderson & Prendergast 2002). Further research is needed to gain a broader picture of the production and management of these plants; taking into account other minor but culturally important species used in traditional food systems, such as the wild asparagus.

Although other wild species, such as *Asparagus albus* L. and *Asparagus aphyllus* L., are also used, *Asparagus acutifolius* L. (Asparagaceae) is the more widely distributed in the Mediterranean basin, mainly growing in woodlands and shrublands (Tutin et al. 1964-1980). It has been gathered since ancient times (Font Quer 1961) and it is highly appreciated in Spain (Tardío et al. 2006), Portugal (Mendonça de Carvalho 2006), southern France (Chauvet 2001), Italy (Ghirardini et al. 2007), Turkey (Ertuğ 2004) and Cyprus (Hadjichambis et al. 2008). This plant can also be found in agricultural landscapes, especially in olive groves (Benítez 2009) and formerly in cereal crops (Tardío 2010), as indicated by its Spanish popular name *espárrago trigoero* ('asparagus from the wheat fields'). The wild asparagus is considered a healthy food used in folk medicine as diuretic to treat several kidney related disorders (Signorini et



al. 2009; Vallejo et al. 2009; Benítez et al. 2010). It is consumed cooked in different dishes, although it is preferred with eggs, i.e. omelettes, scrambled or poached eggs (Pieroni et al. 2005; González et al. 2010). According to nutritional studies, the spears of *A. acutifolius* are rich in flavonoids and vitamin C, showing a high antioxidant activity even when examined after boiling (Fuentes-Alventosa et al. 2007; Martins et al. 2011; Morales et al. 2012a). Specifically, their content of ascorbic acid is more than fivefold higher than that from the cultivated asparagus, *A. officinalis* L. (Ferrara et al. 2011).

In some Spanish areas, traditional harvesting is carried out mainly by men (Catani et al. 2001), as other plants that grow far away from the villages (Nebel et al. 2006). Besides household consumption, bunches of asparagus are sold in local markets to complement rural income (Chauvet 2001; Mendonça de Carvalho 2006; Tardío 2010). They are highly valued and reach high market prices (Rosati et al. 2005). A harvester selling bunches of wild asparagus of about 250 g at €5 was found by the authors in the province of Madrid in 2012. New foraging trends have currently been observed. Recreational harvesting of *A. acutifolius* attains new collectors such as retired people and Sunday excursionists from urban areas (Catani et al. 2001), and a renewed interest for commercial harvesting is arising. In some regions, the presence of wild asparagus in local markets and restaurants is comparable to those reported for some mushrooms (Parada et al. 2011). They are also offered as a special gift among relatives or neighbours, being considered as a valuable good in the ‘moral economy’ of the villages, ruled by the moral values attached to the product and the donor ability to collect it (Acosta & Díaz 2008).

For a few years now, attempts have been made to domesticate this species with the aim of increasing its productivity and ensuring an efficient supply for developing a stable market (Rosati 2001; Benincasa et al. 2007). It is considered an interesting crop for marginal rural areas due to its frugality, which allows it to be cultivated in arid soils, and for its already existing market (Aliotta et al. 2004). Given the great interest that is currently being shown in the wild asparagus (recreational, commercial, and agronomic), this research aims to contribute to the valorisation and sustainable use of *A. acutifolius* by providing original data in two topics that have been scarcely addressed: (i) the natural yields of the wild asparagus and (ii) its current scale of gathering. The study was designed from an ecological approach in order to complement the ethnobotanical information of this species and draw temporal patterns of spear yield and gathering during the harvest season.

## 5.2. Materials and methods

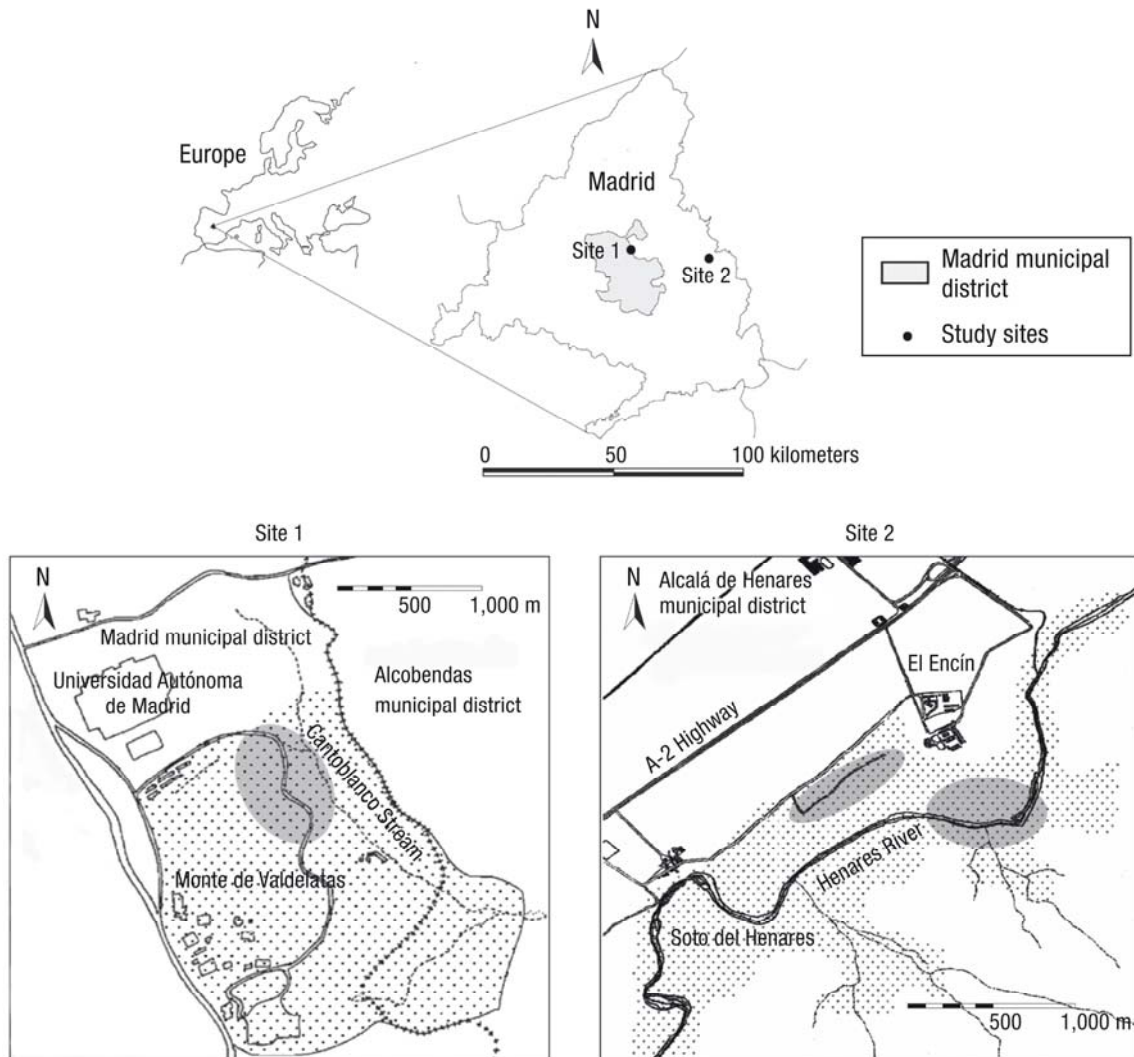
Field work was conducted during 2008-2011 in two locations of the province of Madrid (Central Spain): Monte de Valdelatas (Site 1) and Soto del Henares (Site 2) where we had previously observed people collecting *A. acutifolius*. Two different procedures were used. Firstly, during 2008-2009, the asparagus yield per plant was estimated by harvesting and weighing the 100% of spears of 50 selected plants in both sites, and assessing the site and weather effects on yield. As gatherers could harvest the marked plants, they were periodically monitored and missing spears were identified by the lignified basal part of the stem that remains above ground when the tender upper part is picked up. We combined yield data with plant density values to ascertain the approximate production per hectare. Secondly, due to the proximity to the city of Madrid and its free access, the population of Site 1 was selected to evaluate the current scale of gathering during 2010-2011. The number and diameter of spears collected by local foragers were recorded in order to document the harvesting practices observed in this period and its influence on yield.

### 5.2.1. Study sites

Site 1 (40°32'N; 03°41'W, 690 m altitude) is located in the north of Madrid city, near the Universidad Autónoma de Madrid (Figure 5.1). A holm oak (*Quercus ilex* L.) forest occurs along most of the territory, except for some areas reforested with *Pinus pinea* L. Field work was conducted in a 30 ha plot located in the holm oak forest, where *A. acutifolius* is a frequent understory species. Its sandy soil was originated on sediments derived from granite. Riparian species such as *Salix atrocinerea* Brot., *S. salviifolia* Brot., *Populus nigra* L. and *P. alba* L., and thorny vegetation, such as *Rubus ulmifolius* Schott, *Crataegus monogyna* Jacq. and *Rosa* spp., can be found in the valleys, on alluvial and slightly clayey soils. Its climate is Mesomediterranean with a total annual rainfall of 459 mm and annual average temperature of 13.7°C (SIGA 2012). Since the study area is 15 km away from the centre of the city of Madrid and 6 km from the nearby city of Alcobendas, it is widely visited, especially at the weekends.

Site 2 (40°31'N; 03°17'W, 600 m altitude) is located in the east of the province of Madrid into the fertile plain of the Henares River (Figure 5.1). The rich lowlands have been traditionally used for agricultural production and, lately, for industrial uses in some areas. Despite anthropic pressures, however, the landscape preserves one of the best river bank forests of this province (Martínez 2000). The study area comprises two different sections; one of them is located in the riverside of the Henares River and the other one in a nearby small stream. Tree species composition mainly includes *P. alba*, *Salix alba* L. and *Tamarix gallica* L. in the first section while it is dominated by *P. alba* and *Ulmus minor* Mill. in the second one. The population of *A. acutifolius* occurs within the first 10 to 15 m from the shoreline. Two plots of 2 ha and 4 ha corresponding respectively with 0.4 and 0.6 km of the riversides were delimited for the study. Woodlands grow in limestone and sandy soils with clay. Total annual rainfall is 433

mm and annual average temperature 13.5°C (SIGA 2012). Site 2 is also close to urban areas (38 km away from the city of Madrid and 4 km from the nearby city of Alcalá de Henares), although the access by car is restricted.



**Figure 5.1** Study sites: Monte de Valdelatas (Site 1) and Soto del Henares (Site 2). Based on Génova (1989) and Comunidad de Madrid (2000).

### 5.2.2. Plant monitoring

Since several spears can be collected in the same specimen, 50 randomly selected plants per site were thoroughly monitored along the gathering periods. These plants were marked with a tag and mapped with a GPS receiver. Plant size of the selected specimens was estimated the first year of the study, in 2008, by plant stem diameter at the base of the thickest mature stem. Missing plants which could not be checked all over the years of study were eliminated. Therefore, as shown in Table 5.1, asparagus yield was successfully monitored in 47 and 41 plants at Site 1 and Site 2 respectively.

Plants were sampled at 8-12 days intervals during the gathering period, when the spears began to grow reaching the surface, visiting them until new spears were not found. Overall, we conducted 7-10 sampling visits per year at the surveyed areas. The length of the harvesting period depended on the annual meteorological conditions and, as can be seen in Table 5.1, started at the end of March or the beginning of April, and finished at the end of May and exceptionally at June or July. It was exceptionally longer in 2008 (almost 90 days long) at both locations and much shorter in 2009 (almost 60 days long), whereas it approximately lasted two months and a half in 2010 and 2011 at Site 1.

**Table 5.1** Harvesting period and general results of the samplings at the two sites surveyed.

|  | Site 1       |            |            |            | Site 2      |             |
|--|--------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
|  | 2008         | 2009       | 2010       | 2011       | 2008        | 2009        |
| Monitored plants   | 47           | 47         | 47         | 47         | 41          | 41          |
| First/last date of harvesting (dd-mm)                      | 11-04/7-07   | 3-04/31-05 | 23-04/9-07 | 8-04/20-06 | 27-03/19-06 | 27-03/25-05 |
| Harvesting period (days)                                   | 87           | 58         | 77         | 73         | 84          | 59          |
| Sampling visits  | 9            | 8          | 9          | 9          | 10          | 7           |
| Plants with null yield                                     | 6            | 5          | 3          | 9          | 1           | 6           |
| Plant stem diameter (mm) <sup>a,b</sup>                    | 5.6 ± 0.1A   | -          | -          | -          | 6.1 ± 0.3A  | -           |
| Plant density (individuals ha <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup> | 1,728 ± 232A | -          | -          | -          | 374 ± 182B  | -           |

<sup>a</sup> Capital letters mean significant differences between sites ( $p \leq 0.05$ ).

<sup>b</sup> Diameter of the thickest mature stem.

### 5.2.3. Asparagus yield estimates

According to our first goal, the production of *A. acutifolius* was estimated over a 2-years period (2008-2009) at Site 1 and Site 2. The spears of the marked plants were periodically collected and separately weighed. They were picked by hand at the height they snapped easily when they were bent, thus spear length was variable, approximately from 8 to 30 cm. The yield variables estimated were: (i) number of spears per plant, (ii) individual spear weight (g) and (iii) total spear weight per plant (g), i.e. cumulative yield from the beginning to the end of the gathering period. Spear yield was expressed as fresh weight. As mentioned before, those spears occasionally picked by other collectors were also registered to avoid biased estimates in spear number. In these cases, missing values in individual spear weight were replaced by the average value.

The production per hectare was indirectly calculated based on asparagus yield per plant and plant density. For that purpose, the number of individuals growing in at least 30 randomly located transects of 25 × 3 m was counted within the study areas. Sampling was conducted in 2008, assuming that the number of plants occurred in both sites would remain stable over the study years in this perennial species. The mature stems and the new spears of *A. acutifolius* growing less than 20 cm apart and apparently originating from the same rhizome were considered a single specimen. This criterion was followed to assess individual plant yield and plant density in controversial specimens growing close together.

Asparagus yield per plant was also analysed by two weeks periods in order to study the temporal patterns of yield and weather influence. Mean temperature and total rainfall of the harvesting period were considered. Meteorological data were taken from the nearest stations to Site 1 and 2 (El Goloso and El Encín respectively).

### 5.2.4. Harvesting practices

The same plants monitored in 2008-2009 at Site 1 were periodically checked during the gathering periods of 2010 and 2011. However, in this occasion, to assess the current scale of gathering, we did not collect any spears, counting only the observed number of picked and non-picked spears. Picked spears were detected by the basal part of the cut stems. We estimated (i) the number of spears per plant, and (ii) spear diameter at the base. Since spear weight was not measured in this period, the size of the spears was evaluated by their diameter. Yield variables were separately calculated for harvested and non-harvested plants in order to document the harvesting practices conducted by local pickers and its influence on yield.

### 5.2.5. Statistics

Mean  $\pm$  standard error (SE) were calculated for all the variables. Normality assumptions required for ANOVA were not reached in all of them ( $p < 0.05$ ; Kolmogorov test). Therefore, the non-parametric Mann Whitney U test was used to test whether there were significant differences between both sites and harvesting practices for the yield variables evaluated in each year. Between-year differences were assessed by Wilcoxon test for repeated-measures in the same plants. Correlation analyses were also performed to study the influence of plant size on yield. All the procedures were tested with  $\alpha = 0.05$ .

## 5.3. Results and discussion

As shown in Table 5.1, 81-98% of the 47 and 41 plants surveyed at Site 1 and Site 2 respectively produced spears during all the years of the study. A small number of plants did not yield any spears despite they had photosynthetic-active stalks. According to plant stem diameter at the base of the thickest mature stem, asparagus plants at both sites were not statistically different in size, although the plants at Site 2 had slightly thicker stems ( $6.1 \pm 0.3$  mm) than those at Site 1 ( $5.6 \pm 0.1$  mm). On the contrary, the Site 1 population was found to be considerably higher in terms of plant density ( $1,728 \pm 232$  plants ha<sup>-1</sup>) than the Site 2 population ( $374 \pm 182$  plants ha<sup>-1</sup>).

### 5.3.1. Asparagus yield

#### 5.3.1.1. Spear number and weight

The production of wild asparagus at the two surveyed sites is shown in Table 5.2. As it can be observed, a lower number of spears was recorded in 2009 at both locations, as could be expected because of the shorter gathering period. Significant differences between sites for both spears per plant and yields per plant were obtained with Site 2 population showing the highest values, whereas non-significant differences were recorded in spear weight. Results agree with previous studies wherein variations on spear yield were mainly related to spear number instead of spear weight. As stated by Benincasa et al. (2007), this might result from the limited ability of *A. acutifolius*, unlike *A. officinalis*, to increase spear diameter in response to abundant reserves. Therefore, increasing spear emergence remains the only outlet for the plant to spend reserves.

In our study, the favourable ecological characteristics of the river bank forest sampled at Site 2, such as soil humidity and fertility, may explain the higher spear number and yield recorded at this location. However, even though the lower production per plant of Site 1, this population showed much higher plant density values and consequently the highest yield rates per hectare.

**Table 5.2** Yield parameters measured for *Asparagus acutifolius* at two sites (mean  $\pm$  SE).

|   | Site 1          |                 |                | Site 2           |                  |                 |
|---|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|
|   | 2008            | 2009            | Total          | 2008             | 2009             | Total           |
| Spears per plant                            | 2.2 $\pm$ 0.2aA | 1.6 $\pm$ 0.2bA | 1.9 $\pm$ 0.1A | 4.4 $\pm$ 0.7aB  | 4.1 $\pm$ 0.7aB  | 4.2 $\pm$ 0.5B  |
| Spear weight (g)                            | 2.3 $\pm$ 0.1aA | 3.3 $\pm$ 0.3bA | 2.7 $\pm$ 0.2A | 2.4 $\pm$ 0.1aA  | 3.2 $\pm$ 0.2bA  | 2.8 $\pm$ 0.1A  |
| Yield per plant (g)                         | 5.0 $\pm$ 0.6aA | 5.2 $\pm$ 0.8aA | 5.1 $\pm$ 0.5A | 10.6 $\pm$ 1.7aB | 12.8 $\pm$ 2.3aB | 11.7 $\pm$ 1.4B |
| Yield per hectare<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | 8.6 $\pm$ 1.2aA | 8.9 $\pm$ 1.2aA | 8.8 $\pm$ 0.8A | 4.0 $\pm$ 1.9aB  | 4.9 $\pm$ 2.4aB  | 4.4 $\pm$ 1.5B  |

In each row, different small letters indicate statistical differences between years in the same location according to Wilcoxon test and capital letters denote significant differences between sites by Mann Whitney U test ( $p \leq 0.05$ ).

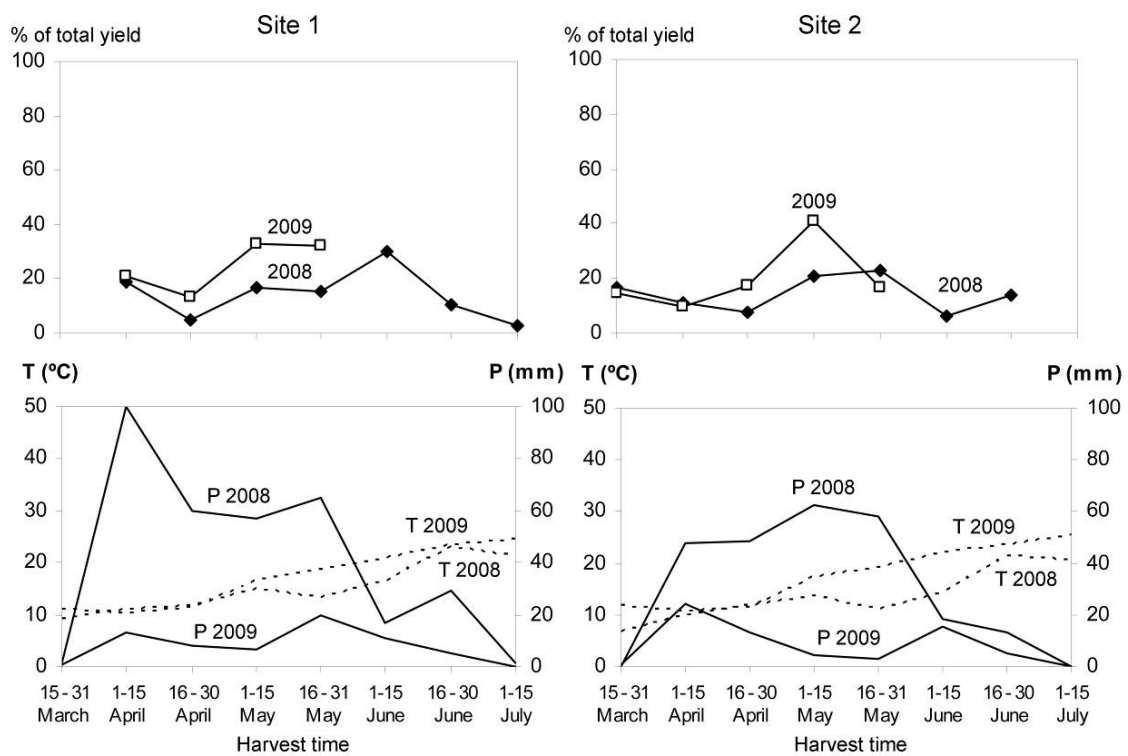
Our yield estimates for the two wild populations of *A. acutifolius* were obviously lower than those reported in *A. officinalis*. Cultivated asparagus are significantly larger, with a much higher individual spear weight ranging from 10 to 125 g (Maroto 2002), and crop yields are consequently more than double of those found in our wild species. Likewise, the annual yields recorded for wild *A. acutifolius* were also lower than those described for the same species in cultivation experiments. Previous studies conducted in Italy by Rosati et al. (2005) and Benincasa et al. (2007) reported crop yields of 20-45 g per plant. The better growing conditions of the plants under culture (cultivated soil, fertilization, irrigation and weed control) were surely responsible of these considerable differences. Besides, it should be taken into account that our estimations of spear weight could be slightly underestimated by two reasons. Firstly, we harvested some small spears that maybe would have reached a larger size if collection had delayed a few days, and secondly, we only weighed the edible part of the asparagus, whereas Benincasa et al. (2007) weighed longer asparagus with only a 37% of edible part and therefore the final figures might have been much more similar (about an average of 7.5 g spear<sup>-1</sup>).

The spear production of *A. acutifolius* could also be influenced by other factors previously recorded to be important in *A. officinalis*, such as plant age and sex. Crop yields described for *A. officinalis* range from 2-4 tons ha<sup>-1</sup> in the fourth year to 6-8 tons ha<sup>-1</sup> during the sixth to tenth year after planting (Maroto 2002). In addition, male plants are more productive and have greater longevity than female ones, though the spears tend to be thinner than those of female plants (Aliotta et al. 2004). It might influence spear yields in other dioecious species such as *A. acutifolius* and could be assessed in further researches.

**5.3.1.2. Yield patterns and weather influence**

The fortnightly values of yield per plant, expressed as the percentage of total yield obtained in each period, are represented in Figure 5.2. As it can be observed, the top-ranked values of spear production were mainly reached in May, except for a prominent rise of production observed in the first half of June 2008 at Site 1.

The seasonal patterns of rainfall and mean temperature are shown below in Figure 5.2. According to meteorological data, spring 2008 was rainier and temperature surpassed 20°C in the second half of June, whilst in 2009 temperature increased over 20°C in May. Spear emergence was presumably prolonged in 2008 because of these favourable weather conditions. However, total spear yield at the end of the harvesting periods 2008 and 2009 did not differ significantly (see Table 5.2).



**Figure 5.2** Average yield per plant, expressed as the percentage of total yield obtained in each period, and seasonal patterns of precipitation (P) and temperature (T) during harvest time.



Despite the combination of hot temperatures and rainfall shortage in spring 2009, spear production by two-week periods was surprisingly higher in this year. Trying to explain such results, weather conditions previous to the gathering period were considered. As reported in *A. officinalis*, the storage compounds synthesized during the growing season and accumulated in the rhizome have shown to play an important role in the yield of the next year (Maroto 2002). Similar patterns could be expected in *A. acutifolius* since it is also a perennial plant with underground storage organs. Accumulated rainfall from March of the previous year until the month before gathering was higher in 2009 (620 mm at Site 1 and 512 mm at Site 2) than in 2008 (458 mm and 405 mm respectively), revealing better weather conditions for plant growth. Our results suggest that the storage energy can be decisive at the beginning of the growing season until the photosynthetic-active stalks could recharge the root reserves and promote the growth of new spears. However, long-term studies are needed to confirm the results of our 2-years analysis.

### 5.3.1.3. Yield estimations and gathering effort

The low production rates herein described in *A. acutifolius* growing wild suggest that too much time is spent on gathering. Taking into account the total yield per plant and the number of visits conducted (see Tables 5.1 and 5.2), the average number of spears collected per plant in a journey was 0.22 and 0.51 spears at Site 1 and 2 respectively. If the corrected mean weight of the spears is also considered ( $7.5 \text{ g spear}^{-1}$ ) around 65 (Site 2) or 150 (Site 1) plants should be visited to obtain a 250 g bunch of wild asparagus.

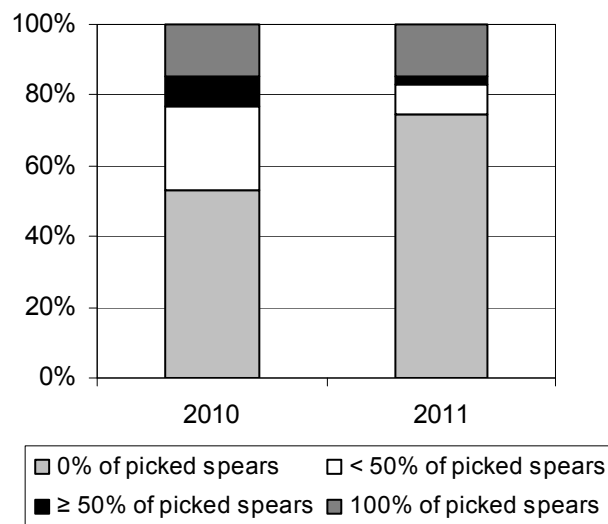
In order to study the influence of plant size (estimated as plant stem diameter) on yield, and its potential implications on the gathering process, a correlation analysis was performed with spear weight and number of spears per plant. Plant stem diameter was only significantly correlated with spear weight ( $r = 0.63$ , plants from both sites combined), revealing that the plants with higher stem diameter tended to produce larger spears as well, while they did not necessarily have a lower production in terms of number of spears. According to such results, the knowledge of the location of the largest specimens could optimize the too time-consuming practice of foraging. It would explain why pickers are so highly secretive about the locations of the finest specimens, in a similar manner to wild mushrooms gatherers (González 2002).

### 5.3.2. Harvesting practices

#### 5.3.2.1. Current scale of gathering

According to our second goal, the current scale of gathering was evaluated at Site 1 during 2010-2011 in the same 47 monitored plants. Overall, harvesting was found to be important in 2010, with 47% of the sampled plants harvested by local foragers (22 plants), and much lesser in 2011, with only 26% of harvested plants (12 plants). As shown in Figure 5.3, the percentage of spears picked up in these plants was variable, with an average value of 66% and 81% of picked up spears in 2010 and 2011 respectively. Only 15% of the monitored plants (7 plants) were fully harvested in both years (100% of spears picked).

It should be considered that individual collection rates may differ considerably depending on the specific location of plants. Since spears are not easy to find, even for trained eyes, harvesting pressure could increase in those plants growing in open habitats. Indeed, we observed that other asparagus plants growing in a pine grove located nearby the study area were completely harvested. In our study, however, the plants growing in the holm oak forest at Site 1 were randomly selected, thus some of them grew in inaccessible habitats surrounded by thorny vegetation whereas others were located nearby pathways, making spear collection easier.



**Figure 5.3** Percentage of harvested and non-harvested plants ( $n = 47$  plants) according to the harvesting practices observed at Site 1 in 2010 and 2011 (0%, < 50%,  $\geq$  50% and 100% of picked spears from total spears yielded per plant).

Harvesting impacts could also vary depending on harvesting practices. The spears of *A. acutifolius* are traditionally cut above ground level, when they are tall and lignified at the base (Ferrara et al. 2011). In this way, plants continue growing through the lateral buds which remain in the lower part of the stem. This sustainable practice would let the plant finish the reproductive cycle successfully, as well as synthesizing storage compounds to begin the next season's growth. In some places, gatherers cut the plants with a sickle for promoting the appearance of more spears and to difficult the location of the plants to other gatherers. However, this practice may difficult the survival of the plant and the accumulation of reserves, since the photosynthetic part of the plant is eliminated.

### 5.3.2.2. Spear number and diameter

Significant differences were recorded between harvested (1.8-2.5 spears on average) and non-harvested plants (1.3-1.5 spears) for spears per plant in both years (Table 5.3). According to present data, the gathering seemed to promote the growth of new spears during the harvesting season. However, it could also be that gatherers preferably collected those plants with more spears, as they are more visible. Additionally, the plants monitored at this location in 2008-2009 yielded a similar number of spears than in 2010-2011, suggesting that the experimental harvest of 100% of spears in 2008-2009 did not compromise spear yield in the following years.

Further studies are needed to assess the potential implications of harvesting for the reproduction of this species in the long term. As described in other NTFPs, environmental variation could mask the effects of harvest or it could exacerbate harvesting impacts, thus it may be difficult to determine conclusively whether there is an effect of harvest on plant growth (Schmidt et al. 2011).

Regarding spear diameter no significant differences were recorded between harvested and non-harvested plants in both years (Table 5.3). A slight but not significant trend for collecting the largest spears was observed in 2010. However, a larger data set would be necessary to determine conclusively if harvesting practices vary according to spear diameter.

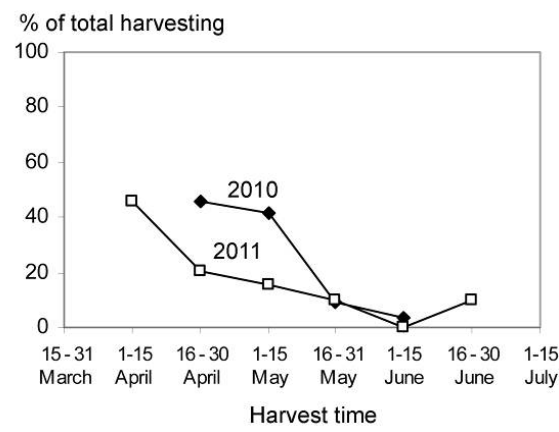
**Table 5.3** Yield variables measured in harvested (H) and non-harvested (NH) plants (mean  $\pm$  SE) on wild *Asparagus acutifolius* at Site 1 in 2010-2011.

|                     | 2010            |                 |                | 2011            |                 |                |
|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|                     | H               | NH              | Total          | H               | NH              | Total          |
| Spears per plant    | 2.5 $\pm$ 0.3aA | 1.5 $\pm$ 0.2bA | 2.0 $\pm$ 0.2A | 1.8 $\pm$ 0.2aA | 1.3 $\pm$ 0.2bA | 1.4 $\pm$ 0.2B |
| Spear diameter (mm) | 4.9 $\pm$ 0.2aA | 4.4 $\pm$ 0.2aA | 4.7 $\pm$ 0.1A | 4.4 $\pm$ 0.2aA | 4.5 $\pm$ 0.2aA | 4.5 $\pm$ 0.1A |

In each row, different lower case letters indicate statistical differences between harvested and non-harvested plants in the same year (Mann Whitney U test,  $p \leq 0.05$ ) and different capital letters denote significant differences between years (Wilcoxon test,  $p \leq 0.05$ ).

### 5.3.2.3. Patterns of gathering

The number of spears collected in each period, expressed as the percentage of total spears gathered, is shown in Figure 5.4. Gathering was mainly conducted in April and the beginning of May (87% and 81% of total gathering in 2010 and 2011 respectively), suggesting that asparagus from early spring are preferred by foragers. It agrees with the traditional saying ‘those from April for me, those from May for my brother, and those from June for nobody’ (Tardío et al. 2002). On the contrary, most spears from late spring remained unharvested since gathering did not generally extend beyond May. The spears picked up from the end of May to June only comprised the 13% and 19% of total gathering, presumably because they are more fibrous and its visibility is lower when the understory vegetation becomes impassable.



**Figure 5.4** Average number of picked up spears per plant at Site 1, expressed as the percentage of total spears gathered in each period.

## 5.4. Conclusions

This paper offers quantitative data on yield and gathering rates of the wild asparagus that may contribute to the valorisation and sustainable use of this species. According to our results, gathering *A. acutifolius* is still a common practice that seems to be mainly linked to social and cultural factors rather than the trade-off between kilogram of spears harvested and harvesting effort. It explains why foragers usually visit repeatedly the same harvesting places, where they already know the location of the largest specimens, in order to optimize the gathering process.

Given the great cultural interest of this species, harvesting wild asparagus from the wild could be complemented by spear collection in olive (*Olea europaea* L.) groves, where asparagus plants occur spontaneously, to avoid overharvest in other wild populations. It could be a complementary economic resource since they have similar ecological requirements and *A. acutifolius* grows under both sun and shade expositions

(Rosati 2001). Additionally, spears could be harvested directly by the consumers in pick-your-own operations associated with tourism (Benincasa et al. 2007). Integrating NTFPs into field crop cultivation is an interesting alternative, since it eases pressure on forests and help control soil erosion on agricultural lands (Pandit & Kumar 2010).

*Acknowledgments*

Research funding was obtained from European Regional Development Funds (ERDF) and the Spanish Ministry of Education and Science (CGL2006-09546/ BOS). A predoctoral fellowship to the first author was granted by IMIDRA. We want to thank to S. González for collaborating in the fieldwork and the Spanish Meteorological State Agency (AEMET) for providing meteorological data.



## 6. CAPÍTULO IV

### **Producción y abundancia natural de tres especies de espárragos silvestres: *Bryonia dioica*, *Humulus lupulus* y *Tamus communis***

#### **Resumen**

Los brotes tiernos o espárragos de especies silvestres como *Bryonia dioica*, *Humulus lupulus* y *Tamus communis* se han consumido tradicionalmente en la región mediterránea. Estas plantas poseen un gran interés nutricional y su consumo podría contribuir a incrementar la diversidad de nuestra dieta actual. El objetivo de este trabajo ha sido evaluar la capacidad productiva de estas tres especies a partir de la estimación de las variables: (i) peso de los espárragos, (ii) número de espárragos por planta o unidad de superficie, (iii) abundancia y (iv) producción por hectárea. El estudio se ha realizado en dos localidades del centro peninsular durante 2008-2009. La producción se ha calculado a partir de la recolección experimental de los espárragos en las localidades de estudio, realizando un marcaje y seguimiento anual de los mismos ejemplares o zonas durante dos años consecutivos. El rango de producción de *Bryonia dioica* (60-125 kg ha<sup>-1</sup>) y *Humulus lupulus* (130-220 kg ha<sup>-1</sup>) en sus áreas de distribución natural fue considerablemente superior al de *Tamus communis* (10-30 kg ha<sup>-1</sup>). De acuerdo con las unidades de muestreo empleadas, pueden recolectarse entre 15-75 g por planta en *Bryonia dioica* (media total 40,7 g) y 60-100 g m<sup>-2</sup> en *Humulus lupulus* (79,3 g m<sup>-2</sup>). El peso medio de los espárragos fue similar en las tres especies (1,60-1,80 g). A pesar de ser un recurso infravalorado, estos datos pueden contribuir al manejo sostenible de las especies, dado el reciente interés por los alimentos silvestres de uso tradicional.

#### **6.1. Introducción**

Como en otros países de la región mediterránea (Carvalho 2010; Hadjichambis et al. 2008), en España la recolección de plantas silvestres con fines alimentarios es una práctica tradicional (Tardío et al. 2006). Aunque su consumo ha disminuido en las últimas décadas, y muchas de las especies que antiguamente se recolectaban han caído en desuso, la recolección de algunas de ellas sigue plenamente vigente. Por ejemplo, los espárragos trigueros (*Asparagus acutifolius* L.) se consumen en numerosas regiones mediterráneas, y son muy valorados por su intenso sabor y la destreza que requiere su recolección. Esto ha permitido que puedan comercializarse a precios elevados y se sirvan actualmente en restaurantes de alta cocina como auténticas exquisiteces (Łuczaj et al. 2012; Parada et al. 2011; Rosati et al. 2005).

Asimismo, con la reciente preocupación por consumir alimentos más sanos y ecológicos, ha resurgido el interés por los alimentos de la dieta de antaño, lo que ha conducido paralelamente al intento de mantener y cuidar las especies tradicionales (Botella et al. 2007). Como apuntan algunos autores, las plantas silvestres comestibles pueden ser objeto de un aprovechamiento ordenado, o de adaptación al cultivo, con el fin de ampliar la oferta en el mercado de verduras y revalorizar los recursos locales (Díaz-Fernández et al. 2008).

Los espárragos silvestres son los brotes tiernos de algunas especies, muchas de ellas de hábito trepador, que se consumen crudos o cocinados. El término ‘espárrago’ procede del latín ‘*asparagus*’ y su significado es ‘tallo tierno’. Aunque este nombre se emplea generalmente para designar a los brotes del género *Asparagus* (*A. acutifolius*, *A. albus* L., *A. aphyllus* L., etc.) y su especie cultivada (*A. officinalis* L.), también es un apelativo utilizado con frecuencia para los brotes de otras plantas que se aprovechan de manera similar. La parte comestible de estas especies es el extremo apical de los brotes con las hojas en estado incipiente. Generalmente se trata de plantas perennes, con órganos de reserva subterráneos, que desarrollan rápidamente los brotes en primavera utilizando la energía acumulada. Si se recolectan en el momento adecuado, los tallos están muy tiernos porque aún no han tenido tiempo para producir celulosa y hacerse fibrosos (Thayer 2006).

Entre las diferentes especies de espárragos silvestres recolectadas tradicionalmente en la Península Ibérica, además del espárrago triguero, cabe destacar por su importancia cultural el espárrago de nueza (*Bryonia dioica* Jacq.), el espárrago de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) y el espárrago de culebra (*Tamus communis* L.), todos ellos ampliamente distribuidos y utilizados en numerosas regiones españolas (Tardío et al. 2006). Estas tres especies son plantas trepadoras dioicas que habitan en zonas húmedas y sombrías, generalmente formando parte de la orla espinosa de los bosques (Castroviejo et al. 1986-2013). También crecen espontáneamente en las orillas de los huertos, donde son frecuentemente toleradas por su uso alimentario y, en el caso de *Tamus communis*, se cultiva ocasionalmente con fines de autoconsumo a partir del transplante directo de ejemplares silvestres (Aceituno-Mata 2010).

Pese a los rasgos comunes que comparten estas especies en relación a su biotipo, requerimientos ecológicos y parte comestible, presentan una composición nutricional muy diferente. Los espárragos de *Bryonia dioica* se caracterizan por tener un contenido relativamente alto de grasas (1,06-1,39 g/100 g) con un elevado porcentaje de ácido  $\alpha$ -linolénico (68-70%), lo que les confiere un bajo ratio  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 (Martins et al. 2011; Morales et al. 2012b) y por tanto son una interesante fuente vegetal de ácidos grasos  $\omega$ -3. Según Sánchez-Mata et al. (2012), *Tamus communis* destaca por su alto contenido de ácido cítrico (211 mg/100 g; 90% del contenido total en ácidos orgánicos) y vitamina C (75 mg/100 g). En cambio, *Humulus lupulus* es rico en ácido málico (300 mg/100 g; más del 60% del contenido total en ácidos orgánicos) y vitamina C (41 mg/100 g), y también destaca por su bajo contenido de ácido oxálico (59 mg/100 g), que interfiere negativamente en la asimilación de calcio. Otros compuestos antioxidantes, como tocoferoles,  $\beta$ -caroteno, folatos, fenoles y flavonoides, están presentes en los brotes de



estas tres especies (Barros et al. 2011c; García-Herrera 2014; García-Herrera et al. 2013; Martins et al. 2011; Morales 2011). De acuerdo con su composición nutricional, su consumo puede reducir el riesgo de padecer ciertas enfermedades crónicas de alta prevalencia en nuestra sociedad. Por este motivo, se consideran alimentos de alta calidad nutritiva, que podrían incorporarse en la dieta actual o utilizarse como fuente de ingredientes funcionales (Martins et al. 2011; Sánchez-Mata et al. 2012).

Su recolección con fines de autoconsumo sigue vigente en algunas zonas (Aceituno-Mata 2010). Además, los espárragos de *Tamus communis* y *Asparagus acutifolius* pueden degustarse en algunos restaurantes de lujo en la provincia de Cáceres (Łuczaj et al. 2012; Tardío & Pardo-de-Santayana 2014, en prensa) y se venden frecuentemente en mercados de otras zonas del Mediterráneo, como el sur de Croacia (Łuczaj et al. 2013).

Según indica Dioscórides (Font Quer 1990), los tallos tiernos de *Bryonia dioica* y *Tamus communis*, cocinados como verdura, se empleaban antiguamente como diuréticos, por lo que es probable que su uso alimentario actual derive de su primitiva utilización medicinal (Tardío 2010). También se han empleado las inflorescencias femeninas de *Humulus lupulus* por su acción diurética, aperitiva y calmante (Tardío et al. 2002). Los frutos y órganos subterráneos de *Bryonia dioica* y *Tamus communis* aplicados por vía tópica, ejercen una acción rubefaciente, revulsiva y vesicante, actuando como un antiinflamatorio local (Peris & Stübing 2006), y se han empleado popularmente para tratar golpes, heridas, dolores reumáticos y artritis (Aceituno-Mata 2010; Carvalho 2010; Pardo-de-Santayana 2008). Su efectividad se debe en parte a la presencia de compuestos antioxidantes, que reducen el estrés oxidativo asociado a los procesos inflamatorios (Rafael et al. 2011). También poseen principios activos tóxicos de aplicación farmacéutica. En *Tamus communis* hay saponósidos esteroídicos derivados de la diosgenina y rafidios de oxalato cálcico (Hadad Chi & Moradi 2005) y en *Bryonia dioica* glucósidos triterpénicos (Ukiya et al. 2002), por lo que la única parte de la planta comestible son los brotes tiernos. El consumo de estos espárragos, generalmente cocinados, se considera seguro de acuerdo con la experiencia popular, y no se han registrado casos de intoxicación (D'Antuono & Lovato 2003; Peris & Stübing 2006).

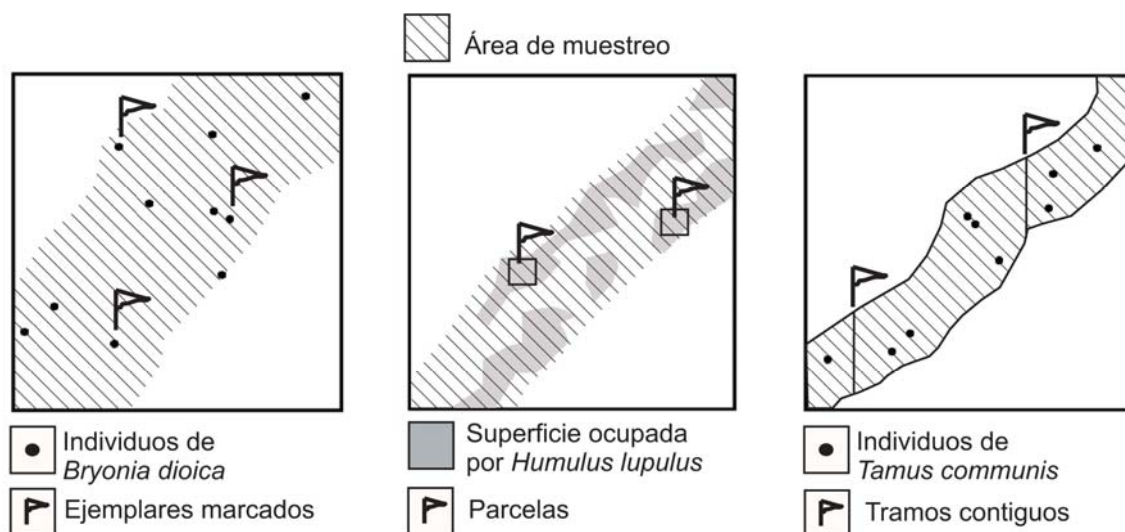
El cocinado de los alimentos es uno de los procesos que se han utilizado para la destoxificación de alimentos (Johns 1996). En el caso de *Bryonia dioica* y *Tamus communis*, es posible que reduzca o elimine la toxicidad residual que puedan contener sus tallos jóvenes, principalmente las saponinas (Lin et al. 2006; Tardío et al. 2002). De hecho, también se han consumido tradicionalmente los espárragos de otras especies silvestres con cierta toxicidad, como *Smilax aspera* L. y *Ruscus aculeatus* L., empleadas con fines medicinales por los principios activos presentes en sus órganos subterráneos (D'Antuono & Lovato 2003; Tardío et al. 2006).

El estudio de la producción de espárragos silvestres es un campo escasamente explorado. Con la excepción de algunos trabajos que recogen datos sobre la fenología y caracterización de los frutos de *Bryonia dioica* y *Tamus communis* (Herrera 1982; Herrera 1987) y nuestro estudio sobre el espárrago triguero (Molina et al. 2012), no se han encontrado estudios precedentes enfocados en el interés alimentario de sus brotes. No obstante, algunos autores se han interesado por la posible adaptación al cultivo de *Asparagus acutifolius* (Benincasa et al. 2007) y *Tamus communis* (D'Antuono & Lovato 2003), mientras que *Humulus lupulus* es una planta que se cultiva extensamente en el mundo para la obtención de lupulina para la industria cervecera. En España, aunque su cultivo ha descendido notablemente en los últimos años, todavía se registraban en 2011 unas 530 ha, fundamentalmente en la provincia de León (MAGRAMA 2014).

El objetivo de este trabajo ha sido evaluar la capacidad productiva de *Bryonia dioica*, *Humulus lupulus* y *Tamus communis* en dos localidades de la provincia de Madrid, a partir de la estimación de las siguientes variables: (i) peso de los espárragos (ii) número de espárragos por planta o unidad de superficie (iii) abundancia y (iv) producción por hectárea. Asimismo, se realiza un pequeño análisis exploratorio de la influencia de las condiciones meteorológicas y el efecto de la recolección sobre su capacidad productiva. Dado su interés nutricional, los resultados preliminares obtenidos en este trabajo pueden ser de gran utilidad para evaluar el uso potencial de estas especies, tanto del manejo sostenible de sus poblaciones naturales como de su posible adaptación al cultivo.

## 6.2. Material y métodos

La producción de *Bryonia dioica*, *Humulus lupulus* y *Tamus communis* se ha estimado durante 2008 y 2009 en dos localidades de la provincia de Madrid: Soto del Henares-Monte de Valdelatas, Soto del Henares-Miraflores de la Sierra y Tres Cantos-Soto del Real, respectivamente. Las zonas de muestreo comprenden vaguadas, orlas espinosas del bosque, bandas de vegetación de ribera y lindes arboladas entre fincas. Las características particulares de cada una de las localidades estudiadas pueden consultarse en el apartado de metodología general (ver apartado 2.2.2 y Tabla 2.3). Como puede observarse en la Figura 6.1, las tres especies seleccionadas se han muestreado utilizando metodologías diferentes, según el tipo de crecimiento de cada planta, y la posibilidad de diferenciar o no individuos aislados, como se explica a continuación.



**Figura 6.1** Delimitación del área de estudio (área rayada) y de las unidades de muestreo (individuo, parcela y tramo) empleadas para realizar un seguimiento de la producción de espárragos.

### 6.2.1. Metodología para el estudio de la producción de *Bryonia dioica*

La producción de espárragos de *Bryonia dioica* se ha estimado a partir del marcaje y seguimiento de 25 ejemplares seleccionados al azar en cada zona de estudio durante dos años consecutivos (Figura 6.1). Aquellas plantas en las que no pudo completarse el muestreo a lo largo de este periodo fueron eliminadas, quedando finalmente  $n = 23$  plantas en el Soto del Henares y  $n = 21$  en el Monte de Valdelatas.

Las plantas marcadas se muestrearon periódicamente cada 8-15 días, hasta que comenzaron a desarrollar los botones florales. En total se realizaron 4 visitas al año, entre finales de marzo y principios de mayo, y en cada una se registró el número de espárragos por planta y el peso de cada espárrago. Durante el primer año de muestreo se puso a punto la metodología de trabajo. Sólo se realizó el seguimiento de los ejemplares en el Soto del Henares, y en el Monte de Valdelatas se recolectaron únicamente en una ocasión, al principio de la temporada. En este caso la producción se ha estimado indirectamente multiplicando por cuatro los resultados obtenidos en una visita, asumiendo que podrían haberse realizado cuatro recolecciones como en los otros casos.

La abundancia de la especie se ha estimado a partir de al menos 20 transectos distribuidos al azar en cada zona de muestreo. En el Soto del Henares se realizaron transectos de 25 x 3 m paralelos al cauce del río, en una banda de vegetación de ribera de aproximadamente 10-15 m de ancho en la margen derecha del río. En el Monte de Valdelatas se muestrearon tanto lindes espinosas como áreas interiores del encinar, utilizando transectos de 25 x 2 m. La producción por hectárea se ha estimado indirectamente a partir de los resultados obtenidos (producción por individuo y densidad de la especie en su área de ocupación natural).

### 6.2.2. Metodología para el estudio de la producción de *Humulus lupulus*

La producción y abundancia de *Humulus lupulus* se ha calculado utilizando como unidad de medida la superficie ocupada por la planta (Figura 6.1). El seguimiento de esta especie para estimar su producción por unidad de superficie se realizó exclusivamente en el Soto del Henares, donde se delimitaron cuatro parcelas de 8 m<sup>2</sup>, 4,25 m<sup>2</sup>, 4 m<sup>2</sup> y 2,25 m<sup>2</sup>. El tamaño de las parcelas se ajustó a la superficie ocupada por la planta, tratando de seguir los límites naturales de su crecimiento para facilitar el muestreo. Dependiendo del estrato arbóreo presente en cada parcela, la altura alcanzada por los tallos trepadores de lúpulo osciló entre 0,5 y 2,5 m.

Durante el periodo óptimo de recolección se realizaron visitas periódicas (promedio cada 9,7 días) y se recolectaron todos los espárragos presentes en el interior de las parcelas. El muestreo finalizó una vez que aumentaron las temperaturas y los brotes de *Humulus lupulus* se volvieron muy fibrosos. También se observó en este momento la presencia de pulgón en algunos brotes, que adquirieron un aspecto pringoso.

En el año 2008 se realizaron 8 visitas, desde principios de abril hasta mediados de junio. En 2009, sin embargo, el periodo de recolección terminó a finales de mayo y sólo pudieron realizarse 6 visitas. En cada parcela se anotó el número de espárragos recolectados y el peso total del manojito. El peso medio de los espárragos se calculó a partir del peso individual de  $n = 50$  espárragos recolectados en la primera visita. Esta variable se estimó en *Humulus lupulus* durante tres años consecutivos (2007-2009). Asimismo, para estudiar el efecto de la recolección sobre la capacidad productiva de la especie, en 2009 se pesaron por separado todos los espárragos recolectados en cada visita. En Miraflores de la Sierra también se estimó el peso medio de los espárragos de lúpulo ( $n = 50$  espárragos) durante 2007-2009, aunque en este caso no se establecieron unas parcelas para hacer un seguimiento de la producción.

La superficie ocupada por la especie se estimó en ambas localidades utilizando transectos de 25 m de longitud. El ancho de los transectos se ajustó en cada tramo al ancho de la banda de vegetación de ribera, correspondiente al área de ocupación de *Humulus lupulus* en las zonas de estudio. Se utilizaron hojas de papel milimetrado para dibujar el área ocupada por la especie en cada transecto y posteriormente calcular su cobertura. Los datos obtenidos se han expresado finalmente como porcentaje de área ocupada por la especie respecto al área total muestreada. La producción por hectárea se ha estimado indirectamente a partir de los resultados obtenidos (producción por superficie de planta y cobertura).

### 6.2.3. Metodología para el estudio de la producción de *Tamus communis*

Para estimar la producción de *Tamus communis* se contó con la ayuda de un recolector experto que nos indicó dos zonas apropiadas para la recolección. En cada zona se realizó el recorrido señalado por el recolector, de 200 m de longitud en Tres Cantos y 100 m en Soto del Real. El recorrido se dividió en varios tramos contiguos o secciones de 15-20 m de longitud (Figura 6.1). Con el fin de repetir el muestreo dos años consecutivos en las mismas zonas, se anotaron las coordenadas UTM de los puntos de inicio y final de cada tramo. El ancho de los tramos se estableció según los límites naturales de la vegetación en las zonas de muestreo (orla espinosa del arroyo y lindes arboladas entre fincas). La mayor parte de los tramos tenían 5 m de ancho, excepto tres de ellos en Tres Cantos que tenían una anchura de 8-15 m.

En cada tramo se recogieron todos los espárragos que se encontraban en el momento óptimo de recolección, anotando el número de espárragos por tramo y el peso total del manojo. El peso medio de los espárragos se calculó a partir del peso individual de  $n = 50$  espárragos seleccionados al azar. Para alcanzar los espárragos que crecían en las zonas más inaccesibles fue de gran utilidad un artilugio diseñado por el propio recolector. Este aparato, parecido a unas tijeras de podar con mango telescópico, permitía cortar a distancia los espárragos que crecían enredados entre las zarzas, con la ayuda de un gancho situado en el extremo superior. También fue necesario disponer de una vestimenta adecuada (guantes y casco incluidos) para abrirse paso entre la vegetación espinosa.

Para estimar la producción de espárragos se realizó una única visita por localidad y año. El muestreo tuvo lugar en ambas localidades el 16 de abril de 2008 y el 28 de abril de 2009. La recolección se realizó entre seis personas, en compañía del recolector. Esto nos permitió hacer varias pasadas por una misma zona y encontrar los espárragos que crecen en lugares recónditos y pasan desapercibidos.

### 6.2.4. Análisis estadístico

Para detectar diferencias significativas de producción entre localidades y años, los resultados se han analizado estadísticamente utilizando el test de Kruskal Wallis para las variables peso de los espárragos y densidad de la especie. Las variables de producción derivadas del seguimiento de los mismos individuos, parcelas o tramos (producción por planta y producción por hectárea) se han analizado con el test de medidas repetidas de Wilcoxon. En todos los casos se ha establecido como nivel de significación  $\alpha = 0,05$ .

### 6.3. Resultados y discusión

#### 6.3.1. *Bryonia dioica*

##### 6.3.1.1. Producción por planta

Las estimaciones de producción de *Bryonia dioica* se presentan en la Tabla 6.1. Como puede observarse, se han detectado diferencias significativas de producción entre las dos localidades de estudio y, en algunas variables, también diferencias entre años. Las plantas muestreadas en el Soto del Henares han sido significativamente más productivas que las del Monte de Valdelatas, tanto en el número de espárragos como en su peso.

El peso medio de los espárragos ha oscilado entre  $1,91 \pm 0,03$  g en 2008 y  $1,75 \pm 0,02$  g en 2009 en Soto del Henares (mínimo 0,50 g; máximo 4,86 g), y  $1,41 \pm 0,07$  g y  $1,34 \pm 0,04$  g en el Monte de Valdelatas respectivamente (mín. 0,40 g; máx. 3,92 g). Los valores más elevados se han obtenido en el año 2008 en ambas localidades.

El número medio de espárragos recolectados por planta y visita osciló entre 6,55-10,56 espárragos en el Soto del Henares (mín. 0; máx. 52) y 2,73-3,95 espárragos en el Monte de Valdelatas (mín. 0; máx. 10). Al igual que el peso de los espárragos, el número de espárragos por planta también ha disminuido en 2009. Al final del periodo de muestreo se recolectaron en total  $39,04 \pm 6,01$  espárragos por planta en 2008 y  $26,22 \pm 3,64$  espárragos en 2009 en la primera localidad, y  $15,79 \pm 1,60$  espárragos en 2008 y  $10,90 \pm 1,44$  en 2009 en la segunda localidad.

**Tabla 6.1** Producción de *Bryonia dioica* (media  $\pm$  error típico). En cada variable, letras diferentes en la misma fila o columna indican diferencias significativas entre años (minúsculas) y localidades (mayúsculas), respectivamente ( $p \leq 0,05$ ).

| Localidad                         | 2008*             |    | 2009             |    | Total            |   |
|-----------------------------------|-------------------|----|------------------|----|------------------|---|
| Soto del Henares                  |                   |    |                  |    |                  |   |
| Peso espárrago (g)                | $1,91 \pm 0,03$   | aA | $1,75 \pm 0,02$  | bA | $1,85 \pm 0,02$  | A |
| Nº espárragos por planta y visita | $10,56 \pm 1,01$  | aA | $6,55 \pm 0,68$  | bA | $8,48 \pm 0,62$  | A |
| Nº espárragos por planta          | $39,04 \pm 6,01$  | aA | $26,22 \pm 3,64$ | aA | $32,63 \pm 3,60$ | A |
| g por planta                      | $74,59 \pm 13,28$ | aA | $45,80 \pm 6,60$ | aA | $60,20 \pm 7,64$ | A |
| g por planta y visita             | $20,18 \pm 2,19$  | aA | $11,45 \pm 1,23$ | bA | $15,64 \pm 1,27$ | A |
| Monte de Valdelatas               |                   |    |                  |    |                  |   |
| Peso espárrago (g)                | $1,41 \pm 0,07$   | aB | $1,34 \pm 0,04$  | aB | $1,35 \pm 0,03$  | B |
| Nº espárragos por planta y visita | $3,95 \pm 0,40$   | aB | $2,73 \pm 0,32$  | bB | $2,95 \pm 0,28$  | B |
| Nº espárragos por planta          | $15,79 \pm 1,60$  | aB | $10,90 \pm 1,44$ | bB | $13,23 \pm 1,13$ | B |
| g por planta                      | $22,27 \pm 2,94$  | aB | $14,56 \pm 2,28$ | aB | $18,22 \pm 1,92$ | B |
| g por planta y visita             | $5,57 \pm 0,74$   | aB | $3,64 \pm 0,44$  | bB | $4,00 \pm 0,39$  | B |

\* En el Monte de Valdelatas la producción en 2008 se ha estimado a partir de una única visita.

Se han observado importantes variaciones en el peso y número de espárragos entre las dos zonas de muestreo, y como consecuencia de ello, la producción de *Bryonia dioica* ha oscilado notablemente. Según nuestras estimaciones, se obtuvieron unos valores medios anuales de 45,80-74,59 g por planta en el Soto del Henares y menos de la mitad (14,56-22,27 g por planta) en el Monte de Valdelatas. La producción ha sido superior en Soto del Henares los dos años de muestreo, probablemente debido a las favorables características climáticas y litológicas de este territorio.

### 6.3.1.2. Abundancia

La densidad de *Bryonia dioica* en las zonas de estudio ha oscilado entre  $1.685 \pm 453$  individuos  $\text{ha}^{-1}$  en el Soto del Henares y  $3.850 \pm 1.146$  individuos  $\text{ha}^{-1}$  en el Monte de Valdelatas (Tabla 6.2). A pesar de que la producción por planta fue considerablemente superior en Soto del Henares, los resultados indican que *Bryonia dioica* es menos abundante en esta localidad.

**Tabla 6.2** Densidad de *Bryonia dioica* (media  $\pm$  error típico). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

| Localidad           | Nº individuos $\text{ha}^{-1}$ |
|---------------------|--------------------------------|
| Soto del Henares    | $1.685 \pm 453$ a              |
| Monte de Valdelatas | $3.850 \pm 1.146$ a            |

### 6.3.1.3. Producción por hectárea

Como puede observarse en la Tabla 6.3, la producción de espárragos por hectárea asciende a  $125,66 \pm 33,79$   $\text{kg ha}^{-1}$  en 2008 y  $77,15 \pm 20,75$   $\text{kg ha}^{-1}$  en 2009 en el Soto del Henares. Los valores han sido ligeramente inferiores en el Monte de Valdelatas ( $85,75 \pm 25,51$  y  $56,07 \pm 16,68$   $\text{kg ha}^{-1}$  respectivamente), aunque no se han detectado diferencias significativas entre localidades ni años.

**Tabla 6.3** Producción por hectárea de *Bryonia dioica* (media  $\pm$  error típico). En cada variable, letras diferentes en la misma fila o columna indican diferencias significativas entre años (minúsculas) y localidades (mayúsculas), respectivamente ( $p \leq 0,05$ ).

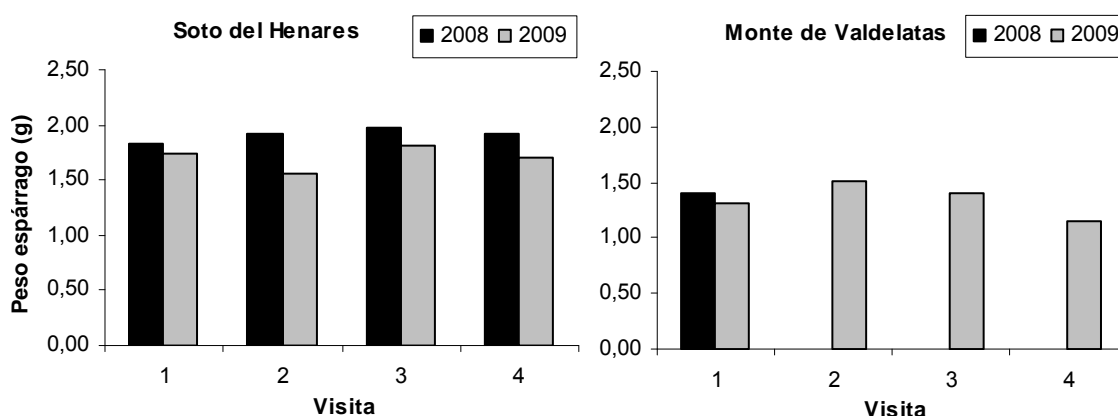
| Localidad                      | 2008*                                    | 2009                                     | Total                                   |
|--------------------------------|--|--|---|
| Soto del Henares               |  |  |   |
| Nº espárragos $\text{ha}^{-1}$ | $6,58 \cdot 10^4 \pm 1,77 \cdot 10^4$ aA | $4,41 \cdot 10^4 \pm 1,19 \cdot 10^4$ aA | $5,49 \cdot 10^4 \pm 1,07 \cdot 10^4$ A |
| $\text{kg ha}^{-1}$            | $125,66 \pm 33,79$ aA                    | $77,15 \pm 20,75$ aA                     | $101,41 \pm 19,89$ A                    |
| Monte de Valdelatas            |  |  |   |
| Nº espárragos $\text{ha}^{-1}$ | $6,08 \cdot 10^4 \pm 1,81 \cdot 10^4$ aA | $4,20 \cdot 10^4 \pm 1,25 \cdot 10^4$ aA | $5,14 \cdot 10^4 \pm 1,10 \cdot 10^4$ A |
| $\text{kg ha}^{-1}$            | $85,75 \pm 25,51$ aA                     | $56,07 \pm 16,68$ aA                     | $70,91 \pm 15,23$ A                     |

\* En el Monte de Valdelatas la producción en 2008 se ha estimado a partir de una única visita.

La mayor densidad de la especie en el Monte de Valdelatas ha compensado los bajos valores de producción por planta obtenidos en esta localidad y, como consecuencia, se han acercado las estimaciones de producción por hectárea en ambas zonas.

#### 6.3.1.4. Efecto de la recolección en el peso medio de los espárragos

En la Figura 6.2 se presenta el peso medio de los espárragos recolectados en cada visita. Como puede observarse en el gráfico, no se ha observado una disminución progresiva del peso medio a medida que se recolectan nuevos espárragos en las mismas plantas. Esto parece indicar que la recolección no ha afectado al peso medio de los espárragos de *Bryonia dioica*, a pesar de que varios de los brotes recolectados a partir de la segunda visita procedían de las yemas laterales de los tallos previamente cortados. No obstante, sería necesario realizar un estudio con una población control y comparar el calibre de los espárragos entre la población control y la población muestreada, con el fin de corroborar estos resultados.

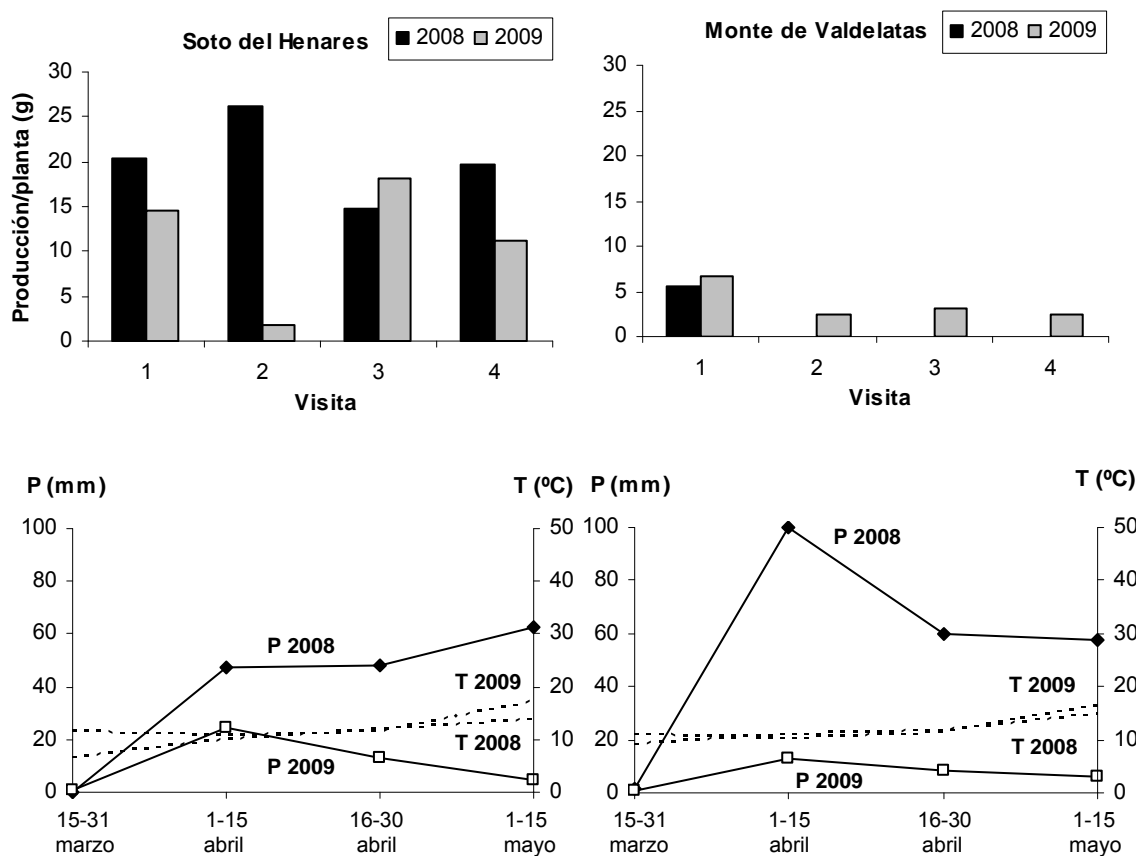


**Figura 6.2** Peso medio de los espárragos de *Bryonia dioica*. Las visitas periódicas se realizaron desde finales de marzo hasta principios de mayo. En el Monte de Valdelatas sólo se realizó una visita en 2008.

#### 6.3.1.5. Efecto de las condiciones meteorológicas en la producción

Los valores medios de producción por planta obtenidos en cada visita y los patrones estacionales de precipitación y temperatura se presentan en la Figura 6.3. Se han registrado importantes oscilaciones en la producción a lo largo del periodo. Estas fluctuaciones obedecen al número de espárragos recolectados por visita, puesto que no se observaron grandes cambios en el peso medio de los espárragos, como se ha comentado anteriormente. En términos generales la primavera de 2009, en la que se registró una producción menor, fue más seca y ligeramente más cálida al comienzo y final del periodo de recolección.

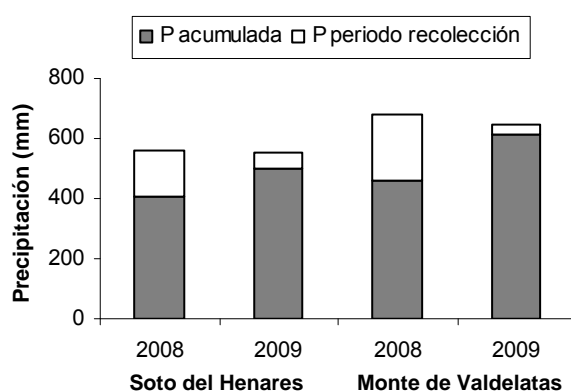




**Figura 6.3** Producción por planta de *Bryonia dioica* y régimen de precipitación (P) y temperatura media (T) durante el periodo de recolección. En el Monte de Valdelatas sólo se realizó una visita en 2008.

La influencia de las condiciones meteorológicas sobre la producción puede analizarse con mayor detalle en Soto del Henares, donde se dispone de la cantidad total de espárragos recolectados en las cuatro visitas. Como puede observarse en la Figura 6.3, el primer año de muestreo se recolectaron aproximadamente en esta localidad 20 g por planta en la primera visita. En cambio, la producción fue mayor en la segunda visita, a pesar de que ya se habían recolectado todos los espárragos en la visita anterior. Probablemente las lluvias que tuvieron lugar en la primera quincena de abril permitieron un rápido desarrollo de nuevos brotes. En conjunto, la producción aumentó en las visitas 2 y 4 con respecto a los valores obtenidos en las visitas anteriores en 2008. Los resultados coinciden con un aumento significativo de las precipitaciones en estos periodos (primera quincena de abril y mayo) respecto a la quincena anterior. En el año 2009, sin embargo, la producción por planta disminuyó considerablemente después de la primera visita de recolección. Hasta la tercera visita no se alcanzaron valores similares de producción. También se observó que algunos brotes tenían las puntas ligeramente secas. Aunque no disponemos de una población control para comparar los resultados, es posible que las plantas se vieran más afectadas por la recolección este año debido a la escasez de precipitaciones. Probablemente por eso tardaron más tiempo en producir nuevos brotes tras la primera recolección.

Los resultados parecen indicar cierta relación entre la producción de *Bryonia dioica* y el régimen hídrico durante el periodo de recolección. No obstante, al tratarse de especies con órganos subterráneos de reserva, también se ha contemplado la precipitación acumulada desde marzo del año anterior hasta febrero del año en que tuvo lugar la recolección. En la Figura 6.4 se compara la precipitación total del periodo de recolección con la precipitación acumulada. Se observa que la primavera del 2009 ha sido más seca, coincidiendo con el año de menor producción. En cambio, la precipitación acumulada en 2009 fue mayor. Los resultados parecen corroborar que esta especie es más sensible a la disponibilidad hídrica durante el periodo vegetativo que a las reservas hídricas del suelo.



**Figura 6.4** Precipitación acumulada (desde marzo del año anterior hasta febrero del año en que tuvo lugar la recolección) y precipitación del periodo de recolección (desde el 1 de marzo al 15 de mayo) de *Bryonia dioica*.

### 6.3.2. *Humulus lupulus*

#### 6.3.2.1. Producción por planta

En la Tabla 6.4 se presentan los datos de producción de *Humulus lupulus* en Soto del Henares, donde se realizó un seguimiento de los ejemplares en cuatro parcelas. Como puede observarse, el peso de los espárragos ha oscilado entre  $2,48 \pm 0,14$  g en 2008 y  $1,50 \pm 0,08$  g en 2009 (mín. 0,29 g; máx. 5,40 g). Se han detectado diferencias significativas en el peso medio, que descendió en 2009.

En cambio, las diferencias entre años en el número de espárragos  $m^{-2}$  de planta no han sido estadísticamente significativas. El número de espárragos por planta y visita ha oscilado entre 8,59-9,82 espárragos  $m^{-2}$  (mín. 0,89; máx. 26,38 espárragos  $m^{-2}$ ). En total, se han recolectado  $68,73 \pm 9,84$  espárragos  $m^{-2}$  en 2008 y  $58,94 \pm 14,48$  en 2009.

**Tabla 6.4** Producción de *Humulus lupulus* en el Soto del Henares (media  $\pm$  error típico). En cada fila, letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

|  | 2008               |   | 2009              |   | Total             |
|--|--------------------|---|-------------------|---|-------------------|
| Peso espárrago (g)                               | 2,48 $\pm$ 0,14    | a | 1,50 $\pm$ 0,08   | b | 1,99 $\pm$ 0,10   |
| Nº espárragos m <sup>-2</sup> de planta y visita | 8,59 $\pm$ 1,08    | a | 9,82 $\pm$ 1,21   | a | 9,12 $\pm$ 0,80   |
| Nº espárragos m <sup>-2</sup> de planta          | 68,73 $\pm$ 9,84   | a | 58,94 $\pm$ 14,48 | a | 63,83 $\pm$ 8,31  |
| g m <sup>-2</sup> de planta                      | 100,20 $\pm$ 17,96 | a | 58,45 $\pm$ 19,98 | a | 79,33 $\pm$ 14,73 |
| g m <sup>-2</sup> de planta y visita             | 12,53 $\pm$ 1,80   | a | 9,74 $\pm$ 1,39   | a | 11,33 $\pm$ 1,19  |

Llama la atención que el número de espárragos recolectados al final del periodo sea superior en 2008 y, sin embargo, se hayan recolectado más espárragos por visita en 2009. Esto es debido a que el periodo de recolección fue excepcionalmente largo en 2008 y, en vez de finalizar en mayo, las condiciones meteorológicas permitieron realizar dos visitas de recolección más durante la primera quincena de junio. Además, el descenso en el peso medio de los espárragos ha repercutido negativamente en la producción, que en 2008 alcanzó unos valores de 100,20  $\pm$  17,96 g m<sup>-2</sup> de planta y en 2009 descendió casi a la mitad (58,45  $\pm$  19,98 g m<sup>-2</sup>).

En Miraflores de la Sierra no fue posible realizar el seguimiento de *Humulus lupulus* durante el periodo de recolección. En este caso, las diferencias de producción entre localidades se analizan a partir de la variable ‘peso medio de los espárragos’, que se estimó en las dos localidades durante tres años consecutivos. Como puede observarse en la Tabla 6.5, el peso medio de los espárragos en Miraflores de la Sierra ha oscilado entre 1,42-1,80 g (mín. 0,58 g; máx. 4,09 g). En esta localidad también se observa un descenso significativo del peso medio de los espárragos en 2009, obteniéndose los valores más elevados en 2008 en ambas zonas.

**Tabla 6.5** Peso de los espárragos de *Humulus lupulus* (g, media  $\pm$  error típico;  $n = 50$ ). En cada fila, letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

| Localidad               | 2007            |   | 2008            |   | 2009            |   |
|-------------------------|-----------------|---|-----------------|---|-----------------|---|
| Soto del Henares        | 1,22 $\pm$ 0,04 | a | 2,48 $\pm$ 0,14 | b | 1,50 $\pm$ 0,08 | c |
| Miraflores de la Sierra | 1,73 $\pm$ 0,11 | a | 1,80 $\pm$ 0,12 | a | 1,42 $\pm$ 0,07 | b |

### 6.3.2.2. Abundancia

La abundancia de *Humulus lupulus* en las localidades de estudio se ha calculado en términos de cobertura. En ambos casos se realizaron transectos de 25 m de longitud a lo largo de la banda de vegetación de ribera, que en el Soto del Henares tenía una anchura media de 11,5  $\pm$  2,2 m y en Miraflores de la Sierra de 2,0  $\pm$  0,3 m. Como puede observarse en la Tabla 6.6, la superficie ocupada por *Humulus lupulus* osciló entre 55  $\pm$  9 m<sup>2</sup> por transecto en la primera localidad y 20  $\pm$  6 m<sup>2</sup> en la segunda. Estos valores corresponden con una cobertura del 22% y 38%, respectivamente.

**Tabla 6.6** Superficie ocupada por *Humulus lupulus* respecto a la superficie total muestreada (media  $\pm$  error típico). En cada fila letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

|   | Soto del Henares | Miraflores de la Sierra |
|---|------------------|-------------------------|
| Dimensiones de los transectos (largo x ancho)*            | 25 x 11,5        | 25 x 2,0                |
| Superficie de los transectos (m <sup>2</sup> )            | 288 $\pm$ 55 a   | 50 $\pm$ 8 b            |
| Superficie total ocupada por la especie (m <sup>2</sup> ) | 55 $\pm$ 9 a     | 20 $\pm$ 6 b            |
| Cobertura (%)   | 22 $\pm$ 2 a     | 38 $\pm$ 11 a           |

\* El ancho de los transectos ha sido variable, en la tabla se indica el valor promedio.

Debe tenerse en cuenta que la cobertura no contempla el desarrollo en altura de esta planta trepadora. La presencia de un estrato arbóreo que permita el crecimiento en altura, como ocurre en la zona muestreada en el Soto del Henares, incrementará considerablemente la producción por unidad de superficie. Así, es razonable suponer que la producción fuera mayor en Soto del Henares por este motivo, aunque no disponemos de los datos correspondientes en Miraflores de la Sierra para corroborar esta hipótesis.

### 6.3.2.3. Producción por hectárea

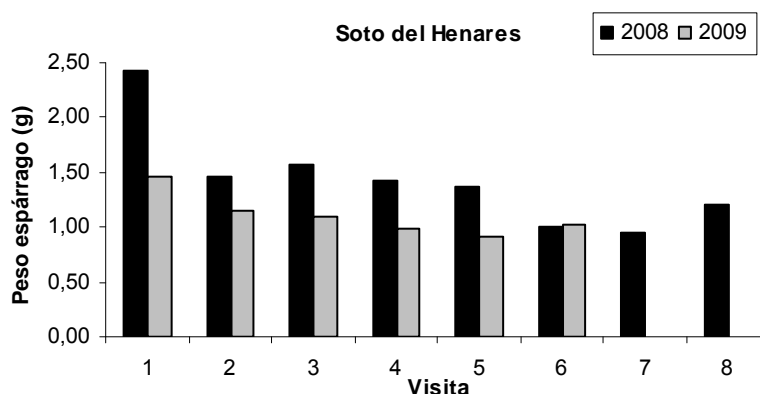
Según la cobertura de *Humulus lupulus* en la zona de estudio de Soto del Henares, se ha estimado que pueden obtenerse más de  $10^5$  espárragos por hectárea, que equivale a una producción superior a  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ . Como puede observarse en la Tabla 6.7, las diferencias entre años son estadísticamente significativas ( $219,58 \pm 31,84 \text{ kg ha}^{-1}$  en 2008 y  $128,07 \pm 18,57 \text{ kg ha}^{-1}$  en 2009) debido fundamentalmente al descenso del peso medio de los espárragos en 2009.

**Tabla 6.7** Producción por hectárea de *Humulus lupulus* en el Soto del Henares (media  $\pm$  error típico). En cada fila, letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

|                                | 2008                                    | 2009                                    | Total                                 |
|--------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| Nº espárragos ha <sup>-1</sup> | $1,51 \cdot 10^5 \pm 0,22 \cdot 10^5$ a | $1,29 \cdot 10^5 \pm 0,19 \cdot 10^5$ a | $1,40 \cdot 10^5 \pm 0,14 \cdot 10^5$ |
| kg ha <sup>-1</sup>            | $219,58 \pm 31,84$ a                    | $128,07 \pm 18,57$ b                    | $173,83 \pm 20,24$                    |

### 6.3.2.4. Efecto de la recolección en el peso medio de los espárragos

El peso medio de los espárragos recolectados en cada visita en el Soto del Henares se presenta en la Figura 6.5. Como puede observarse, se ha detectado un descenso progresivo en los valores a medida que se recolectan más espárragos en las mismas parcelas. Esto es debido posiblemente a que los espárragos procedentes de ramificaciones laterales son más finos. Por ello, el peso medio de los espárragos va descendiendo a medida que aumenta el número de espárragos que nacen de las yemas laterales y la planta deja de producir nuevas yemas apicales, aunque no disponemos de una población control para corroborarlo.



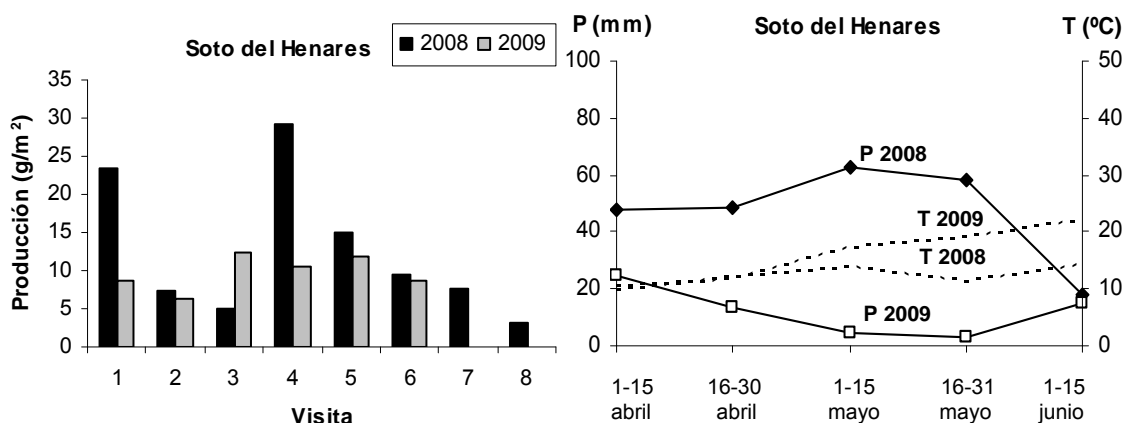
**Figura 6.5** Peso medio de los espárragos de *Humulus lupulus* en Soto del Henares. Espárragos recolectados en visitas periódicas durante los meses de abril y mayo (visitas 1-6) y primera quincena de junio (visitas 7-8).

Como ya hemos indicado, el peso medio de los espárragos se estimó a partir de  $n = 50$  espárragos recolectados en la primera visita y éstos son los resultados que se muestran en las Tablas 6.4 y 6.5. Sin embargo, este valor podría estar ligeramente sobrestimado, como pudimos comprobar con el seguimiento que se muestra en la Figura 6.5. Por esta razón, en 2009 se pesaron por separado todos los espárragos recolectados en cada visita. Así, el valor medio registrado en 2009 ( $1,50 \pm 0,08$  g;  $n = 50$  espárragos) disminuye un 30% ( $1,05 \pm 0,01$  g;  $n = 1.298$  espárragos). No obstante, esta sobrestimación del peso medio de los espárragos no ha repercutido sobre las otras variables, ya que para calcular la producción por superficie de planta se midió directamente el peso total del manojito de espárragos recolectados en cada visita.

### 6.3.2.5. Efecto de las condiciones meteorológicas en la producción

Los patrones estacionales de producción en Soto del Henares se presentan en la Figura 6.6. Como se ha indicado anteriormente, la producción fue superior en 2008, pudiendo observarse también en casi todas las visitas. No obstante, se han detectado unas pautas diferentes cada año. En el año 2008, la producción descendió drásticamente en la segunda y tercera visita de recolección, pero se recuperó en la cuarta visita, experimentando de nuevo un descenso progresivo en las visitas posteriores. Sin embargo, en 2009 los ciclos de recuperación fueron más cortos y menos pronunciados. La producción descendió ligeramente en la segunda visita, aumentó en la tercera, y así sucesivamente. Dado que el peso medio de los espárragos descendió a lo largo del periodo de muestreo (ver Figura 6.5), los picos de producción a mitad de temporada parecen estar directamente relacionados con un aumento en el número de espárragos.

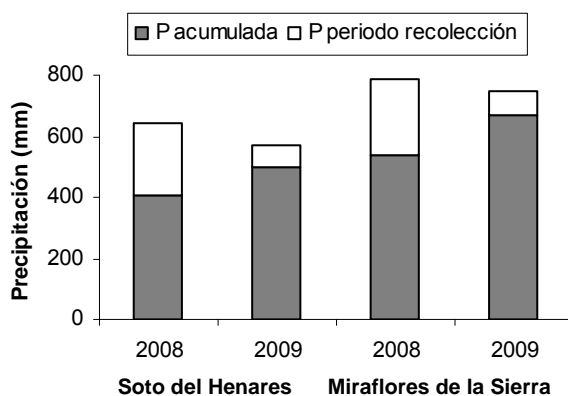
Según el régimen pluviométrico del periodo de recolección (Figura 6.6), las precipitaciones fueron muy escasas en 2009, el año de menor producción. La temperatura también aumentó considerablemente desde principios de mayo de 2009 y, como consecuencia, el periodo de recolección fue más corto.



**Figura 6.6** Producción por superficie de planta de *Humulus lupulus* y régimen de precipitación (P) y temperatura media (T) en Soto del Henares durante el periodo de recolección. Las visitas 1-6 se realizaron entre los meses de abril-mayo y las visitas 7-8 en la primera quincena de junio.

En este caso no se observa una clara relación entre los picos de producción y las condiciones meteorológicas del periodo de muestreo. Posiblemente los picos de producción están relacionados con el desarrollo de nuevos espárragos a partir de ramificaciones laterales. Aunque el peso medio de estos espárragos laterales es menor, el lúpulo presenta las hojas en disposición opuesta, y de cada nudo nacen dos yemas axilares, es decir, dos futuros espárragos, por lo que se duplica la producción.

En la Figura 6.7 se presenta la precipitación acumulada, utilizada como indicativo de la humedad en las capas profundas del suelo, y la precipitación total durante el periodo de muestreo. Aunque la precipitación acumulada en 2009 fue superior en ambas localidades, *Humulus lupulus* obtuvo una producción mayor en 2008, coincidiendo con una primavera más lluviosa. Por lo tanto, parece mostrar mayor dependencia de la disponibilidad hídrica durante el periodo vegetativo que de las reservas hídricas del suelo, lo que posiblemente no es tan relevante en las zonas de ribera donde se muestreó.



**Figura 6.7** Precipitación acumulada (desde marzo del año anterior hasta febrero del año en que tuvo lugar la recolección) y precipitación del periodo de recolección (1 de marzo a 15 de junio) de *Humulus lupulus*.

### 6.3.3. *Tamus communis*

#### 6.3.3.1. Producción por hectárea

La producción de *Tamus communis* se presenta en la Tabla 6.8. Según los resultados obtenidos, el peso medio de los espárragos ha oscilado entre  $1,40 \pm 0,09$  g y  $2,07 \pm 0,17$  g en la primera localidad (mín. 0,38 g; máx. 5,81 g) y  $1,09 \pm 0,08$  g y  $1,75 \pm 0,13$  g en la segunda (mín. 0,28 g; máx. 3,72 g), observándose en ambos casos un incremento significativo en 2009. El peso medio de los espárragos fue superior en Tres Cantos los dos años de muestreo. El número de espárragos recolectados en las zonas de estudio ha fluctuado entre 6.000 y 15.000 espárragos  $\text{ha}^{-1}$ . Los valores más altos se han obtenido en Soto del Real, aunque la superficie muestreada fue menor, por lo que el número total de espárragos recolectados también es menor ( $n = 970$  y  $922$  espárragos en Tres Cantos en 2008 y 2009, respectivamente;  $n = 450$  y  $745$  espárragos en Soto del Real).

La producción total en Tres Cantos es de  $9,89 \pm 2,39$   $\text{kg ha}^{-1}$  en 2008 y  $13,01 \pm 2,07$   $\text{kg ha}^{-1}$  en 2009. No se han detectado diferencias significativas entre años, a pesar de que el peso medio de los espárragos aumentó en 2009. Por el contrario, en Soto del Real sí se observan diferencias significativas entre años ( $9,88 \pm 3,88$   $\text{kg ha}^{-1}$  en 2008 y  $26,06 \pm 4,97$   $\text{kg ha}^{-1}$  en 2009), debido al incremento del peso y número de espárragos en 2009.

Es importante señalar que estos valores se han estimado a partir de una única visita. Según nuestro informante-recolector, pueden realizarse dos o tres recolecciones en las mismas zonas a lo largo de la temporada, lo que podría duplicar o incluso triplicar los valores obtenidos. Uno de los motivos principales de que puedan realizarse varias recolecciones es la dificultad de acceso a los lugares donde crece esta planta y la falta de visibilidad de los espárragos. En muchas ocasiones los espárragos pasan desapercibidos o no es posible alcanzarlos porque están enredados entre la vegetación espinosa. Como indicamos anteriormente, rastreamos minuciosamente la zona de estudio entre seis personas, utilizando un artilugio que nos permitía recolectar los espárragos más inaccesibles. Sin embargo, es posible que se quedaran sin recolectar algunos espárragos y que se hayan desarrollado nuevos espárragos posteriormente.

**Tabla 6.8** Producción de *Tamus communis* (media  $\pm$  error típico). En cada variable, letras diferentes en la misma fila o columna indican diferencias significativas entre años (minúsculas) y localidades (mayúsculas), respectivamente ( $p \leq 0,05$ ).

| Localidad     |                                | 2008              |    | 2009               |    | Total              |   |
|---------------|--------------------------------|-------------------|----|--------------------|----|--------------------|---|
| Tres Cantos   | Peso espárrago (g)             | $1,40 \pm 0,09$   | aA | $2,07 \pm 0,17$    | bA | $1,73 \pm 0,10$    | A |
|               | Nº espárragos $\text{ha}^{-1}$ | $7.057 \pm 1.708$ | aA | $6.298 \pm 1.001$  | aA | $6.677 \pm 970$    | A |
|               | $\text{kg ha}^{-1}$            | $9,89 \pm 2,39$   | aA | $13,01 \pm 2,07$   | aA | $11,45 \pm 1,58$   | A |
| Soto del Real | Peso espárrago (g)             | $1,09 \pm 0,08$   | aB | $1,75 \pm 0,13$    | bA | $1,42 \pm 0,08$    | B |
|               | Nº espárragos $\text{ha}^{-1}$ | $9.020 \pm 3.541$ | aA | $14.900 \pm 2.842$ | aB | $11.960 \pm 2.354$ | B |
|               | $\text{kg ha}^{-1}$ (kg)       | $9,88 \pm 3,88$   | aA | $26,06 \pm 4,97$   | bB | $17,97 \pm 4,01$   | A |

### 6.3.3.2. Efecto de la recolección en el número de espárragos

En *Tamus communis* no se ha realizado un seguimiento individual de los ejemplares, así que no ha sido posible determinar cuántos espárragos puede producir cada individuo a lo largo de la temporada ni cuál es el efecto de la recolección en el número de espárragos por planta.

Según nuestras observaciones de campo, las yemas axilares de *Tamus communis* producen tallos laterales muy finos, especialmente cuando se ha cortado la yema apical. Esto parece indicar que sólo podrían desarrollarse nuevos espárragos por rebrote de cepa, ya que los brotes de las ramificaciones laterales no son aprovechables. Es posible que los espárragos que crecen muy próximos procedan del mismo tubérculo. Como nos indicó nuestro informante-recolector, al desenterrar un tubérculo se observa a pocos centímetros de su base una yema secundaria, que llaman "el hermano", que suele tener un crecimiento más lento que la yema principal. Para averiguar si estas yemas secundarias producen finalmente espárragos de tamaños óptimos para su recolección sería necesario realizar un seguimiento individual de los tubérculos. Este aspecto debe ser estudiado con mayor profundidad en futuros estudios.

No obstante, nuestros resultados permiten comparar la producción de *Tamus communis* durante dos años consecutivos en las mismas zonas de estudio. En la Figura 6.8 se presenta el número de espárragos recolectados en cada tramo del recorrido. Como puede observarse, en la mayor parte de los tramos muestreados en Tres Cantos se recogieron cantidades similares de espárragos durante los dos años de estudio, mientras que en Soto del Real la producción aumentó en 2009 en casi todos los tramos. Aunque no disponemos de una población control para corroborarlo, los resultados parecen indicar que la recolección en el año 2008 no tuvo un efecto negativo sobre su capacidad productiva, puesto que en 2009 se obtuvieron producciones similares o incluso superiores. Según nos indicó el recolector, la producción de *Tamus communis* puede verse afectada por la escasez de lluvias y la presencia de jabalíes, que escarban la tierra en busca de los tubérculos subterráneos de esta planta.

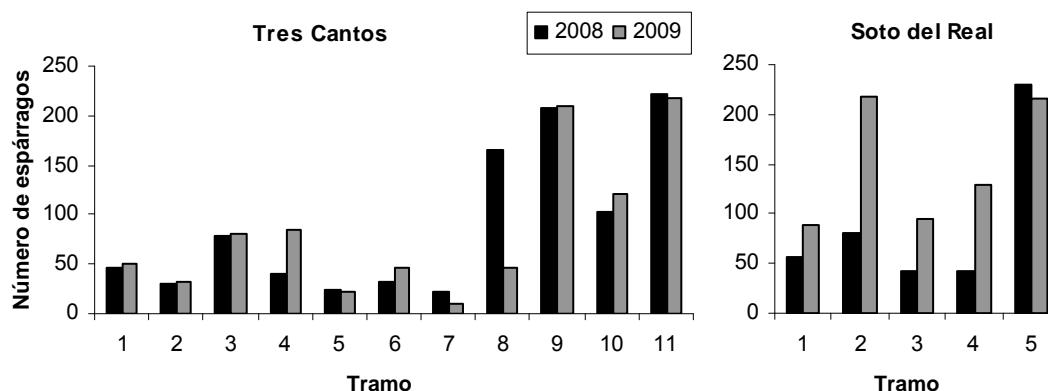


Figura 6.8 Número de espárragos de *Tamus communis* recolectados en cada tramo.

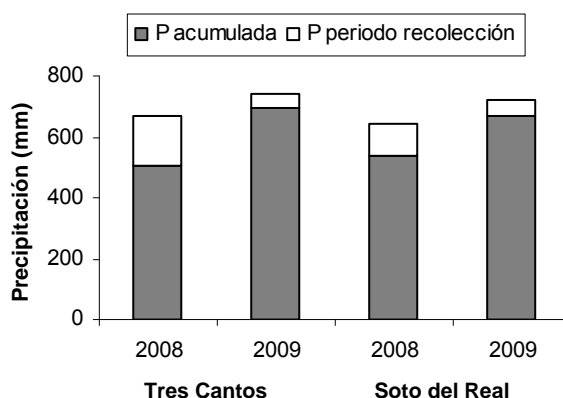


### 6.3.3.3. Efecto de las condiciones meteorológicas en la producción

En la Figura 6.9 se ha recogido la precipitación de los dos meses previos al muestreo y la precipitación acumulada, desde marzo del año anterior hasta febrero del año en que tuvo lugar la recolección. Dado que la producción de *Tamus communis* se estimó a partir de una única visita, no ha sido posible estudiar la influencia de los patrones mensuales de temperatura y precipitación en la producción a lo largo de la temporada de muestreo. No obstante, esta información permite hacer un pequeño análisis exploratorio de la influencia del régimen hídrico sobre la producción, tanto de las condiciones pluviométricas en el momento de la recolección como de las reservas hídricas del suelo.

A diferencia de *Bryonia dioica* y *Humulus lupulus*, la producción de *Tamus communis* aumentó en 2009, coincidiendo con el año en el que se registró una primavera más seca (Figura 6.9). El peso medio de los espárragos también fue superior en ambas localidades en 2009. Esto podría estar relacionado con la capacidad de reserva del tubérculo, ya que la precipitación acumulada en 2009 fue mayor.

A medida que los tubérculos aumentan de tamaño, son capaces de emitir brotes de mayor grosor. El tamaño de los tubérculos aumenta con la edad, y posiblemente también está relacionado con las condiciones meteorológicas. Unas condiciones favorables propician la síntesis de compuestos de reserva, que son acumulados en el tubérculo y utilizados al año siguiente durante el comienzo del periodo vegetativo. Sin embargo, a pesar de que las tres especies estudiadas poseen órganos de reserva subterráneos, mostraron patrones anuales diferentes en su producción. Aunque estas plantas no tienen un sistema radical muy profundo, tal vez su mayor o menor acceso a las reservas hídricas del suelo sea un factor importante a la hora de explicar las diferencias observadas.



**Figura 6.9** Precipitación acumulada (desde marzo del año anterior hasta febrero del año en que tuvo lugar la recolección) y precipitación del periodo de recolección (marzo y abril) de *Tamus communis*.

## 6.4. Conclusiones

El estudio de los espárragos silvestres ha requerido el empleo de diversas técnicas metodológicas según el tipo de crecimiento de las especies y su área de distribución natural. Asimismo, la posibilidad de realizar varias recolecciones en la misma planta ha aumentado la complejidad del muestreo (marcaje y seguimiento de las plantas) y la interpretación de los datos (el propio efecto de la recolección experimental de los espárragos ha podido influir en su producción).

Según los resultados preliminares obtenidos en este trabajo, el rango de producción de *Bryonia dioica* (con unos valores medios de 60-125 kg de espárragos por hectárea) y *Humulus lupulus* (130-220 kg ha<sup>-1</sup>) fue considerablemente superior al de *Tamus communis* (10-30 kg ha<sup>-1</sup>) en las zonas de estudio. Esto puede ser debido en parte a que la producción de *Tamus communis* se estimó a partir de una única visita de recolección y, según la experiencia de algunos recolectores, es posible realizar dos o tres recolecciones sucesivas en la misma zona a lo largo de la temporada. No obstante, aunque la producción de *Tamus communis* esté infraestimada e hipotéticamente duplicara o triplicara los valores presentados en este trabajo, su rango de producción seguiría siendo inferior al de *Bryonia dioica* y *Humulus lupulus*. Dado que el peso medio de los espárragos ha sido muy similar (media total = 1,60-1,80 g), las diferencias de producción entre especies se deben fundamentalmente al número de espárragos que son capaces de generar y su abundancia relativa en las zonas de muestreo.

En las tres especies se han detectado diferencias significativas entre localidades y/o años en el peso medio de los espárragos y en el número medio de espárragos por planta o unidad de superficie. Como consecuencia de ello su producción ha oscilado considerablemente, incluso duplicándose en algunos casos, en función de las condiciones meteorológicas anuales y las características de cada zona de estudio.

Además de las oscilaciones en los valores medios, también se han detectado fluctuaciones en el peso y número de espárragos a lo largo de la temporada de recolección en las dos especies en las que se realizó un seguimiento, *Bryonia dioica* y *Humulus lupulus*. En *Humulus lupulus* se observó un ligero descenso del peso medio de los espárragos a medida que aumentaba la proporción de espárragos procedentes de ramificaciones laterales, de menor grosor. Esta especie, al tener las hojas en disposición opuesta con dos yemas en cada nudo, produjo una elevada cantidad de espárragos laterales a partir de la segunda visita de muestreo. El peso medio se mantuvo más constante en los espárragos de *Bryonia dioica*, posiblemente porque esta planta produjo nuevos brotes apicales a lo largo de la temporada y, proporcionalmente, el número de espárragos procedentes de yemas laterales fue menor. Así, los picos de producción que se detectaron en *Bryonia dioica* y *Humulus lupulus* a lo largo de las visitas de muestreo, estarían directamente relacionados con un aumento en el número de espárragos.

Esto parece indicar que la recolección reiterada de espárragos en los mismos ejemplares ha tenido un efecto positivo sobre la producción, propiciando un incremento del número de espárragos por planta o unidad de superficie, y negativo a la vez, disminuyendo el peso medio de los espárragos. No obstante, este aspecto debe estudiarse con mayor profundidad, utilizando un diseño de muestreo adecuado, con poblaciones control, que permita corroborar los resultados obtenidos y discriminar otras fuentes de variación capaces de enmascarar o amplificar el efecto de la recolección, como por ejemplo las condiciones meteorológicas anuales.

En este caso, la primavera de 2008 fue especialmente fresca y lluviosa, coincidiendo con una mayor producción de espárragos en *Bryonia dioica* y *Humulus lupulus* en comparación con 2009. Las lluvias retrasaron el aumento de las temperaturas y esto además permitió que se prolongara el periodo de recolección de *Humulus lupulus* hasta mediados de junio. Sin embargo, a pesar de que la temporada de recolección fue más seca en 2009, no todas las especies se vieron perjudicadas. El peso medio de los espárragos de *Tamus communis* y su producción por hectárea aumentó en 2009 en ambas localidades. Esto podría estar relacionado con la capacidad de reserva de la planta, la profundidad del tubérculo y sus posibilidades de acceder a las reservas hídricas del suelo en periodos de escasez de lluvias.

Los resultados obtenidos en este trabajo ponen de manifiesto que los espárragos silvestres son un recurso alimentario abundante y productivo. Aunque *Asparagus acutifolius* es la especie que se recolecta con más frecuencia en la actualidad, otras especies de uso tradicional como *Bryonia dioica*, *Humulus lupulus* y *Tamus communis* tienen un gran interés alimentario. Junto con la información recogida en los estudios etnobotánicos y nutricionales, estos datos permiten disponer de una caracterización más completa de estos espárragos silvestres, con el fin de evaluar su interés potencial como recurso alimentario. Aunque estas especies son abundantes en sus hábitats naturales, las comunidades vegetales de las que forman parte no suelen ocupar grandes extensiones y están muy sujetas a alteraciones antrópicas, al igual que ocurre con otros espárragos silvestres (D'Antuono & Lovato 2003). En este sentido, el cultivo podría representar una interesante alternativa para reducir la presión recolectora de sus poblaciones naturales si fuera necesario.



## 7. CAPÍTULO V

### Fruit production of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) in two Spanish forests<sup>4</sup>

#### Abstract

Recent studies have emphasized the nutritional interest of the fruits of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.), a species traditionally gathered in the Mediterranean region. Since fruit production in this species has been scarcely studied, we aimed to assess its local fruit supply in terms of fruit mass and fruit abundance. We carried out a 2-year study in two representative sites from continental and temperate regions of Central and Western Spain, respectively. Tree size, tree density and meteorological data were considered. The aged small population at Site 1 yielded  $6.42 \pm 1.19$  kg per tree ( $46 \pm 19$  kg ha<sup>-1</sup>). The young large population from resprouts at Site 2, where forest management practices related to cork extraction have favoured shrubby growth forms, yielded  $2.61 \pm 0.42$  kg per tree ( $539 \pm 60$  kg ha<sup>-1</sup>). Annual differences in fruit production per tree were recorded at Site 1, characterized by a Mediterranean climate with more severe continental traits than those at Site 2. This original data on wild fruit production may contribute to assessing the yield potential of this species for both sustainable use and cultivation purposes.

**Keywords:** wild fleshy fruits, non-timber forest products, fruit mass, fruit abundance.

#### 7.1. Introduction

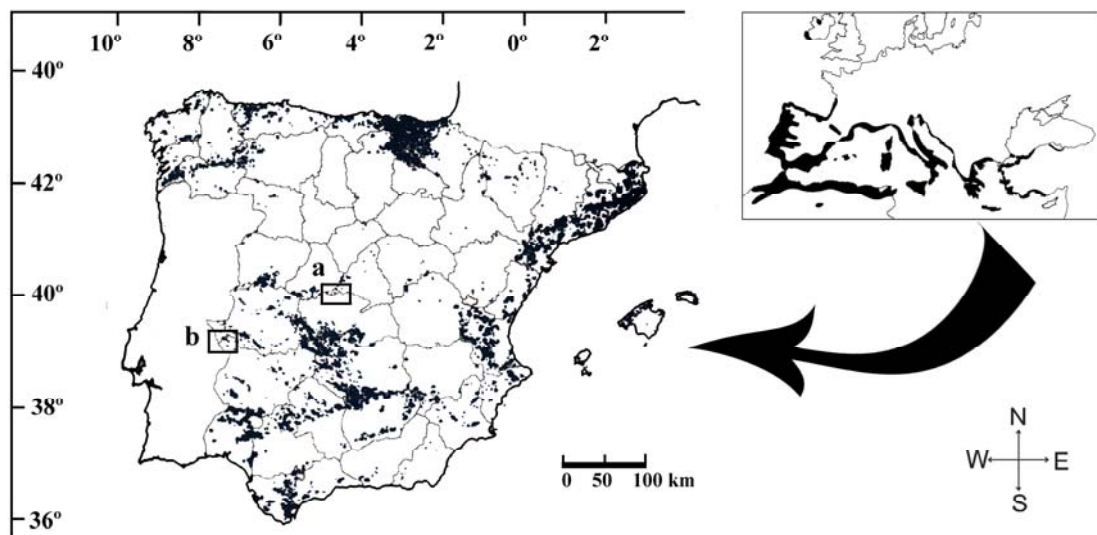
Wild edible plants continue to be gathered in Europe, although it is no longer a widespread practice. Picking wild vegetables, such as *Asparagus acutifolius* L. or *Scolymus hispanicus* L., and wild berries, such as *Prunus spinosa* L. or *Vaccinium myrtillus* L., is still a popular recreational and sometimes economically profitable activity (Sanderson & Prendergast 2002; Tardío et al. 2006; Polo et al. 2009; Miina et al. 2010). Gourmet liqueurs and marmalades made from wild fruits, such as elderberries (*Sambucus nigra* L.), blackberries (*Rubus* spp.), blackthorn berries (*Prunus spinosa*) or wild apples [*Malus sylvestris* (L.) Mill.], are sold in street markets and shops (Pardo-de-Santayana et al. 2010). As in the case of mushrooms (Martínez de Aragón et al. 2007), the demand for wild plants also seems to be increasing. The social importance of such

---

<sup>4</sup> **Molina M**, Pardo-de-Santayana M, Aceituno L, Morales R, Tardío J (2011) Fruit production of strawberry-tree (*Arbutus unedo* L.) in two Spanish forests. *Forestry* 84: 419–429.

resources has been boosted by the rising number of scientific and popular publications or internet web pages about wild food, the increasing importance of rural tourism (Ghirardini et al. 2007; Pardo-de-Santayana et al. 2007; Schunko & Vogl 2010) and social movements such as Slow Food (2014) or Via Campesina (2014). Therefore, the recreational and economic value of these non-timber products should be considered when developing forest management plans (Hjortsø & Stræde 2001; Ihalainen et al. 2002).

Strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) is one of the most common fleshy fruited species in the Mediterranean region. This small tree is mainly restricted to the Mediterranean and Macaronesian area, with some Atlantic locations in France and Ireland (Villar 1993). Although it grows throughout Spain, it is much more frequent in regions with a non-continental climate, except for some relict populations located in thermal refuges (Figure 7.1). It is particularly abundant in the southwestern mountain ranges (Sierra Morena and Montes de Toledo), mainly growing in sclerophyllous shrublands and evergreen forests of *Quercus suber* L. and *Quercus ilex* L. This species can be found from sea level to 800–1200 m and grows in different types of soils though, like many *Ericaceae* species, it has a certain preference for acid soils (Blanco et al. 2005). Many frugivorous birds and several mammals feed on its fleshy fruits (Herrera 1982; 1989).



**Figure 7.1** Geographical distribution of *Arbutus unedo* and study sites: Site 1 (a) and Site 2 (b). Based on Domínguez & Martínez (1993) and Blanco et al. (2005).

Strawberry tree fruits have traditionally been employed for human consumption in the Iberian Peninsula and other Mediterranean regions (Redzic 2006; Tardío et al. 2006; Hadjichambis et al. 2008; Carvalho 2010). According to Tardío et al. (2006), it is one of the most important wild fruit species in Spain. Its raw fruits are usually consumed in the field and sometimes taken home for dessert. Some preservation techniques have been used to extend its availability beyond the fruit harvesting period. For example, recipes of home-made compotes or jams with strawberry tree fruits have been recorded (Bonet & Vallès 2002; Parada et al. 2002; Verde et al. 2003; Moll 2005). Furthermore, alcoholic beverages by fruit fermentation or distillation have been locally commercialized as a complement to rural income in some regions (Alarcão-E-Silva et al. 2001).

Despite being considered an underutilized fruit tree species (Celikel et al. 2008), the wild berries of strawberry tree are a valuable food resource (Barros et al. 2010b; Ruiz-Rodríguez et al. 2011). Its carbohydrate-rich fruits have a high fructose content and provide 400 kcal/100 g of dry weight (Barros et al. 2010b). They also have a wide range of antioxidants, including vitamin C and E, niacin, carotenoids and polyphenolic compounds (Alarcão-E-Silva et al. 2001; Pallauf et al. 2008; Barros et al. 2010b; Ruiz-Rodríguez et al. 2011). Total antioxidant activity of strawberry tree fruits was found to be one of the highest of 28 fruits analysed by García-Alonso et al. (2004). The preventive effect of these compounds in chronic health disorders, such as cancer and neurodegenerative and cardiovascular diseases, supports the promotion of their consumption as a healthy food.

Nevertheless, their short optimum period of consumption has probably hampered their commercialization as a fresh product, as well as this species' cultivation by large-scale agriculturalists. Strawberry tree fruits only reach a really pleasant flavour if consumed slightly overripe (Ruiz-Rodríguez et al. 2011), when their high tannin content decreases and sugar content increases (Alarcão-E-Silva et al. 2001). Therefore, they spoil easily and are delicate to transport (Verde et al. 2001). However, the fruits could be easily preserved by freezing or other processing techniques, extending fruit availability beyond harvest time. Although these fruits at an advanced stage of maturity are popularly said to cause signs of drunkenness, probably due to their high fermentable sugar content, we have not found any scientific reference to their ethanol content.

New potential uses of strawberry tree fruits in the food industry have recently been studied. Alarcão-E-Silva et al. (2001) suggested their possible application as fruit pieces in yoghurt, pie and pastry filling or cereal products. This last category could include energy bars or breakfast cereals. Ganhão et al. (2010b) found that the addition of fruit extracts as a functional ingredient in processed meat products prevented protein oxidation. Strawberry tree fruits could also be used as a food colorant, considering their content of  $\beta$ -carotene and anthocyanins (Alarcão-E-Silva et al. 2001).

Some studies on morphological characterization, genetic diversity and selection programs have been carried out in Italy, Turkey and Tunisia (Mulas et al. 1998; Celikel et al. 2008; Takrouni & Boussaid 2010) with the aim of promoting extensive cultivation and preventing deforestation and over-collecting. Nevertheless, breeding programs to obtain strawberry tree cultivars with high quality fruits have rarely been attempted (Celikel et al. 2008). Hence, there are not enough data available to assess the agronomic potential of the species.

To understand the economic possibilities of non-timber forest products, such as strawberry tree, information on their supply is needed, as estimated for other wild berries (Murray et al. 2005). However, fruit production data in strawberry tree are scarce, and the few available studies have been carried out by plant-bird ecologists and plant physiologists (e.g., Herrera 1998; Ogaya & Peñuelas 2007). According to previous studies, between-year supply of wild berries varied greatly, and silvicultural practices also influenced species abundance (Kerns et al. 2004; Murray et al. 2005). Meteorological conditions could especially affect strawberry tree since its reproductive cycle is much longer than that of other fruit tree species. As flowering and fruit maturation occur in autumn, fruits take the whole year to ripen (Ogaya & Peñuelas 2004).

Therefore, given the dietary interest of the species and the lack of information on its potential yield and sustainable use, we aimed to evaluate fruit production of *Arbutus unedo* in terms of fruit mass and fruit abundance and explore its relationship with meteorological conditions.

## 7.2. Materials and methods

### 7.2.1. Study sites

Fieldwork was conducted at two representative sites from both continental and temperate regions of Central and Western Spain (Figure 7.1). Two populations of *Arbutus unedo* were chosen from these different geographical and climatic areas in quite well-preserved woodlands.

The first study area (Site 1) is located in San Martín de Valdeiglesias (Madrid province, Central Spain) in the granite mountain chain Las Cabreras (40°23' N; 04°19' W) which ranges from 800 to 1,000 m elevation. Average annual rainfall and temperature are 511 mm and 15.3°C, respectively. The Mediterranean climate of the region is characterized by cold winters with frost risk during 6 months and dry summers which last ~3.5 months (SIGA 2012). A *Pinus pinea* L. forest with scattered specimens of *Quercus ilex* L. extends throughout the territory. The undergrowth is dominated by *Juniperus oxycedrus* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Pistacia terebinthus* L., *Erica arborea* L. and *Rosmarinus officinalis* L. A small strawberry tree population growing in the area was surveyed. It is considered a relict population that survives in a continental



area with favourable climatic conditions (Domínguez & Martínez 1993). The species occurs in dispersed patches on an east-facing hillside (32% slope), occasionally on rocky slopes. Old isolated specimens are frequent at this site. According to population size and distribution, the sampling area has an extension of 40 ha and altitude ranges between 550 and 750 m. Forest management practices are oriented to game hunting and extensive livestock, mainly cattle. Other uses include the collection of pine nuts and, occasionally, wood extraction.

The second strawberry tree population sampled (Site 2) is located in Salorino (Cáceres province, Western Spain). Annual rainfall is 629 mm and average annual temperature is 15.4°C. Winters are milder in this temperate region, where there is frost risk during 4 months and the summer drought period lasts 3.5 months (SIGA 2012). A sclerophyllous forest of *Quercus suber* L. occurring on a north-facing slope (17%) of Sierra de San Pedro (39°25' N; 07°01' W) was selected for the study. Altitude averages 500 m over the ridges and descends 100 m to the plain, where the landscape is replaced by the traditional open-woodland of *Quercus ilex* L., called 'dehesa' in Spanish. The woodland grows on quartzite substrates. Species composition mainly includes *Arbutus unedo*, as the main understory species, *Phillyrea angustifolia*, *Erica arborea*, *Cytisus striatus* (Hill) Rothm. and *Cistus populifolius* L. A 120 ha plot with an altitude ranging between 400 and 500 m was delimited for the study. Forest management practices in the area are mainly focused on cork extraction and game hunting.

### 7.2.2. Fruit production estimation

Fruit production was estimated over a 2-year period (2007 and 2008). Annual yields were measured in 22 and 25 specimens randomly selected at Site 1 and Site 2, respectively. During the second year of study, the same individuals were sampled at Site 1 since a random choice would have led to a mixed dataset of new and previously sampled trees due to the small size of this population. However, at Site 2, 25 different trees were randomly selected to estimate fruit production parameters to better represent the tree sizes of such a large population. We later confirmed that the stem diameter and crown volume of the strawberry trees sampled in 2007 and 2008 were statistically similar, avoiding the masking effect of tree size when comparing between-year differences at this site.

Production was assessed based on the methods used for estimating acorn production by Gea-Izquierdo et al. (2006) and Rodríguez-Estévez et al. (2008) with some modifications according to the specific objectives of this study and the particular features of the species. Following Herrera (1998), sampling was conducted when fruits were already ripe and the species had reached peak fruit densities, i.e. from early November at Site 1 to late November at Site 2, according to our previous field observations. Fruit production per tree, expressed as kilograms of fruits per specimen, was estimated by three parameters: fruit mass, number of main branches and number of fruits per main branch.

Mean fruit mass was determined by weighing 100 randomly selected ripe fruits from each location. Fruit mass was expressed in fresh weight units, as well as yield per tree and yield per hectare, as it is a better indicator of potential harvest supply. Fruit moisture content of each sample was also determined to allow data transformation when needed. Main branches were defined as the first- or second-order branches with a circumference of ~18 cm and all the ramifications born immediately behind them. Total number of main branches per tree was counted directly.

To estimate average number of fruits per branch, visual fruit counts were performed on three randomly selected main branches per specimen at different heights and light exposure on the tree. Fruit counts were made with the aid of an extension ladder to allow access to the upper section of the crown and increase sampling accuracy. Likewise, fruits that fell on the ground beneath the crown at sampling time were also included in fruit production per tree estimates. Production was expressed as kilograms per cubic metre of crown to exclude yield differences derived from tree size. Estimations per crown unit volume were used instead of crown unit area (Gea-Izquierdo et al. 2006) because the winding branches of strawberry tree usually favour open crowns and fruiting is not restricted to the external crown surface.

Mean fruit production per location, expressed as kilograms per hectare of fruits, was assessed indirectly based on fruit production per tree and tree density values. To estimate strawberry tree density, 25 transects of  $50 \times 10$  m were randomly located within each study area. All strawberry tree adult specimens, defined as trees with a minimum height of 2 m and a stem circumference of more than 18 cm, were counted in each transect. Only adult specimens were considered to avoid counting young individuals without yield potential. Local per cent cover of the species was estimated from crown projection area and tree density.

### 7.2.3. Parameters measured in single trees

Relevant characteristics related to the size and morphology of the sampled trees were also recorded. Average values for tree height, trunk diameter at breast height (d.b.h.), crown volume, crown projection area and number of main branches per tree were estimated for each strawberry tree population. Measurements were carried out following Philip (1994) and Cunningham (2001). Tree height and crown diameters ( $d$  max,  $d$  perpendicular to  $d$  max and crown height) were measured using the Vertex IV hypsometer. Ellipsoid volume and ellipse area were calculated to estimate crown volume and crown projection area, respectively. We used the methodology proposed by Alder & Synott (1992) to measure the d.b.h. of leaning trees or trees growing on slopes (Cunningham 2001). In shrubby specimens, d.b.h. of the thickest stem was taken (Ajbilou et al. 2003).

Specimens were classified into seven diameter classes to assess the demographic structure of strawberry tree at the study sites. Diameter classes I-VII were composed of specimens with a d.b.h. < 7, 7-15, 16-25, 26-35, 36-45, 46-55 and >56 cm, respectively. The number of main branches per tree was recorded according to the previously described definition of main branches, and only adult specimens were considered.

For sampling purposes, specimens were also classified according to their growth form as tree habit specimens (one to three stems) or shrubby habit specimens (more than three stems). Stems growing less than 30 cm apart and originating from the same stump were considered a single specimen. This criterion was followed to define individual specimens in controversial shrubs growing close together.

#### **7.2.4. Meteorological variables**

Annual rainfall and temperature patterns at the study sites were graphically represented following the climatic diagram model of Gaussen-Walter (Gaussen 1954; Walter & Lieth 1960). Data were taken from the nearest meteorological stations to Site 1 and 2 (Rozas de Puerto Real and San Vicente de Alcántara, respectively), located less than 15 km from the surveyed areas and at the same altitude (960 m Station 1 and 495 m Station 2). Weather-related parameters were shown by season throughout the whole reproductive cycle of the species from flowering time in the previous autumn to harvest time in November of the following year. Mean temperature, total rainfall and aridity index (De Martonne 1926) of the previous autumn, winter, spring, summer and autumn were calculated following Chiarucci et al. (1993). Minimum temperature was also considered since strawberry tree has been described to be frost sensitive (Blanco et al. 2005). Seasons were considered trimesters (e.g., winter: January, February and March), except for autumn that only comprised the months of October and November when collection was performed.

#### **7.2.5. Statistical analysis**

Results were statistically analysed using the software package SPSS v. 16.0. Mean value  $\pm$  SE is given for each parameter. Coefficient of variation (CV = standard deviation/mean) was determined as a scale-independent measurement to assess between-plant variability in annual fruit production per tree (Herrera et al. 1998). Since normality and equal variance assumptions required for analysis of variance (ANOVA) were not reached for all variables ( $p < 0.05$ ), non-parametric tests were applied to identify significant differences. The Wilcoxon test was carried out for two related samples at Site 1, where the same specimens were sampled over the 2 years of study. Differences in fruit production at Site 2 were analysed by the Kruskal-Wallis test. ANOVA (not shown) gave similar results. Correlation analysis was performed using the Pearson coefficient to assess the influence of tree size on fruit production. All procedures were tested with  $\alpha = 0.05$ .

### 7.3. Results and discussion

Yield parameters of strawberry tree including fruit mass and number and kilograms of fruits per branch, per tree and per hectare are summarized in Table 7.1. Individual fruit production, expressed as kilograms per cubic metre of crown, is shown in Table 7.2. Fruit availability was assessed in relation to tree size, local abundance and meteorological data.

**Table 7.1** Fruit production of strawberry tree at the study sites (mean  $\pm$  SE).

| Location | Yield parameters          | 2007                 |    | 2008                 |    | Total                |   |
|----------|---------------------------|----------------------|----|----------------------|----|----------------------|---|
| Site 1   | Fruit mass (g)            | 4.27 $\pm$ 0.19      | aA | 3.03 $\pm$ 0.10      | bA | 3.65 $\pm$ 0.12      | A |
|          | No. of fruits per branch  | 137 $\pm$ 19         | aA | 49 $\pm$ 7           | bA | 88 $\pm$ 10          | A |
|          | No. of fruits per tree    | 2,430 $\pm$ 461      | aA | 814 $\pm$ 213        | bA | 1,622 $\pm$ 279      | A |
|          | No. of fruits per hectare | 17,494 $\pm$ 3,316   | aA | 5,860 $\pm$ 1,533    | bA | 11,677 $\pm$ 2,012   | A |
|          | Fruits per branch (kg)    | 0.59 $\pm$ 0.08      | aA | 0.15 $\pm$ 0.02      | bA | 0.34 $\pm$ 0.04      | A |
|          | Fruits per tree (kg)      | 10.38 $\pm$ 1.97     | aA | 2.47 $\pm$ 0.65      | bA | 6.42 $\pm$ 1.19      | A |
|          | Fruits per hectare (kg)   | 75 $\pm$ 14          | aA | 18 $\pm$ 5           | bA | 46 $\pm$ 9           | A |
| Site 2   | Fruit mass (g)            | 4.24 $\pm$ 0.16      | aA | 3.20 $\pm$ 0.11      | bA | 3.72 $\pm$ 0.10      | A |
|          | No. of fruits per branch  | 163 $\pm$ 26         | aA | 163 $\pm$ 22         | aB | 163 $\pm$ 17         | B |
|          | No. of fruits per tree    | 659 $\pm$ 160        | aB | 757 $\pm$ 156        | aA | 708 $\pm$ 111        | B |
|          | No. of fruits per hectare | 135,979 $\pm$ 32,966 | aB | 156,191 $\pm$ 32,233 | aB | 146,085 $\pm$ 22,862 | B |
|          | Fruits per branch (kg)    | 0.69 $\pm$ 0.11      | aA | 0.52 $\pm$ 0.07      | aB | 0.59 $\pm$ 0.06      | B |
|          | Fruits per tree (kg)      | 2.79 $\pm$ 0.68      | aB | 2.42 $\pm$ 0.50      | aA | 2.61 $\pm$ 0.42      | B |
|          | Fruits per hectare (kg)   | 577 $\pm$ 140        | aB | 500 $\pm$ 103        | aB | 539 $\pm$ 86         | B |

Small letters compare statistical differences between years in the same locality for each parameter. Different capital letters mean significant differences between sites in the same yield parameters ( $p \leq 0.05$ ).

#### 7.3.1. Fruit mass

Great intra-population variability was observed. Fruit mass ranged from 1.51 to 12.25 g of fresh weight at Site 1 and from 0.97 to 8.55 g at Site 2. Average fruit mass was 3.65  $\pm$  0.12 g and 3.72  $\pm$  0.10 g at Site 1 and 2, respectively (Table 7.1). No significant differences were found between locations since fruit mass significantly decreased at both study sites in 2008. Moisture content of mature fruits was 53% and 45% in 2007 at Site 1 and Site 2, respectively, while in 2008, these values increased to 60% and 48% at Site 1 and Site 2, respectively.

These results agree with fruit mass estimations performed in other Mediterranean areas (Herrera 1987; Mulas et al. 1998; Özcan & Haciseferoğullari 2007). Nevertheless, significantly lower values of 1.53  $\pm$  0.03 g have been recorded in Turkey (Özcan & Haciseferoğullari 2007). Except for this case, obtained fruit mass values are higher than

those obtained for *Arbutus andrachne* L. ( $1.15 \pm 0.28$  g), another *Arbutus* species with edible fruits limited to the eastern Mediterranean (Serçe et al. 2010b). Differences in phytochemical composition have also been found between fruits from the two *Arbutus* species. Antioxidant compounds, such as ascorbic acid and phenols, were reported to be higher in strawberry tree fruits (Serçe et al. 2010b). Hence, fruit size and nutritional composition make *A. unedo* a more interesting species than *A. andrachne* from an agronomic and nutritional point of view.

In addition, strawberry tree specimens with larger fruits (max. = 26.6 g) have been obtained in selection programs carried out in Turkey (Karadeniz & Şişman 2003; Celikel et al. 2008). These genotypes have a broad interest for fresh and processed fruit production (Mulas et al. 1998; Celikel et al. 2008). Other desirable fruit characteristics that should be taken into account in selection programs are richness in antioxidant compounds and a low presence of grains on the external surface of the fruits. These grains are detectable in manufactured products and make the fruits less palatable (Seidemann 1995).

### 7.3.2. Fruit production per tree

Mean number of fruits per branch estimated in strawberry tree specimens at Site 1 decreased significantly from  $137 \pm 19$  fruits in 2007 to  $49 \pm 7$  fruits in 2008 (Table 7.1). A parallel decrease in fruit mass was also observed as mentioned before. Mean number of fruits per branch remained constant at Site 2 without significant fluctuations between years with an average value of  $163 \pm 17$  fruits per branch for the 2-year period.

Based on fruit mass and number of fruits per branch, fruit production per tree at Site 1 was  $10.38 \pm 1.97$  kg in 2007 and  $2.47 \pm 0.65$  kg in 2008, whereas values of  $2.79 \pm 0.68$  kg and  $2.42 \pm 0.50$  kg were obtained in 2007 and 2008, respectively, at Site 2 (Table 7.1). Between-year differences were only significant at Site 1 due to the substantial drop in the number of fruits per branch in 2008. Between-plant variability was higher than 100% in most cases (CV = 89% and 123% in 2007 and 2008, respectively, at Site 1, and CV = 121% and 103% in 2007 and 2008, respectively, at Site 2).

Regarding fruit production per tree, we have found no data in the literature for either wild or cultivated specimens. As far as we know, fruit production of strawberry tree has only been reported in population-scale studies (Herrera 1998; Ogaya & Peñuelas 2007). Thus, this is the first time that fruit crop size has been described for this species. Given the lack of available data, we can only use crop sizes of small cultivated fruit trees for comparative purposes. For example, fruit productions of dispersed specimens of plum tree and cherry tree in Spain for 2008 were 9 and 10 kg, respectively (MARM 2009). We only found such high mean yields for strawberry tree in the largest specimens at Site 1 in 2007.

### 7.3.3. Fruit production per hectare

Trends similar to those reported for fruit production per tree were found for fruit production per hectare. Mean values at Site 1 ranged from  $75 \pm 14 \text{ kg ha}^{-1}$  in 2007 to  $18 \pm 5 \text{ kg ha}^{-1}$  in 2008 (Table 7.1), whereas steady yield estimations were described at Site 2. Wild supply at this location was significantly higher (total mean  $539 \pm 86 \text{ kg ha}^{-1}$ ) due to its higher abundance as described and discussed below.

Although estimations of strawberry tree fruit production per hectare are available from other studies, differences in field methods do not allow comparison of results in some cases (e.g., Ogaya & Peñuelas 2007). According to Herrera (1998), strawberry tree fruit density values are moderate-to-low compared to other Mediterranean fleshy-fruited species. The average yield values obtained by this author ( $9,250 \text{ fruits ha}^{-1}$ , local per cent cover of 15.9%) are similar to those at Site 1 ( $11,677 \pm 2,012 \text{ fruits ha}^{-1}$ ), but substantially lower than those at Site 2 ( $146,085 \pm 22,862 \text{ fruits ha}^{-1}$ ).

To assess the agronomic potential of this species, we calculated fruit production of a hypothetical intensive plantation of strawberry tree applying the yield per tree values described in this study and standard planting distances of  $4 \times 4 \text{ m}$ . Such a hypothetical intensive plantation would yield  $1,500\text{-}6,500 \text{ kg ha}^{-1}$ . Similar values have been reported for other cultivated small-fruit trees. In 2008, Spanish plum and cherry orchards had a mean annual yield of  $2,779 \text{ kg ha}^{-1}$  and  $2,443 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectively, in dry farming, whereas yields of  $13,205$  and  $3,905 \text{ kg ha}^{-1}$  were obtained for plum and cherry, respectively, in irrigated orchards (MARM 2009).

Mycorrhizal symbiosis also affects plant development and, consequently, the cultivation of non-mycorrhizated strawberry trees might cause smaller yields. The mycorrhizal inoculation with *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker and Couch has shown to improve the water and nutritional status of *A. unedo* plants in nursery conditions, which could provide better resistance to drought and stress conditions in the acclimation process after planting (Navarro et al. 2009; 2011). Nevertheless, no specific data have been found related to the influence of mycorrhization on fruit production.

### 7.3.4. Fruit production per cubic meter of crown

Fruit production per tree was also expressed in crown volume units to exclude yield differences due to tree size (Table 7.2). Annual yields were  $0.28 \pm 0.07 \text{ kg m}^{-3}$  and  $0.07 \pm 0.03 \text{ kg m}^{-3}$  in the Site 1 population in 2007 and 2008, respectively. Production decreased the second year, and consequently, total fruit production per tree was also lower. Strawberry trees at Site 2 yielded  $0.17 \pm 0.03$  and  $0.12 \pm 0.02 \text{ kg m}^{-3}$  of crown in 2007 and 2008, respectively, without significant variations between years. Overall, the species showed a similar yield in these two geographical areas ( $0.18 \pm 0.04 \text{ kg m}^{-3}$  at Site 1 and  $0.15 \pm 0.02 \text{ kg m}^{-3}$  at Site 2). However, higher production per crown volume units would be expected at the first location according to obtained local fruit yields. It suggests an influence of tree size on total fruit yield, as shown in the following section.

**Table 7.2** Fruit production of strawberry tree, expressed as kg m<sup>-3</sup> of crown (mean ± SE).

| Location | 2007        |    | 2008        |    | Total       |   |
|----------|-------------|----|-------------|----|-------------|---|
| Site 1   | 0.28 ± 0.07 | aA | 0.07 ± 0.03 | bA | 0.18 ± 0.04 | A |
| Site 2   | 0.17 ± 0.03 | aA | 0.12 ± 0.02 | aB | 0.15 ± 0.02 | A |

In each row, small letters compare statistical differences between-years. In each column, different capital letters mean significant differences between-sites ( $p \leq 0.05$ ).

### 7.3.5. Tree size and local abundance

Tree size characteristics and local abundance of strawberry tree at the study sites are summarized in Table 7.3. The population at Site 1 was composed of larger specimens (d.b.h.  $24.18 \pm 2.63$  cm) generally of tree habit (77% of the individual trees sampled). At Site 2, the population was dominated by shrubby specimens (68%) of smaller size (d.b.h.  $7.52 \pm 0.45$  cm).

Considering all the studied trees of the two sites, a significant correlation ( $r = 0.532$ ;  $p = 0.000$ ) was found between d.b.h. and fruit production per tree. Consequently, the highest mean fruit production values per tree were recorded at Site 1. This correlation shows the influence of tree size on fruit production, but it also suggests that different factors, such as meteorological conditions, may affect yield rates as well.

Lower tree density values ( $7.20 \pm 3.44$  individuals per hectare) were described for the relict population at Site 1 (Table 7.3). According to crown projection area, the species covers ~0.6 ha (1.5% of total sampled area). Local abundance found at Site 2 was  $206.40 \pm 32.49$  individuals per hectare. At this Site, the strawberry tree population covers 22.5% of the study area (27 ha). This explains why fruit production per hectare was higher at Site 2, even though local tree size and fruit production per tree were smaller.

**Table 7.3** Relevant characteristics of single trees and local abundance of strawberry tree at the study sites (mean ± SE).

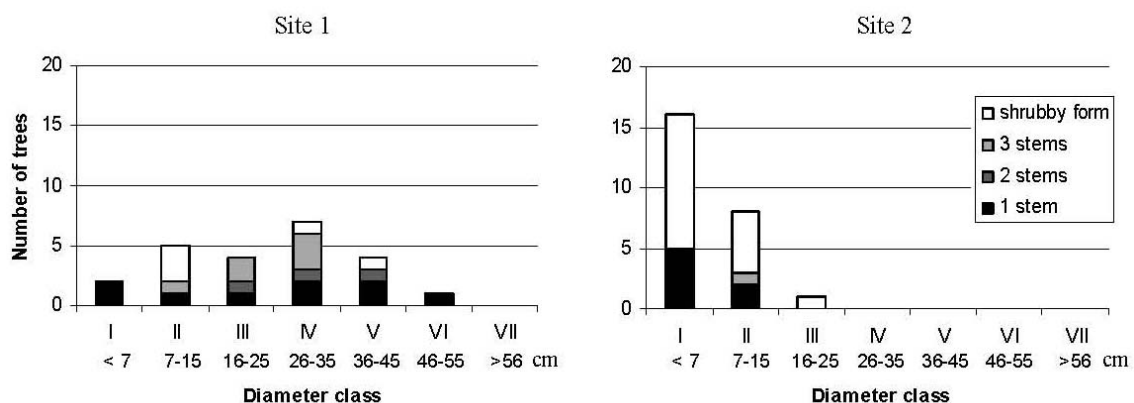
|                      |   | Site 1             | Site 2               |
|----------------------|---|--------------------|----------------------|
| Tree characteristics | Dominant growth habit                           | Trees (77%)        | Large shrubs (68%)   |
|                      | Tree height (m)                                 | $5.37 \pm 0.31$ a  | $4.08 \pm 0.15$ b    |
|                      | d.b.h. (cm)                                     | $24.18 \pm 2.63$ a | $7.52 \pm 0.45$ b    |
|                      | Crown volume (m <sup>3</sup> )                  | $59.34 \pm 9.85$ a | $21.47 \pm 2.73$ b   |
|                      | Crown projection area (m <sup>2</sup> )         | $21.60 \pm 2.85$ a | $10.94 \pm 0.93$ b   |
|                      | Number of main branches per tree                | $16.09 \pm 2.19$ a | $4.24 \pm 0.41$ b    |
| Local abundance      | Species density (individuals ha <sup>-1</sup> ) | $7.20 \pm 3.44$ a  | $206.40 \pm 32.49$ b |
|                      | Total cover (ha) / % total sampled area         | 0.6/1.5%           | 27/22.5%             |

In each row, different letters mean significant differences ( $p \leq 0.05$ ).

Such values suggest that the Site 1 population is not suitable for commercial harvesting, whereas sustainable fruit collection could be of economic interest at Site 2 as a complementary income source in addition to cork extraction and game hunting. Other factors influencing commercial harvest should be considered, such as the cost of harvesting, the infrastructure for large-scale collecting, as well as local yield rates that ensure an efficient and sustainable supply of fruits (Sanderson & Prendergast 2002).

Figure 7.2 shows the diameter structure and growth form of the two surveyed populations. The strawberry trees sampled at Site 1 included specimens of diameter classes I-VI (min. = 4.46 cm; max. = 45.84 cm). The most represented diameter classes were IV (26-35 cm; 27% of the trees), dominated by tree habit specimens, and II (7-15 cm; 23%), dominated by shrubby specimens. At Site 2, the diameter structure of strawberry tree only encompassed diameter classes I-III (min. = 3.82 cm; max. = 15.60 cm). Class I (<7 cm; 64% of the trees) and class II (7-15 cm; 32%), both dominated by shrubby specimens, represented 96% of the sampled trees. According to the strawberry tree growth model, which estimates tree age from stem diameter (Ruiz & Fernández 2009), 70% of the specimens sampled at Site 1 are over a century old, whereas 96% from Site 2 are not.

The tree diameter classes show that the population at Site 1 is a mature population dominated by adult specimens, while at Site 2 the population is young with no adult specimens from categories IV, V and VI (see Figure 7.2). In the latter case, forest management practices associated with cork extraction, such as shrub clearing, explain the juvenile appearance of the strawberry tree population, favouring shrubby growth forms from resprouts and hampering evolution to later development stages. On the contrary, no signs of regeneration were noted at Site 1, where old isolated specimens with hollow trunks were frequent. The presence of a sparse and aged strawberry tree population could also influence the sustainable use of the species.

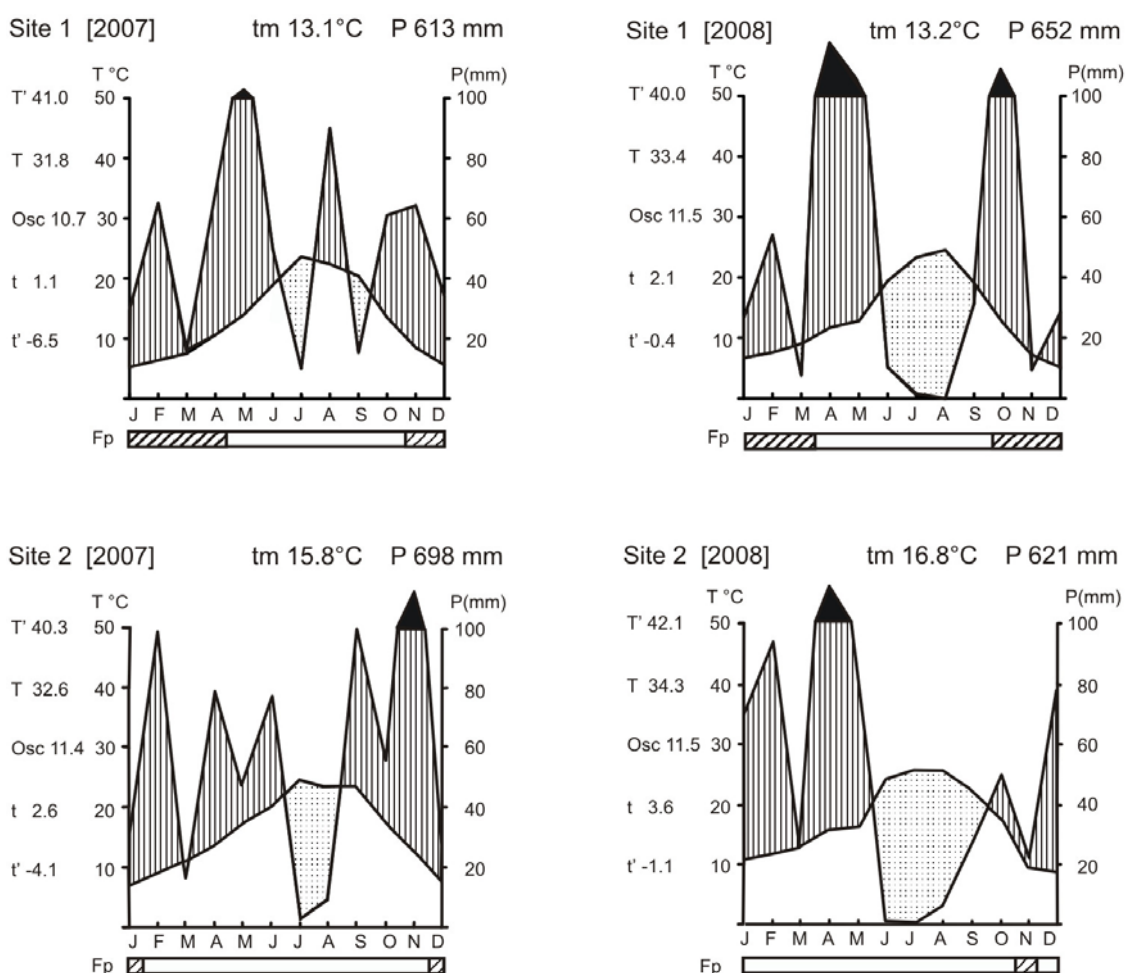


**Figure 7.2** Distribution of strawberry tree specimens according to diameter classes and growth form.



### 7.3.6. Meteorological data

Local temperature and rainfall patterns in 2007 and 2008 are shown in Figure 7.3 and Table 7.4. Mediterranean climate characteristics, i.e. summer drought and rainfall concentrated in spring and autumn, were exhibited over the 2 years. Nevertheless, summer drought was shorter in the first year of study. Atypical high rainfall was recorded in August 2007 at Site 1 (Figure 7.3). Spring rainfall was higher in the second year. In fact, spring 2008 was the rainiest since 1971, according to average rainfall values for all of Spain (AEMET 2010). Similar patterns were recorded at both locations, although more severe continental conditions, such as a longer frost period, were found at Site 1 (Figure 7.3).



**Figure 7.3** Annual ombrothermic diagrams (2007 and 2008) of Site 1 and Site 2, tm: mean temperature; P: precipitation; T': absolute maximum temperature; T: maximum temperature; Osc: daily thermic oscillation; t: minimum temperature; t': absolute minimum temperature; Fp: frost period ( $t' \leq 0^\circ\text{C}$ ).

**Table 7.4** Climatic variables analysed: mean temperature (T; °C), minimum temperature (t; °C); total precipitation (P; mm) and index of aridity (Ia = 4P/[T + 10]) for each season.

|        |      | Previous autumn |     |     |                    | Winter |     |     |                    | Spring |      |     |                    |
|--------|------|-----------------|-----|-----|--------------------|--------|-----|-----|--------------------|--------|------|-----|--------------------|
|        |      | T               | t   | P   | Ia / aridity class | T      | t   | P   | Ia / aridity class | T      | t    | P   | Ia / aridity class |
| Site 1 | 2007 | 9.3             | 6.1 | 408 | 84.6 perhumid      | 6.6    | 2.9 | 100 | 24.1 subsumid      | 14.5   | 9.1  | 238 | 38.9 humid         |
|        | 2008 | 9.2             | 4.4 | 159 | 33.1 humid         | 7.8    | 3.3 | 88  | 19.8 semiarid      | 14.6   | 8.5  | 332 | 54.0 humid         |
| Site 2 | 2007 | 11.8            | 8.0 | 649 | 119.1 perhumid     | 9.0    | 4.9 | 141 | 29.7 subsumid      | 17.3   | 11.4 | 204 | 29.9 humid         |
|        | 2008 | 12.8            | 7.4 | 241 | 42.3 humid         | 11.8   | 7.1 | 189 | 34.7 humid         | 18.7   | 12.8 | 244 | 34.0 humid         |

|        |      | Summer |      |     |                    | Autumn |     |     |                    |
|--------|------|--------|------|-----|--------------------|--------|-----|-----|--------------------|
|        |      | T      | t    | P   | Ia / aridity class | T      | t   | P   | Ia / aridity class |
| Site 1 | 2007 | 22.1   | 14.5 | 115 | 14.3 arid          | 11.0   | 5.7 | 125 | 23.8 humid         |
|        | 2008 | 22.3   | 13.9 | 33  | 4.1 extrem arid    | 9.9    | 5.3 | 170 | 34.2 humid         |
| Site 2 | 2007 | 24.0   | 16.5 | 111 | 13.1 arid          | 15.3   | 9.9 | 219 | 34.6 humid         |
|        | 2008 | 24.7   | 17.2 | 33  | 3.8 extrem arid    | 13.5   | 7.9 | 73  | 12.4 humid         |

The present short-term study does not support a quantitative analysis of climate effects on yield; however, there are some potential relationships that should be better assessed in a long-term study. Fruit mass seemed to be particularly affected by summer drought because the occurrence of a long summer drought in 2008 (see total rainfall and aridity index of summer; Table 7.4) coincided with a decrease of fruit mass in both sites, even when spring rainfall was higher in 2008. It agrees with previous studies that reported the influence of accumulated rainfall at the end of ripening on fruit mass (Chiarucci et al. 1993).

The number of fruits per branch appeared to be affected by frost risk at flowering time. Our results showed a decrease in the number of fruits per branch in 2008 at Site 1, characterized by a Mediterranean climate with more severe continental traits than those at Site 2. The low minimum temperature recorded in the previous autumn at Site 1 (4.4°C, see Table 7.4) coincided with a decrease in the number of fruits per branch in 2008. The influence of continental versus more temperate climates on strawberry tree yield has been previously reported by Chiarucci et al. (1993). However, no data have been found related to the influence of frost on fruit production.

The differences between sites and years in individual fruit yields appear to be related to frost and summer drought, although other factors such as soil characteristics and tree age may also have affected local fruit yields. Nevertheless, long-term studies are needed to draw patterns of supra-annual variation in fruit production.

A significant correlation between fruit yield and flower bud formation with rainfall was described by Ogaya & Peñuelas (2007) in a 7-year study carried out in northeastern Spain. Flowering and fruit growth were also found to be delayed by drought (Ogaya & Peñuelas 2004). In addition, important inter-annual fluctuation in fruit density was recorded in a 12-year study carried out in southeastern Spain, with a CV of 89% (Herrera 1998). This agrees with the CVs obtained in the present short-term study. In spite of the influence of weather on fruit yield, strawberry tree production has been described by this author to be relatively homogeneous and predictable compared to other Mediterranean fleshy fruited species. In this long-term study, Herrera (1998) found that strawberry tree bore fruits every year and no outstanding crop sizes were described. In our study, only 1 of 22 trees individually monitored at Site 1 had a null production in 2007, while the reproductive period of this specimen ended successfully in 2008. According to recent reviews, inter-annual variation in fruit production has been found to be widespread across polycarpic plants, which tend to fall along a broad continuum of variability levels; hence separate groups of masting and non-masting species do not seem to exist (Herrera et al. 1998).

## 7.4. Conclusions

Fruit production of strawberry tree at an individual tree-scale is described in this study for the first time. Strawberry trees yielded considerable fruit crop sizes, although they were lower than those of other cultivated small fruit tree species. This species exhibited geographical and annual variation over the 2-years of study, as found in other surveys carried out in the Mediterranean region (Chiarucci et al. 1993; Herrera 1998; Ogaya & Peñuelas 2007).

Tree size and tree density values, which were partially influenced by tree age and forest management practices, explained the local differences described in fruit production. The importance of recording the structural characteristics of wild populations when assessing fruit production per tree has also been pointed out in this paper. Thus, fruit estimations per crown unit area (or volume) are advisable (Gea-Izquierdo et al. 2006).

Between-year differences affected both fruit mass and number of fruits per branch. These two parameters appeared to be influenced by water availability and frost risk, respectively. Summer drought and low minimum temperatures at flowering time likely reduced fruit yield in the continental area surveyed at Site 1, while the warmer climatic conditions at Site 2 probably attenuated the effects of annual meteorological fluctuations on fruit production per tree.

This study contributes to the assessment and sustainable management of wild food resources and to a better knowledge of the yield and agronomic potential of the species. According to the present data, the sustainable collection of wild strawberry tree fruits could have economic interest at Site 2, where high tree density values were registered. It could be a source of complementary income in addition to cork extraction and game hunting that could be included in forest management programs. Several factors influencing commercial harvest were described at the Site 1 population, such as low tree density, large between-year fluctuation in fruit yield and no signs of regeneration. This small strawberry tree population is not suitable for commercial harvesting, although it can afford small-scale collection for domestic consumption. Furthermore, cultivation could be considered to obtain greater yields and to promote new potential uses in the food industry.

### *Acknowledgements*

We thank Helios Sainz, Lourdes Alonso and Armando Fernández for helping us finding the strawberry tree population at Site 1, and the Spanish Meteorological State Agency (AEMET) for providing meteorological data. We are also grateful to Susana González for collaborating in the fieldwork and Lori J. De Hond for checking the manuscript, and to the anonymous reviewers and Steve Mitchell for their valuable remarks.

## 8. CAPÍTULO VI

### **Producción y abundancia natural de frutos de majuelo (*Crataegus monogyna*) y zarzamora (*Rubus ulmifolius*)**

#### **Resumen**

La familia Rosaceae alberga un elevado número de especies productoras de frutos carnosos de gran interés alimentario. En este trabajo se evalúa la producción de frutos silvestres de dos especies de esta familia, *Crataegus monogyna* y *Rubus ulmifolius*, utilizadas tradicionalmente con fines alimentarios en la Península Ibérica. El estudio se ha llevado a cabo en el centro peninsular, en dos localidades de la provincia de Madrid (Monte de Valdelatas y Tielmes), durante 2008-2009. Se han estimado las siguientes variables: (i) peso del fruto, (ii) número de frutos por individuo o unidad de superficie, (iii) abundancia y (iv) producción por hectárea. Ambas especies produjeron una cantidad importante de frutos, equivalente a 3,87-4,14 kg por árbol en *Crataegus monogyna* (0,34-0,38 g por fruto) y 0,40-0,62 kg m<sup>-2</sup> en *Rubus ulmifolius* (0,96-1,06 g por fruto), alcanzando los valores más elevados en Tielmes. No se observó una relación directa entre las condiciones meteorológicas anuales y su producción. Según la densidad de árboles de *Crataegus monogyna* y la cobertura de *Rubus ulmifolius* en las zonas de estudio, podrían obtenerse 289-649 kg ha<sup>-1</sup> y 2.102-2.729 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Las poblaciones naturales de estas dos especies constituyen un abundante recurso alimentario, lo cual justifica la importancia que han tenido los frutos silvestres en el pasado durante periodos de escasez. Igualmente, aunque su consumo ha descendido en las últimas décadas, pueden contribuir a diversificar y enriquecer la dieta actual. Estos resultados pueden utilizarse como referencia para establecer unas tasas sostenibles de recolección.

#### **8.1. Introducción**

El majuelo (*Crataegus monogyna* Jacq.) y la zarzamora (*Rubus ulmifolius* Schott) son dos especies de la familia Rosaceae ampliamente distribuidas por la Península Ibérica, características de la orla espinosa de los bosques mediterráneos y eurosiberianos (Blanco et al. 2005). Ambas especies habitan preferentemente en enclaves frescos y húmedos, como barrancos, sotos y ribazos. Es muy frecuente su presencia en el cortejo florístico de los bosques de ribera, formando en ocasiones comunidades propias de zarzales y espinares junto con otras plantas espinosas como *Prunus spinosa* L. y *Rosa* sp. De hecho, los espinares son una de las comunidades vegetales que concentra el mayor número de especies productoras de frutos carnosos (Gutián & Gutián 1990).

La familia Rosaceae alberga el mayor número de especies silvestres cuyos frutos se han consumido tradicionalmente en España, el 42% de las especies registradas por Tardío et al. (2006). Los géneros de esta familia que cuentan con un mayor número de especies de uso alimentario son *Rubus*, *Rosa*, *Crataegus*, *Prunus* y *Sorbus* (Tardío et al. 2006). En términos generales, estas especies se caracterizan por producir elevadas cantidades de frutos ricos en vitaminas, minerales y carbohidratos (Barros et al. 2010b; Barros et al. 2011b; Guimarães et al. 2010; Herrera 1987), por lo que no es de extrañar su gran importancia alimentaria. Muchas de estas especies, como es el caso del majuelo y la zarzamora, crecen formando setos en las lindes de fincas y caminos, siendo un recurso abundante y de fácil acceso. Sus frutos sirven de alimento para un gran número de aves frugívoras y algunos mamíferos, que actúan como agentes dispersores de las semillas (Gutián & Fuentes 1992; Herrera 1984).

Asimismo, las majuelas y las moras se han consumido tradicionalmente en numerosas poblaciones rurales de España, principalmente crudas en el campo, y también se han empleado en la elaboración de licores y mermeladas (Tardío et al. 2006). En el caso de las moras, uno de los frutos silvestres más apreciados en la Península, su uso sigue plenamente vigente en la actualidad (Fajardo 2008). En cambio, la recolección de los frutos de *Crataegus monogyna* fue más común en el pasado, consumidos principalmente en tiempos de escasez por los niños, a modo de golosina, y hoy en día está en desuso (Aceituno-Mata 2010; Benítez 2009).

Las propiedades antioxidantes de sus frutos, asociadas a la presencia de compuestos bioactivos como ácido ascórbico, tocoferoles,  $\beta$ -caroteno, fenoles y flavonoides, han despertado un gran interés científico, destacando los trabajos realizados en Turquía (Çalışkan et al. 2012; Can et al. 2010; Turker et al. 2012), Portugal (Barros et al. 2011a; Luís et al. 2011) y España (Botella et al. 2007; Ruiz-Rodríguez et al. 2012) sobre su composición nutricional y actividad biológica. En los últimos años, varias especies del género *Crataegus* se comercializan en mercados locales de Turquía a un precio elevado (Çalışkan et al. 2012). También se está estudiando su posible aplicación en la industria cosmética y alimentaria; p. ej. en la elaboración de productos dermo-farmacológicos o cosmeceúticos (Barreira et al. 2013) y como ingredientes para evitar la oxidación lipídica de productos cárnicos saludables (Ganhão et al. 2010a; Ganhão et al. 2010b).

Frente a la literatura disponible sobre sus propiedades nutricionales, los trabajos orientados al estudio de la producción de frutos son más escasos. Existen trabajos previos en los que se ha estudiado el ciclo fenológico de estas dos especies, incluyendo datos sobre su biología reproductiva (Gutián & Fuentes 1992; Herrera 1984; Jordano 1982). No obstante, los estudios de producción de frutos de *Crataegus monogyna* y *Rubus ulmifolius* están generalmente enfocados al estudio de la dieta y el comportamiento de las aves frugívoras, atendiendo a los fenómenos de co-evolución planta-aves dispersoras desde el enfoque de la ecología evolutiva de la reproducción (Herrera 1982; Herrera 1998; Herrera & García 2009). La relación entre el tamaño de las poblaciones de aves y la disponibilidad de recursos alimenticios es un tema clásico en la literatura ornitológica. En cambio, el estudio de la abundancia y producción de frutos silvestres por su interés en la alimentación humana ha recibido menos atención

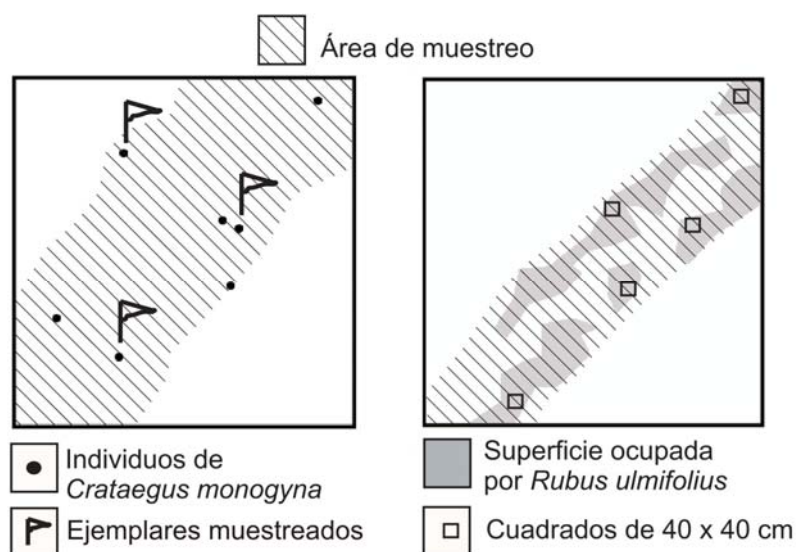
(Farfán et al. 2007; Ladio & Rapoport 2005; Molina et al. 2011), con la excepción de algunas especies de gran importancia económica, como la bellota (Cañellas et al. 2007; Torres-Álvarez et al. 2004) y los arándanos (Ihalainen et al. 2002; Miina et al. 2009; Murray et al. 2005; Turtiainen et al. 2011).

La metodología empleada en los estudios de producción de frutos es muy variable, distinguiéndose dos tipos principales de muestreo: métodos de recolección, como conteo total y trampas o contenedores colocados bajo las copas, y métodos de estimación visual, como rangos y muestreo de sectores de copa (Gea-Izquierdo et al. 2006; Herrera et al. 2011; Torres-Álvarez et al. 2004; Vázquez et al. 2001; Wheelwright 1986). La selección del método varía en función del tamaño muestral utilizado, el grado de precisión que se desea alcanzar y los objetivos del estudio, según su interés por estimar directamente la producción por hectárea o la producción individual de los ejemplares. Estos trabajos ponen de manifiesto que existe una gran variabilidad anual y geográfica en la producción de frutos de diversas especies, en función de las condiciones climáticas y edafológicas, la estructura del arbolado, los tratamientos silvícolas, la variabilidad genética entre individuos y los fenómenos de vecería (Fuentes 1991; Herrera 1998; Torres-Álvarez et al. 2004; Turtiainen et al. 2011).

Por todo ello, el objetivo de este trabajo ha sido estudiar la producción de frutos de *Crataegus monogyna* y *Rubus ulmifolius*, aportando datos sobre la variación anual y las diferencias de producción entre dos localidades del centro peninsular. Se han estimado las siguientes variables: (i) peso del fruto, (ii) número de frutos por individuo o unidad de superficie, (iii) abundancia y (iv) producción por hectárea. Esta información ha sido escasamente documentada hasta la fecha y posee gran interés desde la perspectiva de su uso tradicional, contribuyendo junto con los estudios nutricionales a la revalorización de este recurso alimentario.

## 8.2. Material y métodos

La producción de *Crataegus monogyna* y *Rubus ulmifolius* se ha estimado durante dos años consecutivos (2008 y 2009) en el Monte de Valdelatas, del término municipal de Madrid, y en el término municipal de Tielmes, ambos pertenecientes a la Comunidad de Madrid. Las zonas de muestreo comprenden claros de bosque, orla espinosa de los arroyos y bordes de cultivo. Las características particulares de cada zona de estudio pueden consultarse en el apartado de metodología general (ver apartado 2.2.2. y Tabla 2.3). Basándose en la metodología utilizada en otras especies arbóreas o arbustivas (Ågren 1988; Bas et al. 2005; Godínez-Alvarez et al. 2008; Herrera & García 2009), la producción de estas dos especies se ha estimado utilizando métodos de estimación visual, a partir del conteo directo de los frutos. Según el hábito de cada especie, se han empleado técnicas metodológicas diferentes para estimar la producción de frutos de *Crataegus monogyna* y *Rubus ulmifolius* (Figura 8.1), como se explica a continuación.



**Figura 8.1** Delimitación del área de estudio (área rayada) y de las unidades de muestreo (individuo y cuadrados de 40 x 40 cm) utilizadas para estimar la producción de frutos.

### 8.2.1. Metodología para el estudio de la producción de *Crataegus monogyna*

En *Crataegus monogyna* se ha estimado la producción de frutos por individuo (Figura 8.1). Para ello, se han seleccionado al azar 25 ejemplares por localidad, en los que se han tomado medidas de sus características biométricas (altura del árbol, diámetro del tronco a 1,3 m del suelo, volumen de copa y área de la proyección horizontal de la copa) y su producción. Utilizando una metodología similar a la de otros estudios sobre especies arbóreas y arbustivas (Bas et al. 2005; Godínez-Alvarez et al. 2008; Herrera & García 2009; Yates et al. 2007), se contaron los frutos presentes en tres ramas secundarias elegidas al azar para estimar su producción por árbol.

Las ramas secundarias se definieron como aquellas ramificaciones de segundo o tercer orden de aproximadamente 7 cm de perímetro en la base (~2 cm de diámetro), incluidas todas las ramificaciones con un perímetro menor que se desarrollan a partir de ella. Se emplearon ramas secundarias para que, según la densidad de frutos de esta especie, el conteo no proporcione valores superiores a 1.000 frutos por rama. Estos valores se definieron a partir de la experiencia adquirida en el trabajo de campo, con el fin de utilizar unas unidades de estudio razonables en relación al esfuerzo de muestreo.

Una vez calculado el número de frutos en tres ramas secundarias, se estimó el número de ramas secundarias por árbol. Para facilitar la tarea se anotó el número de ramas principales del árbol, que se definieron como aquellas ramas con un perímetro aproximado de 18 cm en la base (~5,7 cm de diámetro) y se contó el número de ramas secundarias de dos ramas principales elegidas al azar. Este valor se empleó para hallar el promedio de ramas secundarias que componen una rama principal y, finalmente, el número de ramas secundarias por árbol. Así, el número total de frutos por árbol se estimó como el producto del número de frutos por rama secundaria por el número total



de ramas secundarias del árbol. También se ha expresado la producción por árbol en relación al volumen de copa ( $\text{kg m}^{-3}$ ), con el fin de excluir las diferencias derivadas del tamaño de los árboles (Bas et al. 2005).

El peso medio del fruto se ha estimado a partir de la recolección de  $n = 100$  frutos maduros por localidad y año. Los frutos se han pesado directamente sin separar la pulpa del hueso o semilla. Posteriormente, se ha calculado la relación pulpa/fruto en la mitad de ellos ( $n = 50$  frutos), tomando medidas del peso individual de la semilla.

El muestreo tuvo lugar a finales de septiembre y principios de octubre, cuando los frutos se encontraban maduros, en el momento óptimo de recolección, presentando gran sincronía en su estado de madurez. Según la bibliografía consultada, el porcentaje de fructificación de *Crataegus monogyna* es aproximadamente del 20% de las flores de cada árbol (Gutián et al. 1992), por lo que las estimaciones que se presentan en este trabajo reflejan únicamente la producción real de frutos de la especie. La cantidad de frutos aprovechables, no obstante, podría verse afectada por otros factores, como la presencia de larvas de insectos y lepidópteros o la desecación de los frutos (Gutián & Fuentes 1992), no contemplados en este trabajo.

En la primera localidad, donde la superficie muestreada es de menor tamaño, la producción se ha estimado en los mismos ejemplares durante dos años consecutivos. El muestreo se completó satisfactoriamente en casi todos los árboles ( $n = 24$ ), con la excepción de un individuo que no pudo localizarse el segundo año de estudio y se eliminó del muestreo. En la segunda localidad, en cambio, las mediciones de producción se realizaron en árboles diferentes cada año ( $n = 25$  árboles en 2008 y  $n = 24$  en 2009), con el fin de obtener una muestra mayor que recoja la variabilidad de tamaños y/o producción de la especie en todo el área de estudio. Se ha comprobado que el conjunto de ejemplares muestreados en 2008 y 2009 en la segunda localidad no presentan diferencias significativas en el diámetro del tronco y el volumen de copa que puedan interferir en la comparación de los resultados entre años.

La densidad de la especie, expresada en número de individuos por hectárea, se ha calculado a partir de 25 transectos distribuidos al azar en las zonas de estudio. Se han utilizado transectos de 50 x 10 m en la mayoría de los casos, excepto en determinados lugares que, según los usos del suelo, se ha ajustado el ancho de los transectos al área de ocupación de la especie, por ejemplo, al ancho de la orla espinosa de los fondos de valle o de las orillas de los terrenos dedicados al cultivo del olivar. La producción por hectárea se ha estimado indirectamente a partir de los resultados obtenidos (producción por individuo y densidad de la especie en su área de ocupación natural).

### 8.2.2. Metodología para el estudio de la producción de *Rubus ulmifolius*

En *Rubus ulmifolius*, la producción se ha expresado en relación a la superficie ocupada por la planta, ya que es una especie clonal y no es posible diferenciar individuos. Para ello se ha utilizado como unidad de muestreo un cuadrado de 40 x 40 cm (Figura 8.1).

Utilizando una metodología parecida a la de Jordano (1982), se ha estimado el número de frutos por unidad de superficie en 50 cuadrados de 40 x 40 cm colocados al azar en la superficie del zarzal, siguiendo su contorno e inclinación. Aunque los frutos se encuentran en la superficie exterior del zarzal, pueden estar situados a diferentes alturas, por lo que se ha contado el número total de racimos y moras incluidos dentro de la proyección horizontal del cuadrado de 40 x 40 cm. Para calcular la superficie ocupada por la proyección horizontal del cuadrado, se ha medido el ángulo de inclinación de cada uno de ellos (promedio  $\alpha = 25^\circ$ ; mínimo  $\alpha = 0^\circ$ ; máximo  $\alpha = 59^\circ$ ) utilizando un hipsómetro de lectura directa. El número de frutos por cuadrado se ha calculado teniendo en cuenta tanto las moras maduras como las que aún estaban inmaduras en el momento del muestreo y las moras ausentes, es decir, aquellas que habían sido comidas por algún animal o se habían caído al suelo y sólo se conservaban los restos de los cálices.

Las mediciones se han realizado utilizando guantes y una escalera extensible, con el fin de abrirse paso entre la vegetación espinosa y llegar a las zonas altas e interiores del zarzal, de difícil acceso. En las zonas en las que no era posible acceder al interior del zarzal a pie, se ha utilizado la escalera desplegada en sentido horizontal para muestrear la superficie situada en la zona central del zarzal y no limitarse únicamente a la superficie situada en el perímetro exterior. El muestreo se repitió en las mismas zonas durante el segundo año de estudio, colocando los cuadrados de 40 x 40 cm en lugares diferentes cada vez. El peso medio del fruto se estimó a partir de un tamaño muestral de  $n = 100$  frutos maduros por localidad y año.

La producción de *Rubus ulmifolius* se ha expresado en número de moras y en kg por  $m^2$  de planta. Ambas variables están ligeramente sobrestimadas si tenemos en cuenta que algunos de los frutos incipientes que se contabilizaron no llegan a madurar, siendo frecuente la producción de un mayor número de flores que de frutos en la familia de las rosáceas (Gutián 1993; Jordano 1982). Concretamente, según los resultados obtenidos por Jordano (1982), el porcentaje medio de frutos que se secan antes de alcanzar la maduración en *Rubus ulmifolius* es del 9,4%. Hemos utilizado este índice corrector para obtener una estimación más real de la producción.

Finalmente, la abundancia de la especie se ha estimado en términos de cobertura, midiendo la superficie ocupada por los zarzales en 20 transectos de 25 m de longitud. Los transectos se han situado en el área de ocupación de la especie (orla espinosa del bosque y fondos de valle), ajustando el ancho de los transectos al de la banda de vegetación espinosa. El valor medio fue de 11,6 m de ancho en ambas localidades (mín. 5 m; máx. 18 m en el Monte de Valdelatas y mín. 3 m; máx. 30 m en Tielmes). Se

utilizaron hojas de papel milimetrado para dibujar el área ocupada por la especie en cada transecto y posteriormente calcular su cobertura. La producción por hectárea se ha estimado indirectamente a partir de los resultados obtenidos (producción por superficie de planta y cobertura).

### 8.2.3. Análisis estadístico

Para detectar diferencias significativas de producción entre localidades y años, los resultados se han analizado estadísticamente aplicando el test no paramétrico de Kruskal Wallis. Los resultados de producción por árbol de *Crataegus monogyna*, obtenidos a partir del seguimiento de los mismos individuos en el Monte de Valdelatas, se han analizado con el test de medidas repetidas de Wilcoxon. En todos los casos se ha establecido como nivel de significación  $\alpha = 0,05$ . Finalmente, en *Crataegus monogyna* se ha realizado un análisis de correlación entre las características biométricas de los árboles y su producción.

## 8.3. Resultados y discusión

### 8.3.1. *Crataegus monogyna*

#### 8.3.1.1. Características biométricas y producción por planta

Las características biométricas de los ejemplares muestreados en el Monte de Valdelatas y en Tielmes se presentan en la Tabla 8.1. Se observa que la población de *Crataegus monogyna* del Monte de Valdelatas está formada por individuos de mayor altura ( $4,39 \pm 0,21$  m), diámetro del tronco ( $5,88 \pm 0,64$  cm) y volumen de copa ( $38,39 \pm 6,65$  m<sup>3</sup>). Cada una de las ramas principales estaba compuesta por  $9,88 \pm 0,64$  ramas secundarias. Los ejemplares muestreados en Tielmes son más pequeños, de  $3,41 \pm 0,16$  m de altura, con un diámetro del tronco de  $4,86 \pm 0,49$  cm y un volumen de copa de  $23,99 \pm 3,27$  m<sup>3</sup>. Aunque el número de ramas principales fue similar, el número de ramificaciones secundarias por rama principal fue ligeramente inferior en los ejemplares de Tielmes ( $8,61 \pm 0,37$  ramas).

**Tabla 8.1** Características biométricas de los ejemplares de *Crataegus monogyna* (media  $\pm$  error típico). En cada fila, letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

|  | Monte de Valdelatas | Tielmes            |
|--|---------------------|--------------------|
| Altura (m)                               | 4,39 $\pm$ 0,21 a   | 3,41 $\pm$ 0,16 b  |
| Diámetro del tronco (cm)                 | 5,88 $\pm$ 0,64 a   | 4,86 $\pm$ 0,49 a  |
| Volumen de copa (m <sup>3</sup> )        | 38,39 $\pm$ 6,65 a  | 23,99 $\pm$ 3,27 b |
| Área proyección copa (m <sup>2</sup> )   | 15,41 $\pm$ 2,18 a  | 11,62 $\pm$ 1,09 a |
| Nº ramas principales                     | 5,02 $\pm$ 0,75 a   | 5,17 $\pm$ 0,74 a  |
| Nº ramas secundarias por rama principal* | 9,88 $\pm$ 0,64 a   | 8,61 $\pm$ 0,37 a  |

\*El perímetro aproximado de las ramas principales es de 18 cm y el de las ramas secundarias de 7 cm.

La producción de frutos de *Crataegus monogyna* se presenta en la Tabla 8.2. El peso medio de los frutos sin separar la pulpa de la semilla osciló entre 0,33 y 0,39 g (mín. 0,13 g; máx. 1,18 g). En 2009, el peso del fruto aumentó ligeramente en ambas localidades, obteniéndose valores significativamente superiores en Tielmes los dos años de muestreo. El peso medio de la semilla fue de 0,12 g y 0,10 g en el Monte de Valdelatas en 2008 y 2009 respectivamente, y 0,15 g y 0,09 g en Tielmes. El porcentaje medio de pulpa respecto al peso fresco total de los frutos fue del 71%. Estos resultados coinciden con los valores obtenidos en algunos trabajos anteriores, en los que se ha estimado un peso medio de 0,33 g por fruto (Chaideftou et al. 2006) y 0,07-0,12 g por semilla (Obeso et al. 2011; Obeso & Herrera 1994). Sin embargo, otros estudios realizados en el sur de la Península Ibérica aportan valores que duplican los obtenidos en este trabajo (0,68 g por fruto; Herrera 1987). La diferencia es tan notable que parece indicar una fuerte variación regional, ya sea por influencia de las condiciones ambientales, por variaciones genéticas dentro de la especie, o ambos factores.

Si comparamos el peso de los frutos de *Crataegus monogyna* con el de otras especies (Herrera 1987; Ihalainen et al. 2003), tienen valores similares a los de *Phillyrea latifolia* L. (0,26 g), *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng. (0,27 g), *Vaccinium myrtillus* L. (0,31 g), *Prunus mahaleb* L. (0,38 g), *Myrtus communis* L. (0,39 g) y *Sorbus aucuparia* L. (0,45 g).

En cuanto al número de frutos por rama, éste fue de  $227 \pm 36$  frutos en 2008 y  $158 \pm 34$  frutos en 2009 en la primera localidad (mín. 0; máx. 963 frutos), y  $166 \pm 29$  frutos en 2008 y  $269 \pm 36$  frutos por rama en 2009 en la segunda localidad (mín. 0; máx. 1.285 frutos). Los valores más elevados se obtuvieron en Tielmes en 2009, coincidiendo con un aumento en el peso del fruto. En cambio, en el Monte de Valdelatas, el año de mayor número de frutos por rama fue 2008, cuando se registró un peso medio menor.

**Tabla 8.2** Producción de frutos de *Crataegus monogyna* (media  $\pm$  error típico). En cada variable, letras diferentes en la misma fila o columna indican diferencias significativas entre años (minúsculas) y localidades (mayúsculas), respectivamente ( $p \leq 0,05$ ).

| Localidad           |                                 | 2008               |    | 2009               |    | Total              |   |
|---------------------|---------------------------------|--------------------|----|--------------------|----|--------------------|---|
| Monte de Valdelatas | Peso fruto (g)                  | 0,33 $\pm$ 0,01    | aA | 0,36 $\pm$ 0,01    | aA | 0,34 $\pm$ 0,01    | A |
|                     | Nº frutos por rama*             | 227 $\pm$ 36       | aA | 158 $\pm$ 34       | aA | 192 $\pm$ 25       | A |
|                     | Nº frutos por árbol             | 14.122 $\pm$ 3.687 | aA | 10.136 $\pm$ 2.900 | aA | 12.129 $\pm$ 2.339 | A |
|                     | kg frutos por rama              | 0,07 $\pm$ 0,01    | aA | 0,06 $\pm$ 0,01    | aA | 0,07 $\pm$ 0,01    | A |
|                     | kg frutos por árbol             | 4,64 $\pm$ 1,21    | aA | 3,65 $\pm$ 1,04    | aA | 4,14 $\pm$ 0,79    | A |
|                     | kg frutos m <sup>-3</sup> árbol | 0,10 $\pm$ 0,02    | aA | 0,08 $\pm$ 0,02    | aA | 0,09 $\pm$ 0,01    | A |
| Tielmes             | Peso fruto (g)                  | 0,37 $\pm$ 0,01    | aB | 0,39 $\pm$ 0,01    | aB | 0,38 $\pm$ 0,01    | B |
|                     | Nº frutos por rama              | 166 $\pm$ 29       | aA | 269 $\pm$ 36       | bB | 216 $\pm$ 24       | A |
|                     | Nº frutos por árbol             | 10.994 $\pm$ 3.855 | aA | 9.187 $\pm$ 1.708  | aA | 10.109 $\pm$ 2.120 | A |
|                     | kg frutos por rama              | 0,06 $\pm$ 0,01    | aA | 0,11 $\pm$ 0,01    | bB | 0,08 $\pm$ 0,01    | A |
|                     | kg frutos por árbol             | 4,08 $\pm$ 1,43    | aA | 3,65 $\pm$ 0,66    | aA | 3,87 $\pm$ 0,79    | A |
|                     | kg frutos m <sup>-3</sup> árbol | 0,13 $\pm$ 0,02    | aA | 0,18 $\pm$ 0,02    | aB | 0,15 $\pm$ 0,02    | B |

\* Ramas secundarias de aproximadamente 7 cm de perímetro.

Pese a las fluctuaciones observadas en estas dos variables, la producción por árbol ha sido relativamente estable. Los valores son ligeramente superiores en 2008, pero no se han detectado diferencias significativas entre localidades ni años, tanto en número de frutos por árbol como en kg por árbol. Los valores medios totales estimados son de  $4,14 \pm 0,79$  kg por árbol en el Monte de Valdelatas y  $3,87 \pm 0,79$  kg por árbol en Tielmes, que equivalen a 10.000-12.000 frutos por árbol.

Una producción de frutos similar, en torno a 6.000-8.000 frutos por planta, se ha registrado en *Rhamnus alaternus* L. (Bas et al. 2005). En otras rosáceas, como *Prunus mahaleb*, el rendimiento estimado ha sido de 2.900-3.600 frutos por árbol (Jordano 1995), aunque puede llegar a oscilar entre 700-30.000 frutos y 0,9-30 kg por árbol (Herrera & Jordano 1981). En *Prunus serotina* Ehrh. y *Sorbus aucuparia*, la producción asciende a 6.200 frutos y 11,4 kg por árbol (Méjico; Farfán et al. 2007) y 42.500 frutos y 23 kg por árbol (Finlandia; Raatikainen et al. 1985), respectivamente.

Puede observarse que la producción de *Crataegus monogyna* fue ligeramente superior en el Monte de Valdelatas donde los árboles eran de mayor tamaño, como se muestra en las características biométricas de la Tabla 8.1. Sin embargo, el peso medio del fruto en 2008 y 2009, y el número de frutos por rama en 2009, fue superior en Tielmes, lo que parece indicar que los ejemplares muestreados en esta localidad, aunque de tamaño algo menor, fueron más productivos. Para corroborar esto, excluyendo las posibles diferencias derivadas del tamaño de los árboles, se ha calculado la producción por volumen de copa. Como puede observarse en la Tabla 8.2, existen diferencias significativas en los valores totales entre ambas poblaciones (0,09 y 0,15 kg m<sup>-3</sup>) siendo efectivamente más productivos los majuelos de Tielmes.

Los resultados del análisis de correlación, utilizando los datos obtenidos en las dos localidades de estudio, indican que la producción por individuo presenta una correlación positiva con la altura del árbol ( $r = 0,508$ ;  $p = 0,000$ ), el diámetro del tronco ( $r = 0,733$ ;  $p = 0,000$ ) y el volumen de copa ( $r = 0,617$ ;  $p = 0,000$ ). Sin embargo, las mayores tasas de producción por volumen de copa obtenidas en Tielmes sugieren igualmente la influencia de otros factores no relacionados con el tamaño de los árboles.

### 8.3.1.2. Abundancia

Se han detectado diferencias significativas en la densidad local de la especie, que ha oscilado entre  $157 \pm 25$  individuos ha<sup>-1</sup> en el Monte de Valdelatas y  $75 \pm 22$  individuos ha<sup>-1</sup> en Tielmes (Tabla 8.3). A partir de los valores medios del área ocupada por la proyección de la copa de los árboles, se ha estimado también la cobertura de *Crataegus monogyna* en las zonas de muestreo, obteniendo unos valores de 24% y 9%, respectivamente. Unos resultados parecidos se han registrado en otras especies productoras de frutos carnosos, como *Phillyrea latifolia* (cobertura 19,1%) y *Viburnum tinus* L. (18,5%) en encinares de la Sierra de Cazorla (Herrera 1998), así como en *Prunus serotina* (126 individuos ha<sup>-1</sup>), en un estudio realizado en Michoacán, Méjico, en bosques de ribera (Farfán et al. 2007).

**Tabla 8.3** Abundancia de *Crataegus monogyna* en las localidades de estudio (media  $\pm$  error típico). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

|                                | Monte de Valdelatas |   | Tielmes     |   |
|--------------------------------|---------------------|---|-------------|---|
| Nº individuos ha <sup>-1</sup> | 157 $\pm$ 25        | a | 75 $\pm$ 22 | b |
| Cobertura (%)                  | 24 $\pm$ 3          | a | 9 $\pm$ 1   | b |

### 8.3.1.3. Producción por hectárea

Las diferencias de abundancia observadas en las dos localidades de estudio han condicionado notablemente las estimaciones de producción por hectárea de *Crataegus monogyna* que, como puede observarse en la Tabla 8.4, asciende a 570-730 kg ha<sup>-1</sup> en la primera localidad y aproximadamente la mitad (270-300 kg ha<sup>-1</sup>) en la segunda localidad. El número de frutos ha fluctuado entre  $0,7 \cdot 10^6$  y  $2 \cdot 10^6$  frutos ha<sup>-1</sup>. Los valores son ligeramente superiores en 2008, coincidiendo con el año en que los árboles produjeron mayor número de frutos. Sin embargo, estas dos variables presentan una gran varianza debido a las oscilaciones en el número de individuos por transecto, por lo que las diferencias entre localidades y años, a pesar de ser notables, no han sido estadísticamente significativas.

Unos valores parecidos se han obtenido en otros estudios para esta misma especie, en torno a  $0,2 \cdot 10^6$ - $0,6 \cdot 10^6$  frutos ha<sup>-1</sup> (Herrera & García 2009) y  $0,3 \cdot 10^6$ - $1,8 \cdot 10^6$  frutos ha<sup>-1</sup> (Fuentes 1991). En el primer estudio, el rango de valores indica la variación interanual de frutos en una misma zona, y en el segundo la variación entre dos zonas diferentes. La fuerte fluctuación anual registrada por Herrera & García (2009) en 2004-2005 no se ha observado en este trabajo. Nuestros datos indican que la producción por hectárea ha sido relativamente estable en el periodo 2008-2009. No obstante, sería necesario utilizar series temporales más largas para analizar las fluctuaciones a largo plazo. Por ejemplo, en el caso de otros frutos de interés comercial, como los arándanos de las especies *Vaccinium myrtillus* y *V. vitis-idaea* L., con una producción media en Finlandia durante el periodo 1997-2008 de 22,3 kg ha<sup>-1</sup> y 22,7 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, se observó igualmente una fuerte oscilación anual de la producción. Ésta puede incrementarse respecto a estos valores medios hasta 1,7 veces en *Vaccinium myrtillus* y 1,5 veces en *V. vitis-idaea* los años de mayor producción y disminuir hasta la mitad (0,5 veces) los años de menor producción (Turtiainen et al. 2011).

**Tabla 8.4** Producción por hectárea de *Crataegus monogyna* (media  $\pm$  error típico). En cada variable, letras diferentes en la misma fila o columna indican diferencias significativas entre años (minúsculas) y localidades (mayúsculas), respectivamente ( $p \leq 0,05$ ).

| Localidad           |                            | 2008                                     | 2009                                     | Total                                   |
|---------------------|----------------------------|--|--|---|
| Monte de Valdelatas | Nº frutos ha <sup>-1</sup> | $2,21 \cdot 10^6 \pm 0,58 \cdot 10^6$ aA | $1,59 \cdot 10^6 \pm 0,45 \cdot 10^6$ aA | $1,90 \cdot 10^6 \pm 0,37 \cdot 10^6$ A |
|                     | kg frutos ha <sup>-1</sup> | 726 $\pm$ 190 aA                         | 572 $\pm$ 164 aA                         | 649 $\pm$ 124 A                         |
| Tielmes             | Nº frutos ha <sup>-1</sup> | $0,82 \cdot 10^6 \pm 0,29 \cdot 10^6$ aA | $0,69 \cdot 10^6 \pm 0,13 \cdot 10^6$ aA | $0,76 \cdot 10^6 \pm 0,16 \cdot 10^6$ A |
|                     | kg frutos ha <sup>-1</sup> | 305 $\pm$ 107 aA                         | 273 $\pm$ 49 aA                          | 289 $\pm$ 59 A                          |

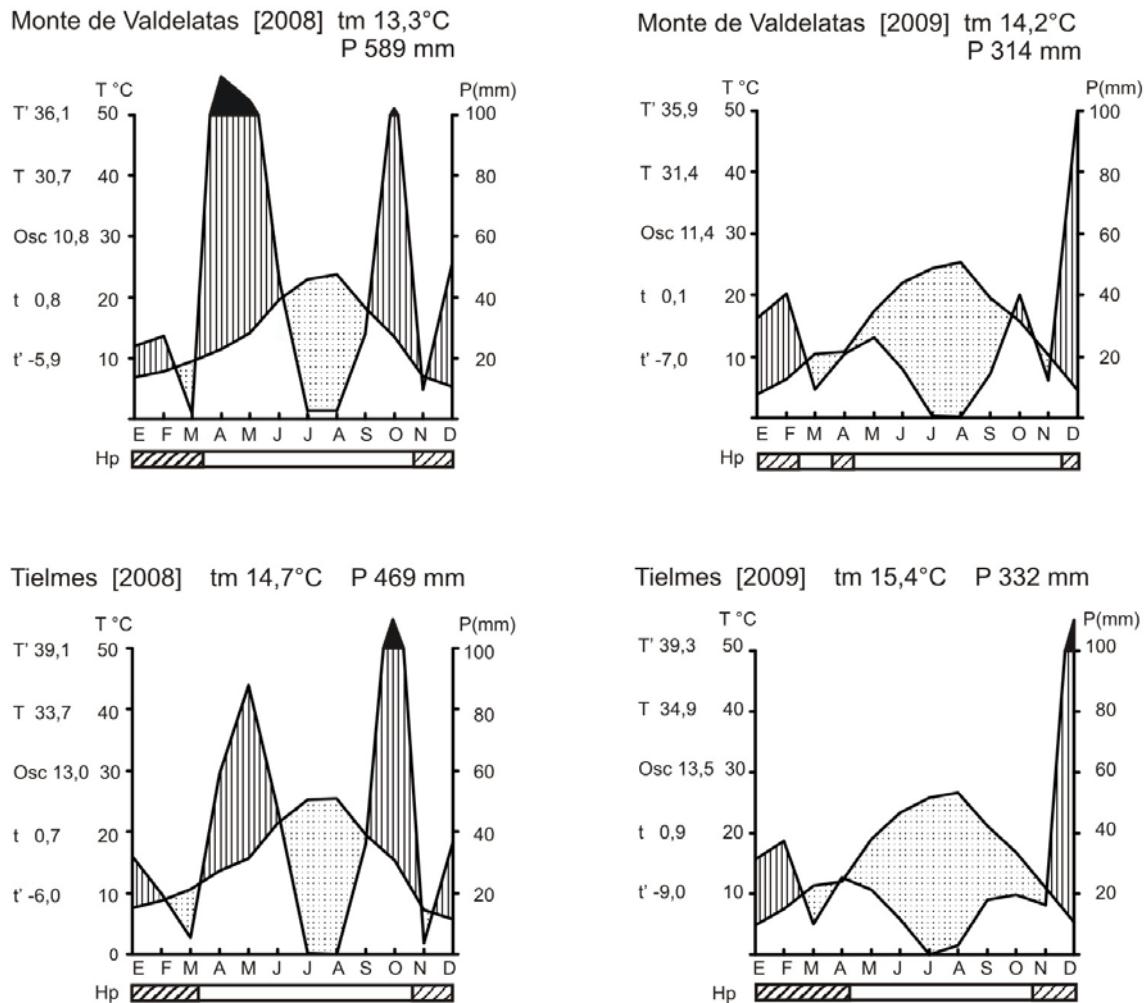
Por otro lado, las diferencias de producción entre zonas dependen en parte del grado de cobertura de *Crataegus monogyna*, según su densidad local y tamaño de los individuos. Otras especies que, por el tamaño similar de sus frutos carnosos podrían utilizarse a modo comparativo, presentaron una producción de  $0,02 \cdot 10^6$  (*Pistacia lentiscus* L.),  $0,06 \cdot 10^6$  (*Phillyrea latifolia*) y  $0,14 \cdot 10^6$  frutos  $\text{ha}^{-1}$  (*Viburnum tinus* L.), con una cobertura del 2,3%, 19,1% y 18,5% respectivamente (Herrera 1998). Los trabajos realizados en Bariloche, Argentina, registraron producciones de 280  $\text{kg ha}^{-1}$  en *Berberis buxifolia* Lam. (= *Berberis microphylla* G. Forst.) y 2.000  $\text{kg ha}^{-1}$  en *Rosa rubiginosa* L., con una cobertura del 33% y 1,2% respectivamente (Ladio & Rapoport 2005). Comparativamente, la producción por hectárea de *Crataegus monogyna* teniendo en cuenta su cobertura (ver Tabla 8.3) es superior a la de las especies citadas, excepto la registrada en *Rosa rubiginosa*.

#### 8.3.1.4. Análisis climático

A nivel exploratorio, en este apartado se estudia la influencia del régimen térmico y pluviométrico sobre la producción de frutos de *Crataegus monogyna*. En la Figura 8.2 se presentan los diagramas ombrotérmicos anuales de las estaciones meteorológicas más cercanas a las zonas de muestreo del Monte de Valdelatas y Tielmes (El Goloso y Arganda del Rey, respectivamente).

Como puede observarse, en ambas localidades se han registrado unos patrones meteorológicos similares. Los meses de primavera y otoño de 2009 fueron muy secos y calurosos, y como consecuencia de ello el periodo de sequía estival fue excepcionalmente largo (abril-octubre) en comparación con 2008 (junio-septiembre). Esta situación se agrava ligeramente en Tielmes, que por su ubicación geográfica presenta un clima más cálido y seco.

Según los estudios sobre el ciclo fenológico de esta especie, el majuelo florece entre finales de abril y principios de mayo, dependiendo de su situación geográfica (Gutián & Fuentes 1992; Herrera 1982). Tanto el periodo de yemas (~40 días) como el de floración (~21 días) son muy prolongados en comparación con los de otras rosáceas leñosas. El desarrollo de sus frutos comienza a principios del verano y dura aproximadamente 4 meses, alcanzando el mayor pico de producción en otoño (Gutián et al. 1992). Teniendo en cuenta la época de floración y fructificación del majuelo y las condiciones meteorológicas de los años de estudio, cabría esperar que el prolongado periodo de sequía estival de 2009 hubiera afectado negativamente a su producción. Sin embargo, llama la atención que a pesar de la gran variación térmica y pluviométrica entre los dos años de estudio, no se hayan detectado diferencias anuales más pronunciadas en el peso y número de frutos por árbol.



**Figura 8.2** Diagramas ombrotérmicos de las localidades de estudio (2008 y 2009), tm: temperatura media; P: precipitación; T': temperatura máxima absoluta; T: temperatura máxima; Osc: oscilación térmica diaria; t: temperatura mínima; t': temperatura mínima absoluta; Hp: periodo de heladas ( $t' \leq 0^\circ\text{C}$ ).

Resultados similares se han obtenido en otras especies muestreadas durante periodos de tiempo más largos, en las que no se observa una relación directa entre la producción y las precipitaciones anuales (Herrera 1998; Wheelwright 1986). Según Herrera (1998), la densidad de frutos fluctuó asincrónicamente entre las diferentes especies productoras de frutos carnosos en la Sierra de Cazorla, aunque sí detectó una correlación positiva con las precipitaciones de la primavera precedente analizando todas las especies en conjunto. Sin embargo, no observó esta tendencia a nivel particular en cada especie. Bajo las mismas condiciones climáticas, no todas las especies produjeron frutos cada año y sólo algunas mostraron periodicidad supra-anual en su producción durante los doce años de estudio, con importantes diferencias entre especies (p. ej. periodicidad de dos años en *Pistacia lentiscus* y seis años en *Daphne gnidium*).



En otros estudios, en cambio, sí se ha observado una correlación del peso medio de los frutos con diversas variables climáticas, como en *Arbutus unedo* L. (Chiarucci et al. 1993). Debe tenerse en cuenta que tanto el número de frutos por árbol como el peso de los frutos determinan la producción por árbol y que estas dos variables pueden responder de manera diferente a las variaciones meteorológicas anuales.

### 8.3.2. *Rubus ulmifolius*

#### 8.3.2.1. Producción por planta

En la Tabla 8.5 se presenta la producción de frutos de *Rubus ulmifolius* estimada en las localidades de estudio. En la mayoría de las variables estudiadas no se observaron diferencias significativas locales entre los dos años de estudio, sin embargo, los valores medios totales de producción fueron significativamente superiores en Tielmes.

El peso medio del fruto osciló entre 0,95 y 1,13 g (mín. 0,39 g; máx. 2,09 g). Los valores más elevados se registraron en Tielmes, siendo estas diferencias estadísticamente significativas en 2009 y en el conjunto de los dos años. Estos valores son cercanos a los obtenidos en otros trabajos sobre *Rubus ulmifolius*, en los que se ha estimado un peso medio de 0,73 g por fruto (Herrera 1987) y 0,49-0,81 g (Jordano 1982). En un orden parecido de magnitud, según los resultados de Herrera (1987), se encontrarían los frutos de *Rosa canina* L. (0,65 g), *Sorbus aria* (L.) Crantz (0,69 g), *Rubus idaeus* L. (0,76 g), *Sorbus torminalis* (L.) Crantz (0,76 g), *Crataegus laciniata* Ucria (0,87 g) y *Sorbus latifolia* (Lam.) Pers. (1,23 g).

**Tabla 8.5** Producción de frutos de *Rubus ulmifolius* (media  $\pm$  error típico). En cada variable, letras diferentes en la misma fila o columna indican diferencias significativas entre años (minúsculas) y localidades (mayúsculas), respectivamente ( $p \leq 0,05$ ).

| Localidad           |                                      | 2008             |    | 2009             |    | Total            |   |
|---------------------|--------------------------------------|------------------|----|------------------|----|------------------|---|
| Monte de Valdelatas | Peso fruto (g)                       | 0,95 $\pm$ 0,03  | aA | 0,97 $\pm$ 0,03  | aA | 0,96 $\pm$ 0,02  | A |
|                     | Nº racimos m <sup>-2</sup> de planta | 16,23 $\pm$ 2,48 | aA | 27,17 $\pm$ 5,19 | aA | 21,70 $\pm$ 2,91 | A |
|                     | Nº frutos m <sup>-2</sup> de planta  | 322 $\pm$ 63     | aA | 518 $\pm$ 135    | aA | 420 $\pm$ 75     | A |
|                     | kg frutos m <sup>-2</sup> de planta  | 0,31 $\pm$ 0,06  | aA | 0,50 $\pm$ 0,13  | aA | 0,40 $\pm$ 0,07  | A |
| Tielmes             | Peso fruto (g)                       | 0,99 $\pm$ 0,03  | aA | 1,13 $\pm$ 0,04  | bB | 1,06 $\pm$ 0,02  | B |
|                     | Nº racimos m <sup>-2</sup> de planta | 26,78 $\pm$ 3,94 | aA | 35,03 $\pm$ 4,21 | aB | 30,91 $\pm$ 2,90 | B |
|                     | Nº frutos m <sup>-2</sup> de planta  | 605 $\pm$ 108    | aB | 569 $\pm$ 88     | aA | 587 $\pm$ 69     | B |
|                     | kg frutos m <sup>-2</sup> de planta  | 0,60 $\pm$ 0,11  | aB | 0,64 $\pm$ 0,10  | aB | 0,62 $\pm$ 0,07  | B |

Los zarzales muestreados produjeron en torno a 15-30 racimos  $\text{m}^{-2}$  en la primera localidad y 25-35 racimos  $\text{m}^{-2}$  en la segunda. Teniendo en cuenta el porcentaje de frutos que no alcanzan la maduración, registrado por Jordano (1982), y aplicando este porcentaje de reducción del 9,4% a los datos obtenidos en este trabajo, se estimó un total de  $322 \pm 63$  frutos  $\text{m}^{-2}$  en 2008 y  $518 \pm 135$  frutos  $\text{m}^{-2}$  en 2009 en el Monte de Valdelatas, mientras que en Tielmes se alcanzaron unos niveles de fructificación más elevados ( $605 \pm 108$  frutos  $\text{m}^{-2}$  en 2008 y  $569 \pm 88$  frutos  $\text{m}^{-2}$  en 2009). Aunque no se ha cuantificado la altura de las plantas, se observó que en Tielmes alcanzaban mayor porte, siendo posiblemente uno de los motivos por los que el número de frutos  $\text{m}^{-2}$  fue superior en esta localidad. En otros trabajos que han estudiado la producción de *Rubus ulmifolius* también se han obtenido grandes variaciones entre localidades (Jordano 1982), aunque tampoco se aporta información sobre la altura de los zarzales.

La producción total, expresada por unidad de superficie ocupada por la planta, asciende a más de  $0,3 \text{ kg m}^{-2}$ . Las diferencias entre localidades son estadísticamente significativas, ya que tanto el peso medio del fruto como el número de frutos  $\text{m}^{-2}$  fue superior en Tielmes. Durante los dos años de muestreo se han obtenido unos valores medios totales de  $0,40 \pm 0,07 \text{ kg m}^{-2}$  en el Monte de Valdelatas y  $0,62 \pm 0,07 \text{ kg m}^{-2}$  en Tielmes.

### 8.3.2.2. Abundancia

La abundancia de *Rubus ulmifolius* en las zonas de muestreo se ha calculado en términos de cobertura. Según el ancho de la banda de vegetación espinosa en cada localidad, la anchura media de los transectos muestreados fue de  $11,6 \pm 0,9 \text{ m}$  en el Monte de Valdelatas y  $11,6 \pm 1,8 \text{ m}$  en Tielmes (Tabla 8.6). La superficie ocupada por las zarzas osciló entre  $155 \pm 22 \text{ m}^2$  por transecto en la primera localidad y  $132 \pm 22 \text{ m}^2$  en la segunda. Estos valores corresponden con un porcentaje de cobertura del 52% y 44% de la superficie total muestreada, respectivamente. La cobertura de *Rubus ulmifolius* fue superior a la registrada en otros estudios, en los que no supera el 10% (Herrera 1998), posiblemente debido a que en este trabajo el área de muestreo se limitó a su área de ocupación, es decir, a la orla espinosa del bosque y los fondos de valle, y proporcionalmente la superficie ocupada por el zarzal fue mayor.

**Tabla 8.6** Superficie ocupada por *Rubus ulmifolius* respecto a la superficie total muestreada (media  $\pm$  error típico). En cada fila letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

|  | Monte de Valdelatas |   | Tielmes      |   |
|--|---------------------|---|--------------|---|
| Dimensiones de los transectos (largo x ancho)*           | 25 x 11,6           |   | 25 x 11,6    |   |
| Superficie de los transectos ( $\text{m}^2$ )            | $290 \pm 22$        | a | $290 \pm 44$ | a |
| Superficie total ocupada por la especie ( $\text{m}^2$ ) | $155 \pm 22$        | a | $132 \pm 22$ | a |
| Cobertura (%)  | $52 \pm 5$          | a | $44 \pm 5$   | a |

\* El ancho de los transectos ha sido variable, en la tabla se indica el valor promedio.

### 8.3.2.3. Producción por hectárea

La producción por hectárea de *Rubus ulmifolius* se ha estimado a partir de la producción de frutos por superficie de planta y la cobertura de los zarzales en las zonas de estudio. Los valores obtenidos por localidad y año se muestran en la Tabla 8.7. Como puede observarse, el número de frutos asciende a  $2,19 \cdot 10^6$ - $2,58 \cdot 10^6$  frutos  $\text{ha}^{-1}$ . En el Monte de Valdelatas la producción ha oscilado entre  $1.587 \pm 158$  kg  $\text{ha}^{-1}$  en 2008 y  $2.617 \pm 260$  kg  $\text{ha}^{-1}$  en 2009. En la segunda localidad se ha obtenido una producción más elevada ( $2.634 \pm 300$  kg  $\text{ha}^{-1}$  en 2008 y  $2.825 \pm 322$  kg  $\text{ha}^{-1}$  en 2009), debido al mayor peso y número de frutos  $\text{m}^{-2}$  de planta registrado en esta localidad.

Los resultados obtenidos en trabajos anteriores para esta misma especie son inferiores. Por ejemplo, Fuentes (1991) estimó una producción de  $1,3 \cdot 10^4$  y  $19,3 \cdot 10^4$  frutos  $\text{ha}^{-1}$  en dos espinales del noroeste peninsular, y Herrera (1998) en la Sierra de Cazorla registra unos valores medios mínimos y máximos de  $0,02 \cdot 10^4$  y  $2,6 \cdot 10^4$  frutos  $\text{ha}^{-1}$  respectivamente, con un valor promedio durante doce años de estudio de  $0,08 \cdot 10^4$  frutos  $\text{ha}^{-1}$  (7,7% cobertura). Los valores obtenidos en este trabajo son más elevados en parte porque la cobertura de *Rubus ulmifolius* en las zonas de estudio fue mayor. Asimismo, las variaciones interanuales recogidas en este trabajo son menos pronunciadas que las registradas por Herrera (1998), aunque evidentemente sería necesario disponer de una serie temporal más larga para comparar los resultados. Este autor indica que la producción de *Rubus ulmifolius* es relativamente estable en comparación con la de otras plantas productoras de frutos carnosos (Herrera 1998).

**Tabla 8.7** Producción por hectárea de *Rubus ulmifolius* (media  $\pm$  error típico). En cada variable, letras diferentes en la misma fila o columna indican diferencias significativas entre años (minúsculas) y localidades (mayúsculas), respectivamente ( $p \leq 0,05$ ).

| Localidad           |                            | 2008                                     | 2009                                     | Total                                   |
|---------------------|----------------------------|--|--|---|
| Monte de Valdelatas | Nº frutos $\text{ha}^{-1}$ | $1,68 \cdot 10^6 \pm 0,17 \cdot 10^6$ aA | $2,70 \cdot 10^6 \pm 0,27 \cdot 10^6$ aA | $2,19 \cdot 10^6 \pm 0,18 \cdot 10^6$ A |
|                     | kg frutos $\text{ha}^{-1}$ | $1.587 \pm 158$ aA                       | $2.617 \pm 260$ bA                       | $2.102 \pm 171$ A                       |
| Tielmes             | Nº frutos $\text{ha}^{-1}$ | $2,66 \cdot 10^6 \pm 0,30 \cdot 10^6$ aA | $2,49 \cdot 10^6 \pm 0,28 \cdot 10^6$ aA | $2,58 \cdot 10^6 \pm 0,21 \cdot 10^6$ B |
|                     | kg frutos $\text{ha}^{-1}$ | $2.634 \pm 300$ aB                       | $2.825 \pm 322$ aA                       | $2.729 \pm 218$ B                       |

### 8.3.2.4. Análisis climático

Como se ha comentado anteriormente, las condiciones climáticas de los meses de primavera y otoño en las localidades de estudio fueron particularmente desfavorables en 2009 debido a la escasez de lluvias, lo que prolongó considerablemente el periodo de sequía estival (Figura 8.2). Según la fenología de *Rubus ulmifolius*, su floración tiene lugar a finales de mayo o junio, y el periodo de fructificación empieza a mediados de agosto y dura hasta finales de noviembre. Los picos más altos de producción coinciden con los meses de septiembre y octubre (Herrera 1984; Jordano 1982). Nuestros resultados indican que la producción de *Rubus ulmifolius* fue ligeramente superior en

2009, aunque las diferencias entre años no han sido significativas. Por lo tanto, al igual que en *Crataegus monogyna*, las oscilaciones en la producción de frutos de *Rubus ulmifolius* no parecen guardar una relación directa con las condiciones meteorológicas anuales, a pesar de que se observaron importantes diferencias pluviométricas entre los dos años de estudio. No obstante, para analizar en profundidad las fluctuaciones interanuales es necesario emplear series temporales más largas.

En el estudio realizado por Herrera (1998) durante doce años, la producción de *Rubus ulmifolius* no mostró ninguna correlación con las condiciones climáticas anuales, coincidiendo con nuestras observaciones. En cambio, registró cierta periodicidad supra-anual en sus ritmos de producción, alcanzando producciones más elevadas cada cinco años ( $p = 0,02$ ). Es posible que la producción se vea afectada en mayor medida por otros factores (p. ej. esfuerzo reproductivo de la planta en años anteriores, cambios en la abundancia de los polinizadores, herbivoría, etc.), que justifican la tendencia general de producir más flores que frutos (Gutián 1993; Jordano 1982; Wheelwright 1986).

Las diferencias de producción observadas entre localidades tampoco parecen tener una clara relación con el régimen climático de cada zona. Posiblemente la mayor producción observada en Tielmes está relacionada con la naturaleza calcárea del substrato y con el manejo que se hace de esta planta. En algunas de las zonas muestreadas en los alrededores de esta localidad, las zarzas formaban setos al lado de caminos muy frecuentados por paseantes, y algunos ejemplares habían sido intensamente recolectados y podados. Esto probablemente favorezca una mayor producción. El efecto que tiene el manejo tradicional de los ecosistemas en la producción de las especies silvestres es un aspecto escasamente estudiado que requiere mayor atención.

#### 8.4. Conclusiones

Para llevar a cabo una explotación sostenible de los recursos silvestres alimentarios es necesario conocer la disponibilidad local de estos recursos y su capacidad productiva. Esta información constituye uno de los primeros pasos encaminados a su gestión y manejo sostenible. Igualmente permite evaluar el potencial de algunas especies de uso tradicional, como la zarzamora o el majuelo.

Según los resultados obtenidos en este trabajo, la producción de frutos de majuelo y zarzamora en las zonas de estudio ha sido abundante y relativamente estable, a pesar de las fluctuaciones observadas entre localidades y años. Ambas especies produjeron una cantidad elevada de frutos. Según las características particulares de cada planta (peso medio de los frutos y abundancia local), su producción ascendió a 289-649 kg ha<sup>-1</sup> en *Crataegus monogyna* y 2.102-2.729 kg ha<sup>-1</sup> en *Rubus ulmifolius*. Teniendo en cuenta el interés de estas especies como fuente de compuestos antioxidantes, estos resultados pueden utilizarse como referencia para establecer unas tasas sostenibles de recolección o evaluar su posible puesta en cultivo. Esta última alternativa puede ser interesante para comercializar frutos silvestres de gran importancia cultural y obtener frutos de mayor

tamaño que en sus poblaciones silvestres, como se ha señalado en *Myrtus communis* y *Arbutus unedo* (Celikel et al. 2008; Mulas et al. 1998; Serçe et al. 2010a).

Las variaciones interanuales en su producción deben ser estudiadas con mayor detalle utilizando series temporales más largas. Asimismo, es importante señalar que muchos ejemplares de estas especies son moldeados por el manejo de las poblaciones locales. Concretamente, la recolección de frutos y la poda de los zarzales que crecen cerca de caminos o en las lindes de separación entre fincas, podría repercutir positivamente sobre su capacidad productiva. Este aspecto ha sido escasamente estudiado y merece recibir mayor atención en futuros trabajos.



## 9. DISCUSIÓN GENERAL

En este apartado se analizan en conjunto los resultados de los seis capítulos. La discusión general se ha organizado en cuatro subapartados. En el primero se hace una comparación global de la producción de todas las especies prospectadas, mientras que en el segundo se estudia la variabilidad entre localidades y años en la producción y abundancia. En el tercer apartado se analiza la influencia de la recolección en la producción y disponibilidad local de las especies, de cara a su aprovechamiento sostenible, y, finalmente, se discuten las posibilidades de uso de las plantas silvestres comestibles.

### 9.1. Comparación global de los resultados

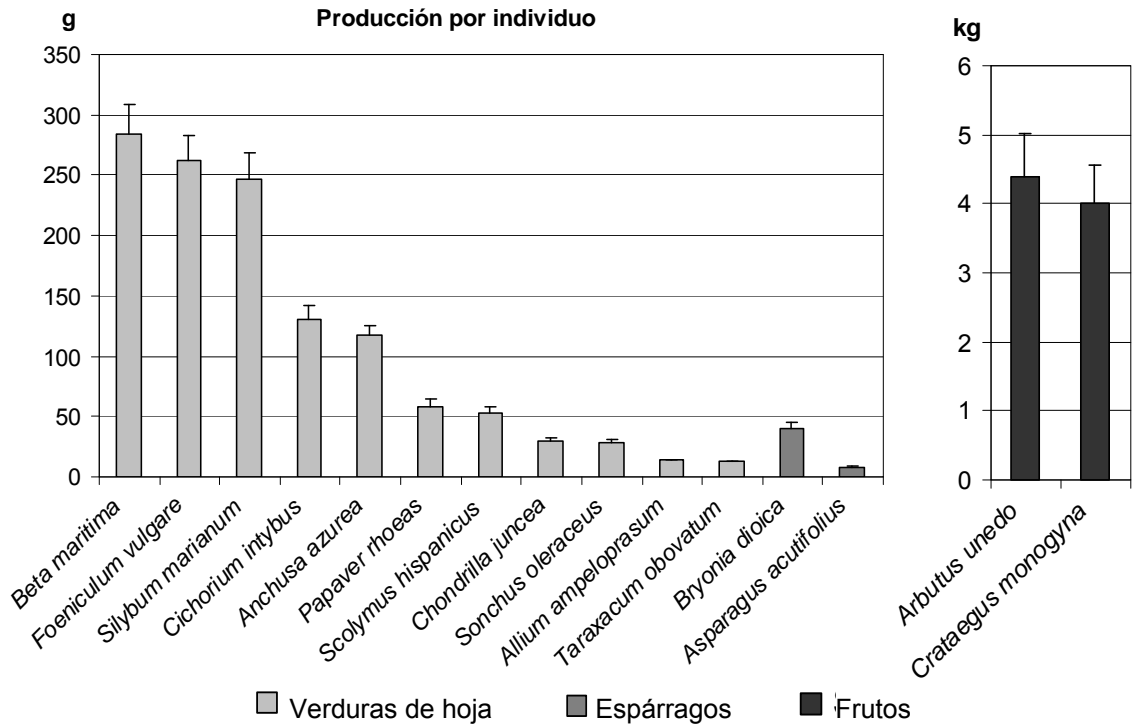
#### 9.1.1. Producción por planta

Las plantas silvestres comestibles abarcan un amplio espectro de especies adaptadas a distintos ecosistemas y con características morfológicas y biológicas propias, que determinan su forma de desarrollo y reproducción. Entre las especies estudiadas se incluyen plantas herbáceas y leñosas, anuales y perennes, terrestres y acuáticas, clonales y no clonales, etc. Estas diferencias, así como la parte comestible de las especies (hojas, brotes tiernos y frutos), también se verán reflejadas en su producción por planta.

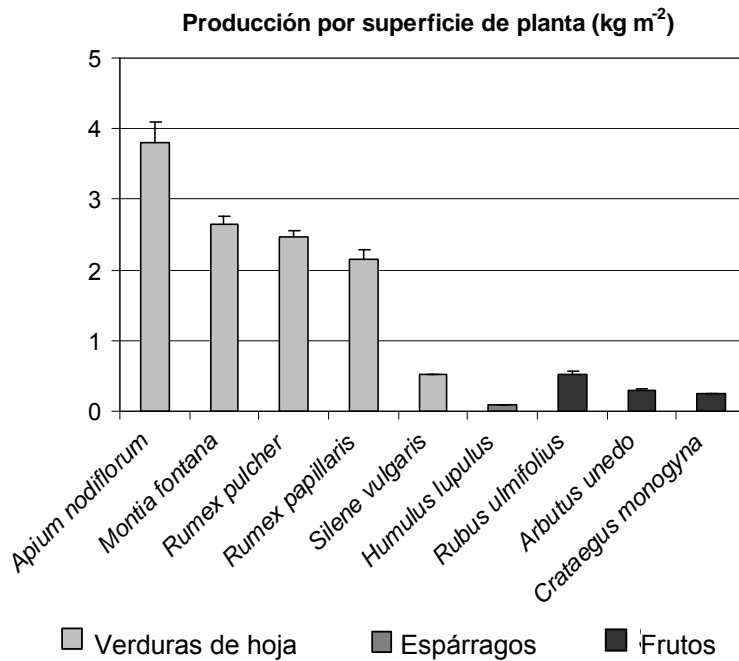
Los valores medios totales de producción por individuo (especies no clonales) y por superficie de planta (especies clonales) de verduras de hoja, espárragos y frutos se han representado en las Figuras 9.1 y 9.2, respectivamente, y pueden consultarse también en el Anexo 1 (Tabla A1.1).

Como puede observarse en la Figura 9.1, las verduras de hoja más productivas fueron *Beta maritima*, *Foeniculum vulgare* y *Silybum marianum* (250-280 g planta<sup>-1</sup>), seguidas por *Cichorium intybus* y *Anchusa azurea* (120-130 g planta<sup>-1</sup>). Los valores más altos de producción en los espárragos se obtuvieron en *Bryonia dioica* (40 g planta<sup>-1</sup>), cuya producción se encuentra en un rango similar al de algunas verduras de hoja como *Chondrilla juncea*, *Papaver rhoeas*, *Scolymus hispanicus* y *Sonchus oleraceus* (30-60 g planta<sup>-1</sup>). La producción de espárragos de *Asparagus acutifolius* (8 g planta<sup>-1</sup>) está ligeramente por debajo de las dos verduras de hoja con menor producción, *Allium ampeloprasum* y *Taraxacum obovatum* (12-14 g planta<sup>-1</sup>). Estas tres plantas han sido las menos productivas del conjunto de especies estudiadas. En otro orden de magnitud encontramos la producción de frutos de *Arbutus unedo* y *Crataegus monogyna*, en ambos casos de ~4 kg por árbol.

9.1. Comparación global de los resultados. Producción por planta



**Figura 9.1** Producción media total por individuo (y error típico) de verduras de hoja, espárragos y frutos carnosos, por categorías y en orden descendente de producción.



**Figura 9.2** Producción media total por superficie de planta (y error típico) de verduras de hoja, espárragos y frutos carnosos, por categorías y en orden descendente de producción.



En la Figura 9.2 se representa gráficamente la producción media total por superficie de planta de las verduras de hoja clonales, del espárrago de *Humulus lupulus* y de las tres especies de frutos estudiadas. Entre las verduras de hoja clonales, destacan *Apium nodiflorum* (3,81 kg m<sup>-2</sup>) y *Montia fontana*, *Rumex pulcher* y *Rumex papillaris* (2,1-2,6 kg m<sup>-2</sup>) por presentar los valores más elevados de producción. Los resultados de estas especies, expresados originalmente en g por cuadrado de 20 x 20 cm, se han transformado en kg m<sup>-2</sup> de planta para facilitar su comparación con las otras dos categorías de uso. La producción de espárragos de *Humulus lupulus* (0,08 kg m<sup>-2</sup>) fue considerablemente inferior a la de *Silene vulgaris* (0,51 kg m<sup>-2</sup>), la especie con menor producción entre las verduras de hoja. En cuanto a los frutos, se ha obtenido una producción de 0,51 kg m<sup>-2</sup> en *Rubus ulmifolius*. La producción de *Arbutus unedo* y *Crataegus monogyna*, expresada en relación al área que ocupa la proyección horizontal de la copa de los árboles, fue ligeramente inferior, de 0,2-0,3 kg m<sup>-2</sup>.

Las especies de la categoría de frutos presentaron una producción por individuo mayor que las verduras de hoja y espárragos (Figura 9.1), mientras que la proporción se invierte si comparamos la producción por superficie de planta (Figura 9.2). El rango de producción de las tres especies de frutos carnosos estudiadas (0,2-0,5 kg m<sup>-2</sup>) es bastante bajo en comparación con el de las especies incluidas en la categoría de verduras de hoja (0,5-3,8 kg m<sup>-2</sup>). Obviamente estas diferencias son debidas a la parte de la planta que se recolecta en cada caso y al mayor tamaño de las especies arbóreas en comparación con las herbáceas. Los frutos se encuentran fundamentalmente en la superficie exterior de la planta, o algo más al interior si la copa de los árboles es abierta y permite el paso de la luz, como ocurre en algunos ejemplares de *Arbutus unedo*. Por ello, su producción no está repartida por igual por toda la superficie, y comparativamente es menor que la producción de las verduras.

Aunque no es posible comparar directamente los resultados de producción de especies clonales y no clonales entre sí, puesto que se han expresado en unidades diferentes, podemos establecer algunas equivalencias entre estas dos medidas para facilitar su comparación. En las verduras de hoja, como ya hemos señalado, utilizamos un cuadrado de 20 x 20 cm (0,04 m<sup>2</sup>) para estimar la producción de las especies clonales porque esta superficie se asemeja al área que ocupa un individuo de las especies no clonales. Evidentemente esto es sólo una aproximación, y la superficie ocupada por la roseta basal de algunas especies es algo mayor, como la de *Silybum marianum*, o menor, como la de *Taraxacum obovatum*. También es menor la superficie ocupada por *Allium ampeloprasum*, al tratarse de un geófito bulboso con hojas formando un pseudotallo. Salvo estas excepciones, la mayoría de las especies se ajustan bastante a estas dimensiones.

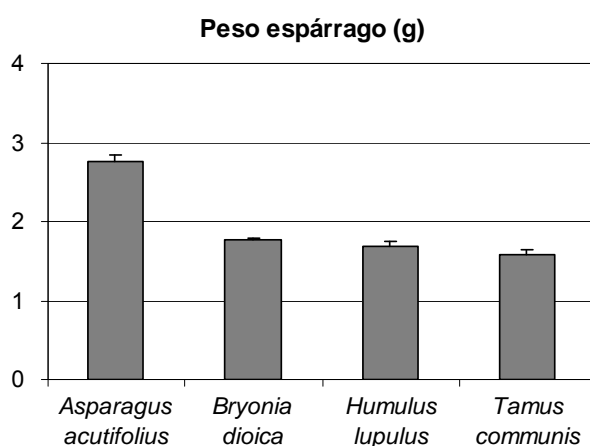
Utilizando esta aproximación a modo comparativo, podemos observar que las verduras con mayor producción (~100-290 g por individuo o cuadrado; ver Tabla A1.1), ya sean especies clonales o no clonales, han sido aquellas que presentan las hojas de mayor tamaño (*Anchusa azurea*, *Beta maritima*, *Cichorium intybus* y *Rumex pulcher*), o en las que la parte aprovechable incluye pecíolos o tallos tiernos de consistencia carnosa (*Beta maritima*, *Foeniculum vulgare* y *Silybum marianum*) y las plantas acuáticas

(*Apium nodiflorum* y *Montia fontana*). El carácter anual o perenne de las especies no parece tener especial relevancia en su producción. Algunas plantas anuales, como *Silybum marianum*, son muy productivas, y otras menos, como *Papaver rhoeas* y *Sonchus oleraceus*.

En los espárragos estudiados es más difícil comparar la producción de especies clonales y no clonales entre sí. Para ello sería necesario transformar los datos de producción por individuo en producción por superficie de planta. Al tratarse de especies trepadoras, es complicado determinar la superficie que ocupa un individuo, puesto que depende de su extensión en superficie y de su crecimiento en altura. No obstante, podemos hacer algunos comentarios generales en relación al peso y número de espárragos por planta.

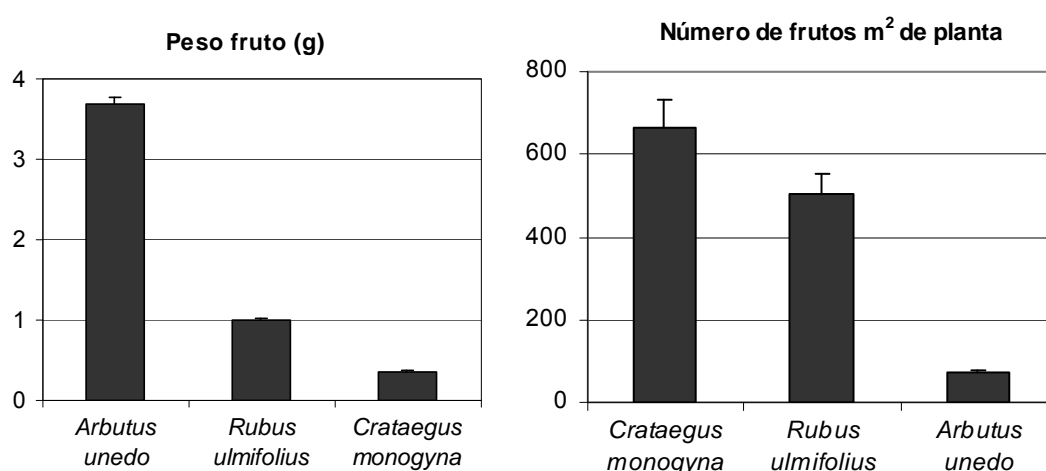
Como puede observarse en la Figura 9.3, el peso medio de los espárragos ha sido muy similar en las cuatro especies estudiadas, destacando *Asparagus acutifolius* por presentar un valor medio (2,8 g por espárrago; ver Tabla A1.2) ligeramente superior al de las otras tres especies (1,6-1,8 g por espárrago). A diferencia de las verduras, en las que existe una gran diversidad en el tamaño y la morfología de las hojas, estas cuatro especies presentaron mayor uniformidad en el peso unitario de los espárragos.

Sin embargo, el número de espárragos por planta ha fluctuado considerablemente, siendo esta variable la que ha determinado en mayor medida la producción final de las especies. Esto puede observarse si comparamos la producción de *Asparagus acutifolius* y *Bryonia dioica*. Aunque el peso medio de los espárragos de *Bryonia dioica* fue menor, pueden recolectarse más espárragos (24 espárragos por planta en *Bryonia dioica* y 3 en *Asparagus acutifolius*; ver Tabla A1.2) y por ello su producción por individuo es más alta (Figura 9.1).



**Figura 9.3** Peso medio total de los espárragos (y error típico), en orden descendente.

En el caso de los frutos, la producción por árbol de *Arbutus unedo* y *Crataegus monogyna* (Figura 9.1) puede transformarse fácilmente en  $\text{kg m}^{-2}$  a partir del área de la proyección horizontal de la copa para poder comparar los resultados con los de *Rubus ulmifolius*. Como puede observarse en la Figura 9.2, no hay diferencias importantes en el rango de producción de estas tres especies, a pesar de las variaciones interespecíficas en el peso y número de frutos por planta. El peso medio de los frutos fue superior en *Arbutus unedo* (Figura 9.4; ver Tabla A1.3), mientras que las otras dos especies, *Crataegus monogyna* y *Rubus ulmifolius*, presentaron un mayor número de frutos  $\text{m}^{-2}$ , y como consecuencia la producción de las tres especies se igualó.



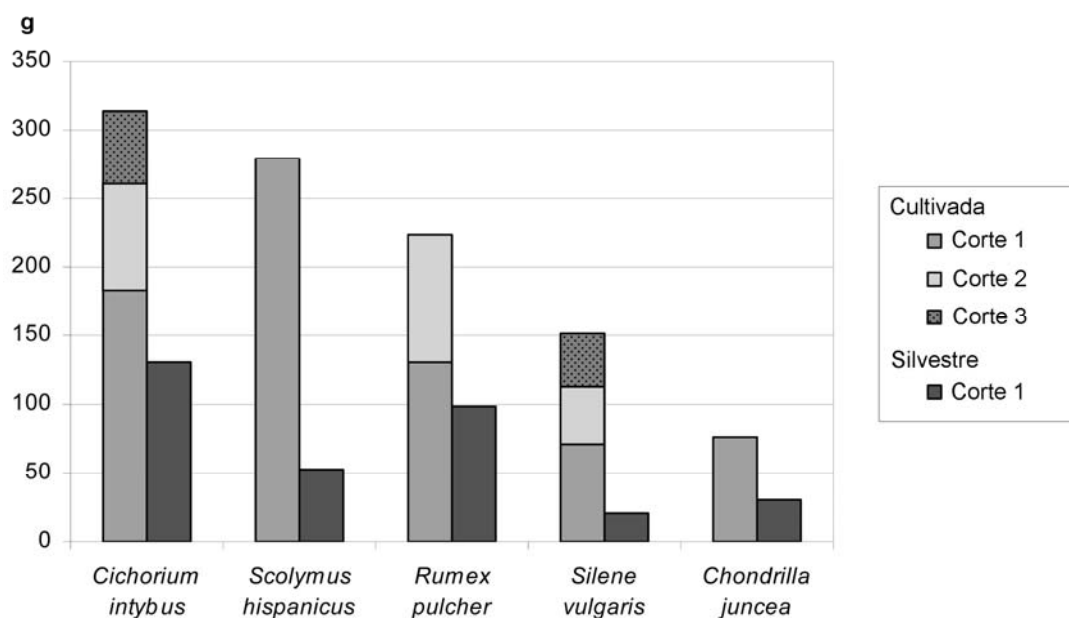
**Figura 9.4** Peso medio total (y error típico) de los frutos y número de frutos  $\text{m}^{-2}$  de planta.

Además de las diferencias observadas entre las especies cuya parte aprovechable procede de los órganos reproductivos (frutos) o vegetativos (verduras de hoja y espárragos), es importante señalar que la producción de los espárragos ha sido baja en comparación con las verduras de hoja estudiadas (ver Tabla A1.1), aunque dado que se han estudiado menos especies de esta categoría, la variabilidad interespecífica recogida ha sido menor.

Estas diferencias se explican fácilmente pues en las verduras de hoja se aprovecha generalmente toda la parte aérea de la planta, mientras que en los espárragos sólo los extremos apicales de los brotes. Además, estas diferencias podrían ser mayores porque los resultados de producción de *Asparagus acutifolius*, *Bryonia dioica* y *Humulus lupulus* se han obtenido realizando varias recolecciones sucesivas en la misma planta, reflejando la producción potencial de espárragos que pueden recolectarse a lo largo de la temporada. En cambio, en este trabajo se ha estimado la producción de las verduras de hoja en los meses de primavera mediante un único corte, pero la temporada de recolección de algunas especies vivaces puede prolongarse si las condiciones climáticas son favorables, especialmente en zonas cálidas.

Por ejemplo, algunas verduras de hoja como *Beta maritima*, *Cichorium intybus*, *Rumex papillaris* y *Silene vulgaris* podrían comenzar a recolectarse desde finales del invierno, y otras como *Rumex pulcher* incluso desde el comienzo del otoño (Tardío et al. 2002). Como hemos podido comprobar en ensayos de cultivo realizados en la Finca El Encín (IMIDRA, Alcalá de Henares), al menos en condiciones de cultivo pueden realizarse tres cortes al año de *Cichorium intybus* y *Silene vulgaris*, y dos de *Rumex pulcher* (Molina et al. 2015, en prensa). Resultados similares se han obtenido en otros ensayos de cultivo de verduras silvestres. Fernández & López (2005) llegaron a realizar en la provincia de Albacete ocho cortes sucesivos de *Silene vulgaris*, uno en otoño, uno en invierno, tres en primavera y tres en verano, obteniendo los valores más altos de producción en primavera.

En la Figura 9.5 se ha representado la producción por planta de cinco verduras vivaces en condiciones de cultivo, según los ensayos realizados por nuestro equipo de investigación en la Finca El Encín durante los años 2011-2012, y los resultados obtenidos en este trabajo en condiciones silvestres. Como puede observarse, la producción de todas estas verduras aumenta notablemente en el cultivo, debido tanto al mayor desarrollo de los ejemplares como a la realización de varios cortes consecutivos en primavera y otoño en *Cichorium intybus*, *Rumex pulcher* y *Silene vulgaris* (Molina et al. 2015, en prensa).



**Figura 9.5** Producción en condiciones silvestres y en cultivo ( $\text{g planta}^{-1}$ ). En *Rumex pulcher* y *Silene vulgaris*, la producción se ha expresado en g por cuadrado de 20 x 20 cm. Fuente: Molina et al. (2015, en prensa).

Esto demuestra que incluso en condiciones de cultivo no intensivas, comparables a las de la agricultura ecológica, y con escasos cuidados culturales (riego por goteo en los meses de mayor déficit hídrico y escardas manuales), estas verduras silvestres pueden incrementar su producción. Por ejemplo, la producción por planta de los ejemplares cultivados de *Cichorium intybus* (313,3 g), *Rumex pulcher* (223,2 g) y *Chondrilla juncea* (75,9 g) se duplica en comparación con los valores obtenidos en condiciones silvestres. Pero sin duda los resultados más destacables son los de *Scolymus hispanicus* (279,0 g) y *Silene vulgaris* (150,7 g), cuya producción en cultivo es 5,3 y 7,4 veces superior, respectivamente. Además, según nuestras observaciones, las condiciones de cultivo en la Finca El Encín (terreno arcilloso) no han sido las más apropiadas para algunas especies, como *Chondrilla juncea*, que prefiere suelos arenosos, y posiblemente se puedan obtener rendimientos mayores (Molina et al. 2015, en prensa).

Aunque estos ejemplos son bajo condiciones de cultivo, es posible que éstas y otras especies vivaces, como *Anchusa azurea*, *Beta maritima*, *Foeniculum vulgare* y *Rumex papillaris*, puedan tolerar un número moderado de cortes al año en condiciones silvestres (dos o tres como máximo), sin comprometer su desarrollo y floración. Esto significa que la producción de algunas verduras de hoja podría duplicarse (o algo más) en relación a los valores presentados en este trabajo, en el que sólo se han recolectado una vez.

Del mismo modo podemos suponer que las verduras silvestres que crecen en terrenos labrados o barbechos, al desarrollarse en suelos profundos y ricos en nutrientes, alcanzan producciones mayores que donde han sido relegadas por la presión humana a los sitios más degradados (Casco 2000). Además de una mejora en la productividad, puede suponer una mejora de la calidad de las verduras silvestres: las plantas se hacen más grandes, más tiernas y menos amargas, especialmente si se encuentran parcialmente enterradas por el arado, pues se blanquea la parte basal del tallo y de las hojas (Aceituno-Mata 2010; Tardío 2010).

Aparte de estos datos de producción de especies silvestres en condiciones de cultivo, no se ha encontrado más información en la bibliografía consultada que pueda utilizarse a modo comparativo para cotejar la producción de éstas u otras especies silvestres de uso alimentario con nuestros resultados. Aunque existen diversos trabajos que estiman la producción natural de plantas silvestres comestibles, como comentaremos más adelante, los resultados vienen generalmente expresados en  $\text{kg ha}^{-1}$  y no indican el peso medio por planta. En la bibliografía sobre especies cultivadas, aunque es mucho más extensa, ocurre lo mismo: se aportan generalmente datos sobre el rendimiento de los cultivos, expresado en toneladas  $\text{ha}^{-1}$ . Los datos no son comparables con nuestros resultados porque las densidades de cultivo son obviamente superiores. No obstante, en algunos trabajos se incluye información sobre el peso unitario de las especies cultivadas o éste puede calcularse fácilmente si se indican las densidades de cultivo. Esto nos permite comparar la producción de las especies silvestres con la de otras hortalizas de hoja, tallo y bulbo, incluidas especies de hoja pequeña (*baby leaf*) de IV gama, y de frutales de hueso y otros frutos carnosos.

Como cabría esperar, los resultados de producción de las plantas silvestres comestibles son inferiores a los de sus parientes cultivados, en los que el proceso de domesticación ha propiciado un incremento en el tamaño de sus partes útiles. Esto puede observarse claramente si comparamos *Allium ampeloprasum* (13,8 g planta<sup>-1</sup>) con *A. porrum* (144 g planta<sup>-1</sup>; Karkanis et al. 2012); *Apium nodiflorum* (152,5 g por cuadrado de 20 x 20 cm) con *A. graveolens* var. *dulce* (670-890 g planta<sup>-1</sup>; Sánchez-Romero et al. 2007); *Asparagus acutifolius* (8 g planta<sup>-1</sup>) con *A. officinalis* (10-125 g planta<sup>-1</sup>; Maroto 2002) y *Beta maritima* (284 g planta<sup>-1</sup>) con *B. vulgaris* var. *cicla* (300-900 g planta<sup>-1</sup>; Dzida & Pitura 2008; Maroto 2002). En otros casos la producción se encuadra en un rango similar, como en *Cichorium intybus* (131 g) y *C. intybus* var. *foliosum* (100-150 g; Maroto 2002).

Por otro lado, la producción por planta de *Chondrilla juncea* (30,1 g), *Sonchus oleraceus* (28,3 g) y *Taraxacum obovatum* (12,7 g) podría compararse con la de otras hortalizas cultivadas que se consumen también en crudo, como los berros (*Rorippa nasturtium-aquaticum*), los canónigos [*Valerianella locusta* (L.) Laterr.] y la rúcula [*Eruca vesicaria* (L.) Cav.]. El peso unitario de estas plantas, obtenido en cultivo hidropónico, es de 8,6-12,8 g (Carrasco et al. 2011), 3-7 g (Díaz 2009) y 0,5-2 g planta<sup>-1</sup> (Fernández et al. 2013) respectivamente, siendo inferior al de las especies silvestres mencionadas. En cambio, la producción de otras hortalizas de hoja como la lechuga (*Lactuca sativa* L.) y la escarola (*Cichorium endivia* L.), está muy por encima, en torno a 600-730 g planta<sup>-1</sup> en la primera (Conesa et al. 2013) y 250-1.000 g planta<sup>-1</sup> en la segunda (Maroto 2002).

Entre las verduras silvestres que se consumen generalmente cocinadas, como *Cichorium intybus* (130,7 g), *Anchusa azurea* (117,1 g) y *Papaver rhoeas* (58,4 g), su producción es menor que la de la acelga cultivada (*B. vulgaris* var. *cicla*), mencionada anteriormente, pero superior a la de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.; 10-35 g planta<sup>-1</sup>), según la bibliografía consultada (Borrelli et al. 2013; Citak & Sonmez 2010).

La producción de las especies clonales también podría compararse con los rendimientos de cultivo de varias hortalizas de hoja. Por ejemplo, la producción potencial de *Apium nodiflorum* (38 t ha<sup>-1</sup>), *Montia fontana* (26 t ha<sup>-1</sup>) y *Rumex papillaris* (21 t ha<sup>-1</sup>), asumiendo que una hectárea de terreno estuviera completamente cubierta por estas plantas –lo cual no ocurre en condiciones naturales pero se asemeja a las condiciones de cultivo–, sería similar a la de la rúcula (38-42 t ha<sup>-1</sup>; Dellacecca & Calegari 2001; Fernández et al. 2013) y los canónigos (20-30 t ha<sup>-1</sup>; Dellacecca & Calegari 2001), ambos datos procedentes de cultivo hidropónico, y mayor que la producción de berros (10 t ha<sup>-1</sup>; Maroto 2002).

Otras especies con usos parecidos a los de las espinacas, como *Rumex pulcher* y *Silene vulgaris* tendrían una producción potencial de 25 y 5 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. La romaza alcanzaría valores similares a los de las espinacas (15-20 t ha<sup>-1</sup>; Maroto 2002), mientras que los de la colleja serían inferiores. No obstante, si las collejas se recolectaran dos o más veces consecutivas, como ya hemos comentado, su producción podría llegar a ser parecida.

En relación a los frutos, la producción de *Arbutus unedo* y *Crataegus monogyna* (4 kg árbol<sup>-1</sup>) es menor que la del cerezo (*Prunus avium* L.), el ciruelo (*Prunus domestica* L.) y el albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.). El rendimiento de estos frutales de hueso, estimado a partir de las superficies y producciones anuales de cultivo en España en 2012 (MAGRAMA 2014) y las densidades de plantación indicadas por Agustí (2010), es de 8-11, 16-25, 16-31 kg árbol<sup>-1</sup>, respectivamente. Por otro lado, la producción de *Rubus ulmifolius* (5,1 t ha<sup>-1</sup> ocupadas por la planta) se sitúa entre la de la grosella (*Ribes rubrum* L.; 3 t ha<sup>-1</sup>) y el frambueso (*Rubus idaeus* L.; 9 t ha<sup>-1</sup>) según los datos consultados en la página web del MAGRAMA (2014).

Como puede observarse, la producción por planta de las especies silvestres no es en ningún caso despreciable, a pesar de que los valores son generalmente inferiores a los de las especies cultivadas. No obstante, la capacidad productiva de estas especies y su importancia como recurso alimentario, no sólo depende del peso de la parte aprovechable, sino también de su mayor o menor disponibilidad en el territorio, como se comenta en el siguiente apartado. La combinación de estas dos variables es la que determina en último término la cantidad de alimento que puede recolectarse.

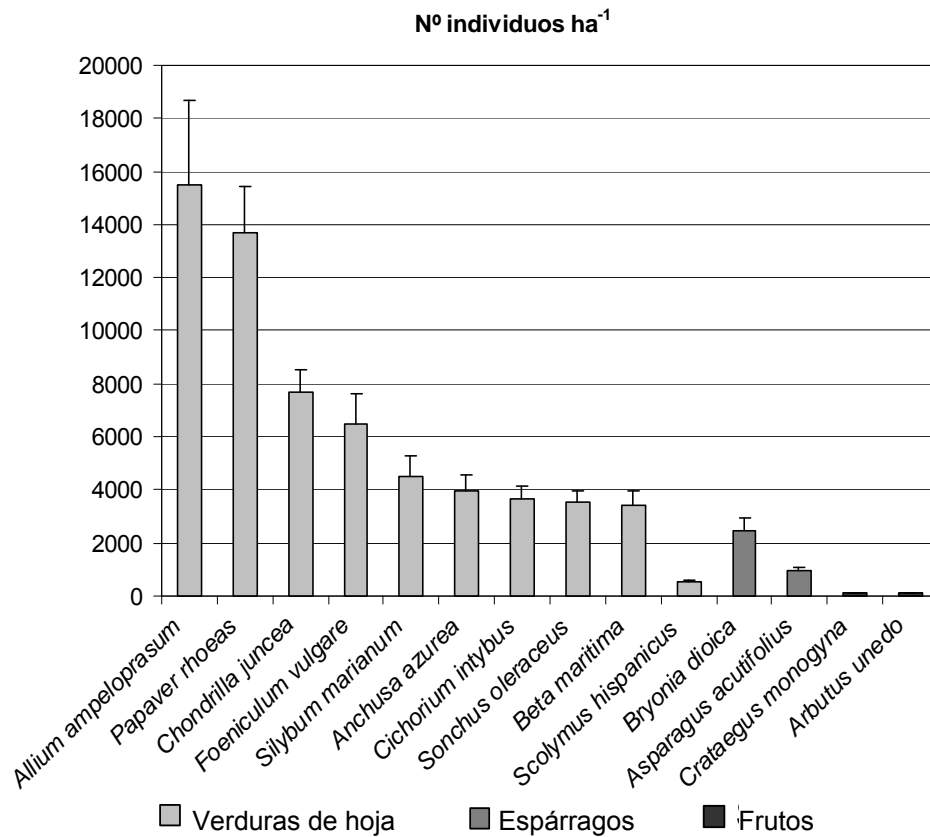
### 9.1.2. Abundancia

Los valores medios totales de abundancia de verduras de hoja, espárragos y frutos, expresada en términos de densidad (especies no clonales) y cobertura (especies clonales) pueden consultarse en la Tabla A1.4 del Anexo 1 y se han representado en las Figuras 9.6 y 9.7, respectivamente.

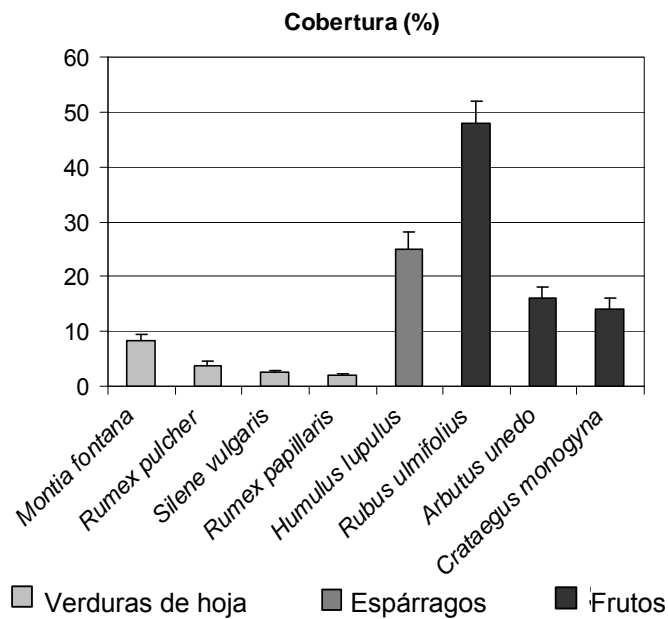
Como puede observarse en la Figura 9.6, entre las verduras de hoja con valores más altos de densidad se encuentran *Allium ampeloprasum* y *Papaver rhoeas* (> 13.000 individuos ha<sup>-1</sup>), seguidas de *Chondrilla juncea* y *Foeniculum vulgare* (6.500-8.000 individuos ha<sup>-1</sup>) y *Silybum marianum*, *Anchusa azurea*, *Cichorium intybus*, *Sonchus oleraceus* y *Beta maritima* (3.400-4.500 individuos ha<sup>-1</sup>). En último lugar, y en un rango de densidad considerablemente inferior se sitúa *Scolymus hispanicus* (540 individuos ha<sup>-1</sup>). La densidad media de las especies productoras de espárragos fue de 931 individuos ha<sup>-1</sup> en *Asparagus acutifolius* y 2.444 individuos ha<sup>-1</sup> en *Bryonia dioica*. En la categoría de frutos, los valores medios totales son de 100-120 individuos ha<sup>-1</sup> en *Arbutus unedo* y *Crataegus monogyna*.

En las especies clonales, la abundancia de las verduras de hoja, originalmente expresada en número de cuadrados de 20 x 20 cm por hectárea, se ha representado en la Figura 9.7 en porcentaje de la superficie del transecto ocupada por la especie, para facilitar su comparación con las otras categorías de uso. Así, la cobertura de las verduras de hoja en las zonas de muestreo fue de 8,25% en *Montia fontana*, seguida de *Rumex pulcher* y *Silene vulgaris* (2,7-3,8%) y *Rumex papillaris* (1,89%). En un rango superior se sitúa *Humulus lupulus*, con una cobertura media del 25% y *Rubus ulmifolius* (48%). La cobertura de *Arbutus unedo* y *Crataegus monogyna*, estimada a partir del área de la proyección horizontal de la copa de los árboles, es del 16 y 14%, respectivamente.

9.1. Comparación global de los resultados. Abundancia



**Figura 9.6** Valores medios totales (y error típico) de densidad de verduras de hoja, espárragos y frutos (nº de individuos ha<sup>-1</sup>) en las zonas de estudio, por categorías y en orden descendente.



**Figura 9.7** Valores medios totales (y error típico) de cobertura de verduras de hoja, espárragos y frutos (% superficie ocupada por la especie) en las zonas de estudio, por categorías y en orden descendente.



Los valores representados en las Figuras 9.6 y 9.7 reflejan la abundancia de las especies en las zonas de muestreo. Es decir, en los lugares en los que se comprobó previamente la presencia de poblaciones de estas plantas y, por tanto, incluidos dentro de su área de ocupación natural.

Las diferencias de abundancia entre verduras de hoja, espárragos y frutos dependen, por un lado, del biotipo de las especies y, por otro lado, de la variable estimada (densidad o cobertura): las especies arbóreas, de mayor tamaño que las herbáceas, presentan una densidad menor, pero su cobertura es lógicamente mayor. Por ello, las verduras de hoja y espárragos obtuvieron una densidad superior que las especies productoras de frutos carnosos (Figura 9.6). Y al revés: los árboles y arbustos incluidos en la categoría de frutos y, entre los espárragos, la especie *Humulus lupulus* de hábito trepador, alcanzaron unos porcentajes de cobertura más altos que las verduras de hoja (Figura 9.7).

Otro aspecto importante en relación a su abundancia es la forma de reproducción de las especies. Cuando una planta se reproduce de forma vegetativa por rizomas o estolones, los individuos suelen crecer muy agrupados, por lo que es de esperar que su abundancia sea superior que la de las especies que sólo se reproducen por vía sexual, que crecen más dispersas. Dado que no podemos comparar directamente la abundancia de especies clonales y no clonales entre sí, expresada en un caso como densidad y en el otro como cobertura, es necesario transformar los datos en unidades equivalentes. Como hemos comentado en el apartado anterior, podemos asumir que la superficie ocupada por la roseta basal de *Anchusa azurea*, *Cichorium intybus* y *Beta maritima* es aproximadamente de 20 x 20 cm, coincidiendo con las dimensiones del cuadrado empleado para medir la cobertura de las especies clonales. Si comparamos la densidad media de estas tres verduras de hoja (3.400-4.000 individuos ha<sup>-1</sup>) con la de *Rumex papillaris*, *Rumex pulcher* y *Silene vulgaris* (4.728, 9.435 y 6.757 cuadrados ha<sup>-1</sup> respectivamente, ver Tabla A1.4), observamos que la abundancia de las especies clonales es mayor. Igualmente, la cobertura de *Rubus ulmifolius* es superior a la de *Arbutus unedo* y *Crataegus monogyna* (Figura 9.7).

Evidentemente esta tendencia no se cumple en todas las especies. De hecho, las plantas más abundantes, *Montia fontana* (20.613 cuadrados ha<sup>-1</sup>), *Allium ampeloprasum* (15.494 individuos ha<sup>-1</sup>) y *Papaver rhoeas* (13.704 individuos ha<sup>-1</sup>) no se reproducen vegetativamente por rizomas o estolones, aunque sí muestran una elevada capacidad de dispersión y suelen formar poblaciones con una alta densidad de individuos. Por ejemplo, los ejemplares de *Allium ampeloprasum* crecen generalmente muy agrupados ya que, de los pequeños bulbillos que se desarrollan en la base del bulbo principal, se originan nuevos individuos que crecen alrededor de la planta madre. Por otro lado, las plantas anuales, como *Papaver rhoeas* y *Montia fontana*, son capaces de producir una gran cantidad de semillas. Estas semillas pueden permanecer en estado de latencia durante largos periodos de tiempo y germinar cuando las condiciones ambientales son adecuadas, originando importantes explosiones demográficas (Booth et al. 2003).

No obstante, las poblaciones de las especies anuales suelen fluctuar de forma natural entre años, mientras que las hierbas vivaces son más estables, ya que poseen un potente sistema radical que les permite acceder fácilmente al agua y los nutrientes del subsuelo (Thayer 2006). Por ello, la densidad de las especies anuales no es necesariamente superior a la de las vivaces. En la Figura 9.6 puede observarse que algunas plantas vivaces como *Chondrilla juncea*, *Foeniculum vulgare*, *Anchusa azurea* y *Cichorium intybus* presentaron una densidad poblacional similar o superior a la de las especies anuales *Silybum marianum* y *Sonchus oleraceus*.

En la Tabla 9.1 se presentan las estimaciones de densidad obtenidas en tres trabajos sobre verduras silvestres realizados en Madrid (Dávila 2010; Polo et al. 2009; Vélez-del-Burgo 2009). Las especies estudiadas coinciden con las de este trabajo, y en algunos casos también son coincidentes las localidades de estudio. Como puede observarse, los resultados de estos estudios se encuentran en un rango similar a los nuestros. En la mayoría de las especies, su densidad es superior a 1.000 individuos ha<sup>-1</sup>, llegando en algunos casos a alcanzar valores superiores a 10.000 individuos ha<sup>-1</sup>. Únicamente *Scolymus hispanicus* obtuvo una densidad más baja, coincidiendo con los resultados de este trabajo. Esta especie presenta una distribución más dispersa y, aunque puede alcanzar densidades importantes en algunas zonas, no llega a ser una especie dominante sobre el resto (Casco 2000).

**Tabla 9.1** Comparación de los resultados de densidad con los obtenidos en otros trabajos (nº de individuos ha<sup>-1</sup> y nº de cuadrados de 20 x 20 cm ha<sup>-1</sup> en las especies clonales, señaladas con un asterisco).

| Especie                    | Zona de estudio        | Vélez del Burgo<br>2009 | Dávila<br>2010 | Polo et al.<br>2009 | Datos<br>propios |
|----------------------------|------------------------|-------------------------|----------------|---------------------|------------------|
| <i>Anchusa azurea</i>      | Cantoblanco-UAM        | 2.090                   | -              | -                   | -                |
|                            | Cadalso de los Vidrios | -                       | -              | -                   | 1.061            |
|                            | Villar del Olmo        | -                       | -              | -                   | 5.907            |
| <i>Chondrilla juncea</i>   | Cantoblanco-UAM        | 11.197                  | -              | -                   | 8.779            |
| <i>Cichorium intybus</i>   | Cantoblanco-UAM        | 3.634                   | -              | -                   | 2.914            |
| <i>Foeniculum vulgare</i>  | Cantoblanco-UAM        | 2.993                   | -              | -                   | 2.150            |
| <i>Papaver rhoeas</i>      | Cantoblanco-UAM        | 1.558                   | -              | -                   | 8.368            |
| <i>Rumex papillaris</i> *  | Cantoblanco-UAM        | 1.517                   | -              | -                   | -                |
|                            | Cadalso de los Vidrios | -                       | -              | -                   | 3.857            |
|                            | Valdemanco             | -                       | -              | -                   | 5.773            |
| <i>Rumex pulcher</i> *     | Cantoblanco-UAM        | 2.232                   | -              | -                   | 3.593            |
| <i>Silybum marianum</i>    | Cantoblanco-UAM        | 886                     | -              | -                   | 2.186            |
| <i>Scolymus hispanicus</i> | Cantoblanco-UAM        | 1.266                   | -              | -                   | 542              |
|                            | Fuentidueña de Tajo    | -                       | -              | -                   | 537              |
|                            | Brea de Tajo           | -                       | -              | 750                 | -                |
|                            | Canencia               | -                       | -              | 208                 | -                |
|                            | Cadalso de los Vidrios | -                       | 205            | -                   | 7.623            |
| <i>Silene vulgaris</i> *   | Villar del Olmo        | -                       | 1.741          | -                   | 5.821            |
|                            | Cantoblanco-UAM        | 1.984                   | -              | -                   | -                |
| <i>Sonchus oleraceus</i>   | Alcalá de Henares      | -                       | -              | -                   | 2.693            |
|                            | Cadalso de los Vidrios | -                       | -              | -                   | 4.077            |

Si comparamos los valores obtenidos para una misma especie en distintas localidades, comprobamos que la densidad de *Anchusa azurea* es mayor en zonas calcáreas (Villar del Olmo) que en zonas no calcáreas (Cadalso de los Vidrios y Cantoblanco). Esta planta crece indistintamente sobre ambos tipos de suelo, como muestran los datos, pero parece ser más abundante en zonas calcáreas. Por otro lado, *Sonchus oleraceus* es más abundante en las zonas agrícolas de Cadalso de los Vidrios y Alcalá de Henares que en los eriales de Cantoblanco, lo que posiblemente está relacionado con sus preferencias por suelos fértiles y frescos.

Entre las especies muestreadas en una misma localidad, podemos observar que los resultados obtenidos por Vélez del Burgo (2009) en Cantoblanco son parecidos a los nuestros en *Chondrilla juncea*, *Cichorium intybus*, *Foeniculum vulgare* y *Rumex pulcher*. En cambio, las diferencias de densidad son importantes en *Papaver rhoeas*, *Silybum marianum* y *Scolymus hispanicus* entre ambos estudios. De manera similar, nuestras estimaciones de *Silene vulgaris* en Cadalso de los Vidrios y Villar del Olmo son considerablemente superiores a las obtenidas en las mismas localidades por Dávila (2010).

Posiblemente esto es debido a dos razones. Por un lado, a diferencias en la metodología y la escala del muestreo entre los estudios. En los trabajos de Vélez del Burgo (2009) y Dávila (2010), la densidad de verduras silvestres se ha estimado en todo el hábitat potencial de las especies incluido en las zonas de estudio, y en el estudio de Polo et al. (2009) y en el nuestro, sólo en el área de ocupación real de las especies, por lo que cabría esperar unos valores más altos. Por otro lado, las diferencias también pueden ser debidas a que el área muestreada en la misma localidad es distinta en cada estudio, aunque se solapen algunas zonas. Esto podría indicar que, incluso en una misma localidad, la densidad de verduras silvestres puede oscilar mucho según las zonas en las que se realice el muestreo, como consecuencia de la heterogeneidad espacial de los paisajes en mosaico donde crecen estas plantas.

Finalmente, es importante señalar que en este trabajo se ha estimado la abundancia relativa de las especies (en términos de densidad o cobertura) y no su abundancia total. En algunas ocasiones, los valores de abundancia relativa podrían dar la falsa impresión de que una especie es abundante en el territorio, cuando en realidad está presente sólo en pequeños parches de hábitat donde es muy prolífica. Por ejemplo, según nuestros resultados, *Montia fontana* y *Allium ampeloprasum* son muy abundantes en los lugares donde habitan (Figura 9.6 y 9.7). Es decir, que pueden recolectarse grandes cantidades de corujas en los arroyos y zonas encharcadas donde crecen, pero estos ecosistemas acuáticos ocupan una superficie proporcionalmente pequeña en relación a la superficie total de un territorio. *Allium ampeloprasum* crece en terrenos baldíos y bordes de camino, como el resto de verduras silvestres estudiadas, pero prefiere los suelos frescos y con materia orgánica, por lo que otras especies con requerimientos ecológicos más amplios tendrán una presencia más relevante en el territorio.

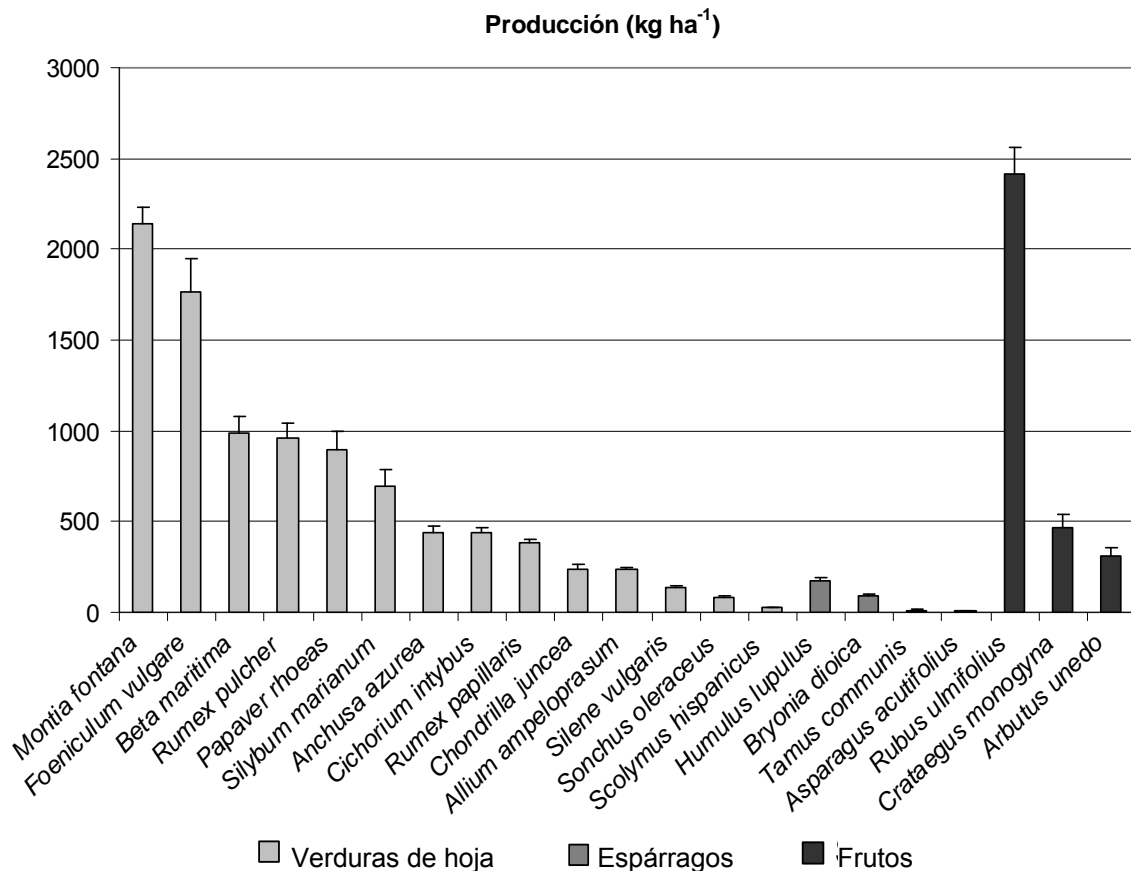
El caso contrario puede observarse en *Scolymus hispanicus*. Según los resultados obtenidos por Vélez del Burgo (2009), el cardillo presenta una distribución continua en las 154 ha muestreadas en Cantoblanco, y su densidad es de 1.266 individuos  $\text{ha}^{-1}$ . Su abundancia total en esta zona asciende a 194.984 individuos. En cambio, otras especies de densidad parecida o mayor, como *Papaver rhoeas* y *Anchusa azurea* (Tabla 9.1), presentan una distribución discontinua y sólo están presentes en 2,3 y 2,8 ha, respectivamente. Como consecuencia, su abundancia total es hasta 30-50 veces inferior que la del cardillo (3.615 y 5.859 individuos, respectivamente). También es muy pequeña el área de ocupación de *Silybum marianum* en Cantoblanco. El estudio de Vélez del Burgo (2009) indica que al menos en el año 2008 sólo estaba presente en 0,6 ha. Por lo tanto, aunque su densidad es alta, no se trata de un recurso alimentario relevante en esta zona.

Desde un punto de vista práctico, el esfuerzo de recolección es menor en las especies que presentan una densidad o cobertura elevada, como *Montia fontana* y *Allium ampeloprasum*. Sin embargo, otras especies con una distribución más dispersa, como *Scolymus hispanicus*, también pueden llegar a ser un recurso alimentario relevante si su presencia en el territorio es amplia. Este aspecto es importante de cara a su aprovechamiento sostenible y merece recibir más atención en futuros trabajos.

### 9.1.3. Producción por hectárea

Los valores medios totales de producción por hectárea se presentan en la Figura 9.8 y pueden consultarse en el Anexo 1 (Tabla A1.5). Las especies más productivas, por categorías de uso, han sido *Montia fontana* (2.138  $\text{kg ha}^{-1}$ ) entre las verduras de hoja, *Humulus lupulus* (174  $\text{kg ha}^{-1}$ ) entre los espárragos y *Rubus ulmifolius* (2.416  $\text{kg ha}^{-1}$ ) entre los frutos. Otras especies que destacaron por presentar una producción elevada fueron *Foeniculum vulgare* (1.762  $\text{kg ha}^{-1}$ ) y *Beta maritima*, *Rumex pulcher*, *Papaver rhoeas* y *Silybum marianum* (700-1.000  $\text{kg ha}^{-1}$ ), todas ellas verduras de hoja. La producción del resto de las especies fue inferior a 500  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Como se ha comentado en el apartado anterior, a la hora de comparar el rango de producción de las especies, es importante resaltar que la producción se ha expresado en relación al área de ocupación de cada planta (zonas ruderales, forestales o acuáticas) y que la escala a la que hacen referencia los resultados es heterogénea. Es decir, que los datos presentados en la Figura 9.8 reflejan la disponibilidad real de las especies en sus condiciones óptimas de crecimiento, y no su mayor o menor representatividad en un determinado paisaje.



**Figura 9.8** Producción por hectárea (y error típico) de verduras de hoja, espárragos y frutos carnosos, por categorías y en orden descendente de producción.

Uno de los resultados más destacables es que la especie de mayor producción entre las verduras de hoja fue una planta acuática (*Montia fontana*). En la otra especie acuática seleccionada (*Apium nodiflorum*) no pudo estimarse la producción por hectárea, puesto que fue eliminada de las zonas de muestreo por el empleo de herbicidas para limpiar las regueras. No obstante, ambas especies obtuvieron una producción por planta elevada, de acuerdo con los datos presentados en la Figura 9.2. Como señala Turner et al. (2011), los ambientes acuáticos, aunque ocupan una superficie proporcionalmente pequeña en relación a la superficie total de un territorio, son ecosistemas por lo general ricos en plantas silvestres comestibles y particularmente productivos, coincidiendo con nuestros resultados.

También son muy productivos los ambientes antropizados, cuya representatividad en el paisaje suele ser mayor, y en los que pueden recolectarse numerosas verduras silvestres. Aunque en este trabajo no hemos estimado la capacidad productiva de cada ambiente por separado (zonas agrícolas, herbazales, pastos, encinares, pinares, bosques de ribera, etc.), hemos podido comprobar que existe una clara separación entre los distintos tipos de alimento que pueden encontrarse en distintos ecosistemas y la disponibilidad estacional de estos alimentos. Así, los ecosistemas más modelados por la

actividad humana (zonas agrícolas, herbazales, pastos, etc.) son ricos en especies ruderales y por tanto en verduras silvestres, cuya disponibilidad se concentra sobre todo en los meses de primavera (abril-mayo). Por otro lado, los espárragos y los frutos silvestres están presentes fundamentalmente en formaciones forestales, orla espinosa de bosques y arroyos, y en las lindes arboladas de separación entre fincas. Los espárragos se recolectan también en primavera, mientras que la recolección de frutos se concentra a principios del otoño (septiembre-octubre), o finales (noviembre) en el caso de *Arbutus unedo*.

La gran importancia cultural de las especies que crecen en zonas antropizadas es un resultado general en los estudios etnobotánicos (Tardío et al. 2006). Como indican algunos autores, esto podría estar relacionado con que son los ambientes más cercanos a los núcleos de población, por lo que las plantas que crecen en estas zonas son un recurso más accesible y utilizado (Signorini et al. 2009). No obstante, en otros lugares como en Shaanxi, China, se ha documentado que casi la mitad de las verduras silvestres recolectadas proceden de zonas forestales (Kang et al. 2012). Por otro lado, existen algunas diferencias regionales entre las categorías de alimentos silvestres con mayor relevancia cultural en España. Según el análisis realizado por Tardío & Pardo-de-Santayana (2014, en prensa), las verduras silvestres constituyen la categoría más importante entre los alimentos silvestres registrados en el centro, sur y este peninsular. En cambio, en el norte peninsular son más importantes las especies incluidas en la categoría de frutos, coincidiendo con los resultados obtenidos en otros trabajos (Menendez-Baceta et al. 2012). Esto parece estar relacionado con las condiciones ambientales: en las zonas de clima más seco hay un periodo de escasez estacional de verduras cultivadas (finales de invierno y principio de primavera) que coincide con la época en la que son más abundantes las verduras silvestres, mientras que en los climas más húmedos y templados, los huertos producen todo el año, y las verduras silvestres no son tan valoradas (Aceituno 2010).

También es llamativo que muchas de las especies más apreciadas culturalmente, como *Scolymus hispanicus*, *Silene vulgaris*, *Asparagus acutifolius* y *Tamus communis* (Tardío et al. 2006), presentaron una producción por hectárea muy baja (Figura 9.8). Ya hemos comentado que la producción final de *Silene vulgaris* podría aumentar si se recolectan varias veces consecutivas los mismos ejemplares. También podrían ser superiores los valores de producción de espárragos de *Tamus communis*. Como nos indicó un informante, se pueden realizar dos o tres recolecciones en la misma zona a lo largo de la temporada. En cualquier caso, aunque se puedan duplicar o incluso triplicar los valores obtenidos en estas dos especies, su disponibilidad sigue siendo proporcionalmente baja en comparación con el resto de las especies estudiadas.

De acuerdo con la teoría de *optimal foraging*, aplicada a nuestro trabajo, cabría esperar que las especies más disponibles en el entorno y con mayor producción sean las más valoradas y recolectadas, puesto que se minimiza el tiempo y la energía invertida (Taboada & Albuquerque 2012). Sin embargo, nuestros resultados ponen de manifiesto que las especies más productivas no son necesariamente las más valoradas.

En un estudio comparativo sobre la etnoflora alimentaria de seis regiones del noroeste peninsular, Pardo-de-Santayana et al. (2007) señalan que algunas especies, como *Foeniculum vulgare*, *Byonia dioica* y *Crataegus monogyna*, no son apreciadas ni consumidas en algunas de estas regiones, a pesar de estar presentes en todas ellas. Como indican varios autores, ningún grupo social clasifica como alimento todo el potencial de recursos comestibles que le son accesibles (Contreras 1993; Turner et al. 2011), puesto que las preferencias y aversiones alimentarias dependen de factores sociales, económicos, históricos y culturales (Ghirardini et al. 2007; Pardo-de-Santayana et al. 2007). De manera similar podemos asumir que las especies más recolectadas serán las que tengan más valor para la comunidad, independientemente de su mayor o menor producción. Esto no excluye la posibilidad de que la cantidad de recurso disponible pueda influir en su valoración cultural. Por ejemplo, el hecho de que una planta sea más escasa o difícil de recolectar, puede convertirla en un recurso más valorado.

Según la bibliografía consultada, la producción de *Silybum marianum*, *Anchusa azurea*, *Cichorium intybus* y *Rumex papillaris* (380-700 kg ha<sup>-1</sup>) es similar a la de otras verduras silvestres como *Brassica rapa* (600 kg ha<sup>-1</sup>), *Calandrinia micrantha* (400 kg ha<sup>-1</sup>), *Chenopodium berlandieri* (700 kg ha<sup>-1</sup>) y *Malva parviflora* (400 kg ha<sup>-1</sup>), cuya producción ha sido estimada en Tlaxcala, Méjico (González-Amaro et al. 2009). Sin embargo, la producción de *Montia perfoliata* (citada como *Claytonia perfoliata*) estimada en Bariloche, Argentina, es notablemente superior (11.000 kg ha<sup>-1</sup>) a la obtenida en este trabajo para *Montia fontana* (2.138 kg ha<sup>-1</sup>). Esto es debido a que la producción de *M. perfoliata* calculada por Díaz-Betancourt et al. (1999), se obtuvo realizando tres cortes consecutivos en vez de un único corte, y a las diferencias morfológicas entre especies. Las hojas de *M. fontana* son más pequeñas (0,03-0,2 cm de longitud) que las de *M. perfoliata* (0,5-4 cm), y evidentemente su producción es menor.

Entre los frutos silvestres, la producción de *Arbutus unedo* (308 kg ha<sup>-1</sup>) y *Crataegus monogyna* (467 kg ha<sup>-1</sup>) estimada en este trabajo se encuentra en un rango similar a la de *Berberis buxifolia* (280 kg ha<sup>-1</sup>) en Bariloche (Ladio & Rapoport 2005), mientras que la producción de *Rubus ulmifolius* (2.416 kg ha<sup>-1</sup>) es parecida a la de *Rosa rubiginosa* (2.000 kg ha<sup>-1</sup>) y superior a la de *Prunus serotina* (1.440 kg ha<sup>-1</sup>), registrada por los mismos autores.

La producción de otros frutos carnosos, como los de *Empetrum nigrum* (6,5-12,4 kg ha<sup>-1</sup>) y las especies del género *Vaccinium*, entre ellas *V. myrtillus* (22,3 kg ha<sup>-1</sup>), *V. oxycoccos* (2 kg ha<sup>-1</sup>), *V. microcarpon* (1,3 kg ha<sup>-1</sup>) y *V. uliginosum* (0,7 kg ha<sup>-1</sup>), es notablemente inferior, según los trabajos realizados por Turtiainen et al. (2011), Raatikainen et al. (1984) y Murray et al. (2005) en Finlandia y Canadá. También es más baja la producción de *Rubus chamaemorus* (1-12,3 kg ha<sup>-1</sup>) y *R. idaeus* (0,2 kg ha<sup>-1</sup>) que indican estos autores, en comparación con nuestras estimaciones de *R. ulmifolius*.

Aunque la producción depende de las características propias de cada especie y de las condiciones climáticas y ecológicas locales, debe tenerse en cuenta que los resultados de estos estudios no siempre son comparables entre sí, debido a diferencias en la metodología y la escala del muestreo. En algunos casos es destacable la gran variabilidad registrada para una misma especie en dos trabajos independientes. Por ejemplo, en Méjico se ha estimado que la producción de *Amaranthus hybridus* y *Portulaca oleracea* en Santiago Quiotepec es de 45 y 4,6 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Pérez-Negrón & Casas 2007), mientras que los valores registrados en Tlaxcala son de 3.000 kg ha<sup>-1</sup> para *Amaranthus hybridus* (González-Amaro et al. 2009) y en Coatepec de 24-415 kg ha<sup>-1</sup> para *Portulaca oleracea* (Díaz-Betancourt et al. 1999). Estas oscilaciones reflejan una gran heterogeneidad espacial en la disponibilidad de estas dos especies anuales, parte de la cual podría ser debida a la escala de muestreo de cada trabajo.

Según los ensayos de cultivo realizados en plantas silvestres comestibles, su producción asciende a 2,6-4,0 t ha<sup>-1</sup> de *Allium ampeloprasum* (Casco 2000), 9 t ha<sup>-1</sup> de *Allium schoenoprasum* en cultivo hidropónico (Sportelli 2003), 0,7-1,6 t ha<sup>-1</sup> (8-6 cortes) de *Asparagus acutifolius* (Benincasa et al. 2007; Rosati et al. 2005), 1,7 t ha<sup>-1</sup> (1 corte) de *Chondrilla juncea* y 7 t ha<sup>-1</sup> (2 cortes) de *Cichorium intybus* (Molina et al. 2015, en prensa), 18-38 t ha<sup>-1</sup> (1 corte) de *Portulaca oleracea* en cultivo hidropónico (Cros et al. 2007; Franco et al. 2011), 2 t ha<sup>-1</sup> (1 corte) en *Rumex acetosa* (Casco 2000), 4,9 t ha<sup>-1</sup> (1,8 cortes) en *Rumex pulcher* y 6,2 t ha<sup>-1</sup> (1 corte) en *Scolymus hispanicus* (Molina et al. 2015, en prensa). En algunas especies, como *Silene vulgaris*, los resultados son muy variables dependiendo de las condiciones de cultivo y del número de cortes realizados. En Albacete se han obtenido 34 t ha<sup>-1</sup> de *Silene vulgaris* realizando 8 cortes al año (Fernández & López 2005), en Murcia 3,8-4,8 t ha<sup>-1</sup> (Arreola et al. 2004) y 7-18 t ha<sup>-1</sup> en cultivo hidropónico (Egea-Gilabert et al. 2013), realizando en ambos casos un único corte, y en Madrid 6,7 t ha<sup>-1</sup> realizando 2,5 cortes (Molina et al. 2015, en prensa).

Los datos no son comparables con nuestros resultados porque las densidades de cultivo son obviamente superiores que su disponibilidad natural en un territorio. Además, como ya hemos comentado, las condiciones de cultivo (suelo arado, disponibilidad hídrica, eliminación de especies competidoras, etc.) y la realización de varios cortes consecutivos en algunas especies, incrementa su producción por planta. No obstante, las plantas silvestres comestibles estudiadas son por lo general especies comunes de amplia distribución. Según los resultados de este trabajo, pueden recolectarse cantidades importantes de verduras, espárragos y frutos en los lugares donde crecen, lo que demuestra que la recolección de especies silvestres es una fuente relevante de obtención de alimento.

Para hacernos una idea más realista de la cantidad de alimentos silvestres disponibles en un territorio, podemos utilizar los resultados obtenidos por Dávila (2010), Polo et al. (2009) y Vélez del Burgo (2009), en los que se estima el número total de individuos de cada especie, y combinarlos con nuestros resultados de producción por planta.



A partir de fotointerpretación, Dávila (2010) calcula que el hábitat potencial de la colleja (bordes de camino y cultivos) representa el 1,54% de la superficie total de Villar del Olmo, cuya extensión es de 27,6 km<sup>2</sup>, y el 0,85% de Cadalso de los Vidrios (47,6 km<sup>2</sup>). Según la producción media total de collejas obtenida en nuestro trabajo (20,4 g por cuadrado), la cantidad disponible en estos municipios es de 1,5 y 0,17 t de collejas, respectivamente. En este caso, a pesar de que el término municipal de Villar del Olmo es más pequeño, la naturaleza caliza del terreno y su vocación agrícola (el 47% de la superficie total del término municipal está dedicada a la agricultura frente al 28% en Cadalso de los Vidrios) propiciaron una mayor producción de *Silene vulgaris*.

De manera similar podemos estimar la cantidad de cardillos presentes en Brea de Tajo (44,3 km<sup>2</sup>) y Canencia (53,5 km<sup>2</sup>), utilizando los resultados obtenidos por Polo et al. (2009), que calculó la abundancia total de cardillos en un radio de 2 km en torno a los núcleos urbanos. *Scolymus hispanicus* está presente en 0,85 ha (antiguas zonas de cultivo) en Brea de Tajo y 7,60 ha en Canencia (pastos frecuentados por el ganado). Según la producción media total de cardillos obtenida en nuestro trabajo (52,7 g planta<sup>-1</sup> de pencas ya peladas), pueden obtenerse 0,03 y 0,08 t de cardillos, respectivamente.

Los resultados de Vélez del Burgo (2009) nos permiten calcular la cantidad total de verduras silvestres disponibles en Cantoblanco, en los terrenos incultos situados en los alrededores de la Universidad Autónoma de Madrid, que comprenden 154 ha. En la Tabla 9.2 se indica la superficie ocupada por cada especie y el número total de individuos registrado por Vélez del Burgo (2009). Según los valores medios de producción por planta obtenidos en nuestro trabajo (ver Anexo 1), pueden recolectarse entre 0,2-73 t de cada especie. Esto significa que pueden obtenerse al menos 170 t de verduras silvestres, sumando la producción de las diez especies que aparecen en la Tabla 9.2. Esto demuestra que las verduras silvestres son un recurso alimentario importante en zonas antropizadas.

**Tabla 9.2** Producción (toneladas) de verduras de hoja en Cantoblanco, estimado a partir del número total de individuos de cada especie, según los resultados de Vélez del Burgo (2009) y del peso medio por planta obtenido en este trabajo (ver Anexo 1).

| Especie                    | Superficie ocupada (ha) | Nº total de individuos o cuadrados <sup>1</sup> | Producción total (t) |
|----------------------------|-------------------------|---|----------------------|
| <i>Anchusa azurea</i>      | 2,8                     | 5.859   | 0,7                  |
| <i>Chondrilla juncea</i>   | 154                     | 1.724.303                                       | 52                   |
| <i>Cichorium intybus</i>   | 154                     | 559.605   | 73                   |
| <i>Foeniculum vulgare</i>  | 24,5                    | 73.369  | 19                   |
| <i>Papaver rhoeas</i>      | 2,3                     | 3.615   | 0,2                  |
| <i>Rumex papillaris</i> *  | 3                       | 4.781   | 0,4                  |
| <i>Rumex pulcher</i> *     | 30                      | 66.801  | 6,6                  |
| <i>Scolymus hispanicus</i> | 154                     | 194.984   | 10                   |
| <i>Silybum marianum</i>    | 0,6                     | 545   | 0,1                  |
| <i>Sonchus oleraceus</i>   | 154                     | 305.516   | 8,6                  |

<sup>1</sup> nº de cuadrados de 20 x 20 cm en las especies clonales, señaladas con un asterisco.

En cambio, en el Monte de Valdelatas, situado a continuación de los terrenos incultos de Cantoblanco, los alimentos silvestres disponibles son muy diferentes. Según el catálogo florístico de flora vascular de este enclave (Génova 1989), que abarca unas 290 ha, pueden recolectarse fundamentalmente bellotas (de *Quercus ilex* y en menor medida de *Quercus faginea*), brotes tiernos o espárragos de *Asparagus acutifolius* y, en ambientes con cierta humedad, los de *Bryonia dioica*, *Humulus lupulus*, *Rosa* sp. y *Rubus ulmifolius*, frutos carnosos de *Crataegus monogyna*, *Rosa* sp. y *Rubus ulmifolius* en las formaciones espinosas que se desarrollan en las vaguadas, y piñones (*Pinus pinea*) en algunas zonas repobladas con pinar. También pueden encontrarse algunas verduras silvestres en zonas abiertas ruderalizadas y en los cursos de agua. Aunque hemos estimado la producción por hectárea de algunas de estas especies, no disponemos de datos suficientes para calcular la cantidad total de alimentos silvestres que pueden recolectarse en esta zona.

En el caso de *Arbutus unedo*, podemos estimar la cantidad de frutos disponible en un bosque esclerófilo mediterráneo de *Quercus suber*. Según los resultados obtenidos en Salorino (Cáceres), la cantidad de madroños disponibles en 120 ha situadas en la ladera norte de la Sierra de San Pedro asciende a 65 t de frutos. En estas condiciones ambientales óptimas para el madroño, su presencia es muy abundante en el sotobosque del alcornocal, donde constituye un recurso alimentario muy importante.

## 9.2. Variabilidad entre localidades y años

En mayor o menor medida, todas las especies estudiadas han mostrado variabilidad entre localidades y/o años en su producción por planta, abundancia y producción por hectárea, como se ha comentado en cada capítulo. Esto pone de manifiesto la necesidad de muestrear en diferentes lugares y años para obtener unos valores medios representativos de cada especie a escala regional.

Son muchos los factores que han podido influir en estas diferencias, y posiblemente la interacción de todos ellos es la que determina en último término la cantidad disponible de recursos silvestres en un territorio. El clima, la altitud, la topografía, el tipo de suelo, etc. son factores fundamentales en la producción de los vegetales (Sitte et al. 2003). Un determinado ambiente puede mostrar unas condiciones mejores para el desarrollo de una especie que otro –según sus requerimientos ecológicos–, y su crecimiento y fenología estarán marcados por las condiciones meteorológicas de cada año (precipitación, temperatura, etc.). A su vez, la distribución y abundancia de las especies es producto de factores físicos del ambiente, de las interacciones con otras especies (competidores, predadores, etc.) y de factores históricos (Sitte et al. 2003).

Para comparar de forma más cómoda los valores medios obtenidos en las distintas localidades y/o años, hemos calculado la ratio entre el mayor y el menor de dichos valores, lo que es equivalente al número de veces que el mayor valor supera al menor (p. ej. ratio 1 indica que una especie obtuvo una producción similar en las dos localidades y/o años de estudio, y ratio 2 que la producción fue el doble). De esta forma podemos evaluar la magnitud de estas oscilaciones.

Así, la influencia de los factores ambientales parece observarse con claridad en algunas especies. Por ejemplo, aunque los ejemplares de *Rumex papillaris* se recolectaron un mes después en Valdemanco (1.140 m) que en Cadalso de los Vidrios (780 m), la producción por planta obtenida en esta segunda localidad fue 2-2,5 veces mayor (ratio 2-2,5), posiblemente como consecuencia del riguroso clima de montaña de la primera. Sin embargo, en *Montia fontana*, la producción fue superior en la localidad más montañosa (Puerto de la Morcuera) con respecto a la alcanzada en Ituero y Lama (ratio 1,5-2). Diversos factores, como el régimen hídrico de los arroyos y la pluviometría local (1.350 y 480 mm anuales, respectivamente) han podido influir sobre la producción de esta planta acuática. En comparación con los valores obtenidos en el Monte de Valdelatas, la producción de espárragos de *Asparagus acutifolius* se duplicó en el Soto del Henares y la de *Bryonia dioica* se triplicó. Esto puede ser debido a las condiciones favorables de fertilidad y humedad edáfica de la vega del río Henares. Igualmente, la ratio entre la producción de frutos de *Rubus ulmifolius* en Tielmes y en el Monte de Valdelatas estuvo entre 1,3-1,9.

En relación a las variaciones anuales, se detectó un descenso general de la producción en 2008 en varias verduras de hoja como *Beta maritima*, *Cichorium intybus*, *Foeniculum vulgare*, *Silene vulgaris*, *Silybum marianum* y *Taraxacum obovatum*, coincidiendo con una primavera más seca. En estas especies, la producción obtenida en 2007 fue entre 1,3-1,9 veces superior a la de 2008, y hasta 2,6 veces superior en *Beta maritima* y *Taraxacum obovatum*.

De manera similar se observaron diferencias entre localidades y años en la abundancia de las especies. *Papaver rhoeas* presentó un mayor número de individuos  $\text{ha}^{-1}$  en los terrenos agrícolas de El Encín, en comparación con su densidad en herbazales y eriales de Cantoblanco (ratio 1,6-2,5). También mostraron fluctuaciones importantes de densidad entre localidades *Allium ampeloprasum*, *Beta maritima*, *Bryonia dioica*, *Crataegus monogyna* y *Sonchus oleraceus* (ratio 2-2,5), y *Anchusa azurea*, *Asparagus acutifolius*, *Foeniculum vulgare* y *Rumex pulcher* (ratio 4-5,5). Obviamente la densidad de *Arbutus unedo* en Salorino fue notablemente superior a la estimada en San Martín de Valdeiglesias (28 veces mayor), donde sólo podemos encontrar pequeñas poblaciones de madroño refugiadas en los enclaves más termófilos y protegidos del riguroso clima continental.

Por otro lado, en las especies anuales es habitual que su densidad fluctúe entre años. Sus semillas pueden permanecer en estado de latencia durante largos periodos de tiempo y germinar cuando las condiciones ambientales sean adecuadas, lo que explicaría que haya grandes explosiones demográficas algunos años (Booth et al. 2003). Esto se observa claramente en *Silybum marianum*, cuya densidad en El Encín en 2009 fue siete veces superior a los valores registrados en 2008 en la misma zona.

No obstante, pese a la notable influencia que las condiciones locales han podido ejercer en la producción y abundancia de las plantas silvestres comestibles, no todas las especies se vieron afectadas por igual bajo las mismas circunstancias ambientales. Por ejemplo, de las cuatro verduras de hoja que se muestrearon en El Encín y Cantoblanco, la producción por planta de *Papaver rhoeas* y *Rumex pulcher* fue superior en la primera zona (ratio 1,1-1,4) y la de *Cichorium intybus* y *Silybum marianum* en la segunda (ratio 2-2,8 y 1,1-1,4, respectivamente), aunque las diferencias no fueron significativas en todos los casos. Por otro lado, frente a la tendencia general de descenso de la producción en el año 2008 en las verduras de hoja, la producción por individuo de algunas especies anuales, como *Papaver rhoeas*, fue 1,8-3,2 veces superior en 2008 en comparación con los resultados obtenidos en 2007.

También se observaron tendencias diferentes en el peso medio de los espárragos. En *Bryonia dioica* y *Humulus lupulus* el peso medio de los espárragos fue mayor en 2008 en ambas localidades, mientras que en *Asparagus acutifolius* y *Tamus communis* aumentó en 2009, aunque en todos los casos las diferencias entre años fueron pequeñas (ratio 1,1-1,6).

Otras especies, por el contrario, mostraron una producción y/o abundancia más constante. Por ejemplo, la producción por individuo de *Sonchus oleraceus* fue similar en las zonas agrícolas muestreadas en El Encín (suelos con alto contenido de caliza) y Cadalso de los Vidrios (suelos no calcáreos), con una ratio de tan sólo 1,1-1,2. La misma observación puede aplicarse a los resultados de producción por planta de *Taraxacum obovatum* estimados en Villar del Olmo y Cantoblanco (ratio 1,1-1,2). Aunque las dos plantas son indiferentes al sustrato, cabría esperar que estas diferencias hubieran afectado en mayor medida a su producción. Igualmente, las diferencias en la litología y los usos del suelo de las zonas muestreadas en Cantoblanco (arcosas; erial) y Fuentidueña de Tajo (margas yesíferas; bordes de cultivo y barbechos), no repercutieron en la densidad de *Scolymus hispanicus*, que fue similar en ambas zonas (542 y 537 individuos ha<sup>-1</sup>; ratio 1,0).

Respecto a la estabilidad entre años, la producción por planta de *Rumex papillaris* y *Rumex pulcher* se mantuvo constante los dos años de muestreo 2007 y 2008 (ratio 1,1). A diferencia de *Silybum marianum*, las especies anuales *Papaver rhoeas* y *Sonchus oleraceus* no mostraron oscilaciones muy grandes de densidad entre los años 2008 y 2009 (ratio 1,1-1,7). Tampoco se detectaron diferencias significativas en la producción anual de frutos de *Crataegus monogyna* (ratio 1,1-1,3), pese a la gran variación térmica y pluviométrica entre los años 2008 y 2009.

Estos ejemplos ponen de manifiesto que también hay una serie de factores intrínsecos, relacionados con las características ecológicas y fisiológicas propias de cada planta, que determinan su mayor o menor capacidad de adaptación a un determinado ambiente (Sitte et al. 2003), y por tanto su producción y abundancia local.

La variabilidad de estos dos factores (producción y abundancia) queda reflejada en su disponibilidad total ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Así, las oscilaciones más acusadas entre localidades y/o años en la producción media por hectárea se obtuvieron en *Foeniculum vulgare*, *Chondrilla juncea*, *Anchusa azurea*, *Rumex pulcher*, *Papaver rhoeas* y *Silybum marianum* (ratio 5-10), seguidas de *Beta maritima*, *Scolymus hispanicus*, *Crataegus monogyna*, *Tamus communis*, *Cichorium intybus*, *Allium ampeloprasum*, *Bryonia dioica*, *Asparagus acutifolius*, *Montia fontana*, *Silene vulgaris* y *Sonchus oleraceus* (ratio 2-5), y en último lugar *Rubus ulmifolius*, *Humulus lupulus* y *Rumex papillaris* (ratio 1,7-1,8).

La especie que mostró mayor variación fue *Arbutus unedo*, en la que se registró una producción considerablemente superior en Salorino en comparación con San Martín de Valdeiglesias (7,7 veces mayor en 2007 y hasta 27,7 veces mayor en 2008), principalmente como consecuencia de las diferencias de densidad mencionadas anteriormente. En San Martín de Valdeiglesias la producción disminuyó drásticamente en 2008, y por eso las diferencias entre localidades son más acentuadas este año. Posiblemente esto es debido a que, en ambientes de clima continental, la fenología del madroño y su producción están muy condicionadas por las condiciones meteorológicas anuales.

Excluyendo este caso, la magnitud global de las oscilaciones observadas en la producción por hectárea entre localidades y años, presentó una ratio promedio de 3,7 entre el valor medio mayor y menor. Esta ratio no es muy alta si tenemos en cuenta que en otros trabajos estiman que la producción de frutos de *Vaccinium myrtillus* y *V. vitis-idaea* en Finlandia puede aumentar o disminuir 1,5-2 veces respecto a los valores medios obtenidos durante un periodo de más de diez años (1997-2008) utilizando información de los inventarios forestales de todo el país, con datos de 40-150 zonas por año (Turtiainen et al. 2011). En nuestro caso, con un tamaño muestral mucho más pequeño, hemos calculado que la producción por hectárea puede fluctuar  $\pm 2,5$  veces entre localidades y  $\pm 1,8$  veces entre años (media total  $\pm 2,2$ ) respecto al valor medio total de cada especie, lo que sugiere que las plantas silvestres comestibles son un recurso relativamente estable.

Finalmente, es importante señalar que las variaciones observadas entre localidades y años dependen de la variabilidad natural del rasgo que se mida. Debe tenerse en cuenta que si los valores obtenidos en una misma localidad y año han sido muy heterogéneos, y por tanto presentan una varianza elevada, pequeñas variaciones en los valores medios no resultan estadísticamente significativas. Por el contrario, si los datos son muy homogéneos, con valores bajos de varianza, pequeñas oscilaciones en los valores medios alcanzarán significación estadística. La variabilidad intrínseca de las variables 'producción por planta' y 'abundancia' puede analizarse mediante el coeficiente de

variación (CV), que se muestra en la Tabla 9.3. Al ser una medida independiente de la escala, es posible comparar los resultados de todas las especies entre sí, y analizar el peso relativo de estas dos variables en la cantidad final de recurso disponible.

Como puede observarse en la Tabla 9.3, la producción por planta es más estable ( $CV \leq 100\%$ ) –y por ello más predecible– en las especies en las que se aprovechan sus órganos vegetativos (verduras de hoja y espárragos) que en aquellas en las que la parte comestible procede de sus estructuras reproductivas (frutos;  $CV > 100\%$ ).

Coincidiendo con las observaciones hechas en apartados anteriores, las verduras de hoja y espárragos con una producción por planta más homogénea ( $CV \leq 50\%$ ) han sido las plantas acuáticas (*Apium nodiflorum* y *Montia fontana*), las especies clonales (*Rumex papillaris*, *Rumex pulcher*, *Silene vulgaris* y *Humulus lupulus*) y otras especies vivaces como *Taraxacum obovatum*. En cambio, las especies de mayor variabilidad ( $CV 90-100\%$ ) han sido las especies anuales (*Papaver rhoeas*, *Silybum marianum* y *Sonchus oleraceus*), junto con *Scolymus hispanicus* y *Asparagus acutifolius*.

**Tabla 9.3** Coeficiente de variación (CV) de las variables ‘producción por planta’ y ‘abundancia’.

|                           | Especie                      | CV (%)                | CV (%)     |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------|------------|
|                           |                              | Producción por planta | Abundancia |
| Verduras de hoja          | <i>Allium ampeloprasum</i>   | 59                    | 135        |
|                           | <i>Anchusa azurea</i>        | 73                    | 106        |
|                           | <i>Apium nodiflorum</i>      | 39                    | N/D        |
|                           | <i>Beta maritima</i>         | 64                    | 121        |
|                           | <i>Chondrilla juncea</i>     | 64                    | 93         |
|                           | <i>Cichorium intybus</i>     | 63                    | 101        |
|                           | <i>Foeniculum vulgare</i>    | 66                    | 111        |
|                           | <i>Montia fontana</i>        | 35                    | 104        |
|                           | <i>Papaver rhoeas</i>        | 97                    | 94         |
|                           | <i>Rumex papillaris</i>      | 45                    | 148        |
|                           | <i>Rumex pulcher</i>         | 38                    | 119        |
|                           | <i>Scolymus hispanicus</i>   | 90                    | 160        |
|                           | <i>Silene vulgaris</i>       | 37                    | 82         |
|                           | <i>Silybum marianum</i>      | 93                    | 112        |
|                           | <i>Sonchus oleraceus</i>     | 92                    | 108        |
| <i>Taraxacum obovatum</i> | 39                           | N/D                   |            |
| Espárragos                | <i>Asparagus acutifolius</i> | 101                   | 197        |
|                           | <i>Bryonia dioica</i>        | 71                    | 149        |
|                           | <i>Humulus lupulus</i>       | 52                    | 60         |
|                           | <i>Tamus communis</i>        | N/D                   | N/D        |
| Frutos                    | <i>Arbutus unedo</i>         | 109                   | 159        |
|                           | <i>Crataegus monogyna</i>    | 133                   | 107        |
|                           | <i>Rubus ulmifolius</i>      | 139                   | 48         |

N/D = no disponible

Otro resultado relevante que se extrae de este análisis es que la mayoría de las especies han presentado una gran variabilidad en su abundancia (CV ~100%). Esto significa que el número de individuos registrados en los transectos (o su cobertura) ha sido muy variable, incluso en una misma localidad. Por lo tanto, el rango de oscilación en su producción por hectárea depende en mayor medida de esta variable. Las únicas especies que han presentado un CV bajo han sido *Humulus lupulus* (CV 60%) y *Rubus ulmifolius* (CV 48%). Estas dos plantas rizomatosas crecen en fondos de valle y en la orla espinosa de bosques y arroyos, siempre ligadas a zonas húmedas y frescas. Posiblemente por esta razón su abundancia ha sido más estable.

### 9.3. Influencia de la recolección en la producción y disponibilidad local

Con vistas al aprovechamiento sostenible de las especies, en este apartado se discute la influencia de la recolección en la producción de las plantas silvestres comestibles y en su disponibilidad local. Como indican los reglamentos de producción ecológica vegetal, en los que se incluyen normas para la recolección de plantas silvestres, “la recolección debe llevarse a cabo bajo unos criterios de conservación y protección del medio, excluyéndose los sistemas que favorezcan la erosión y el agotamiento del suelo o que perjudiquen la estabilidad del hábitat natural” (CAEM 2010; CE 2007). En este sentido, la recolección de las verduras de hoja, espárragos y frutos estudiados se realiza generalmente de forma manual, por lo que se trata de una actividad de bajo impacto (Thayer 2006). También puede emplearse navaja o tijeras y, en algunos casos, una azada para extraer la parte subterránea (*Allium ampeloprasum*) o sacar la roseta completa de los cardos (*Scolymus hispanicus* y *Silybum marianum*). Si se realiza con cuidado y respeto, esta actividad no supone una amenaza para “la conservación y protección del medio”.

En segundo lugar, los reglamentos y manuales sobre recolección sostenible indican que “la intensidad de la recolección debe limitarse a la capacidad de autoregeneración de las especies” (CAEM 2010; Müller 2009). El impacto de la recolección dependerá, por un lado, de la parte recolectada y de si en el proceso de recolección se arranca toda la planta (recolección destructiva) o no. Por otro lado, la capacidad de autoregeneración de las especies dependerá también de la tasa de recolección, en términos de frecuencia e intensidad. Es decir, de las cantidades recolectadas en relación al tamaño poblacional de las especies en un territorio.

Las verduras de hoja estudiadas son plantas ruderales de amplia distribución, de crecimiento rápido y con una capacidad de dispersión elevada, por lo que no presentan signos de ser muy sensibles a la recolección. Las especies anuales son tan prolíficas que generalmente se pueden recolectar sin restricción, ya que producen muchas semillas y se recuperan muy rápido (Thayer 2006). Las especies vivaces, si se recolectan con cuidado de no dañar la raíz, vuelven a brotar de nuevo al año siguiente. Además, muchas de ellas se recuperan con facilidad tras la recolección y en la misma temporada pueden continuar su desarrollo hasta la floración (Casco 2000). Evidentemente, un manejo intensivo y una recolección reiterada de los mismos ejemplares acabarían

agotando las reservas de la planta e impidiendo la producción de semillas. Esta situación podría darse en las especies de mayor aprecio cultural, en las zonas que son visitadas asiduamente por recolectores. Las especies más susceptibles son aquellas de distribución reducida, especialmente las que no se propagan vegetativamente y su único mecanismo de reproducción es sexual, o las especies en las que se recolecta la parte subterránea (Thayer 2006). En nuestro caso, las verduras que podrían ser más sensibles a la recolección son *Scolymus hispanicus*, por su baja densidad poblacional, y *Allium ampeloprasum*, por la extracción del bulbo.

Casco (2000) señala al respecto que en Cáceres, en las zonas donde está arraigado el consumo de cardillos y se practica una recolección masiva, no se han observado signos de alarma. Por el contrario, este autor señala que la presencia de ajoporros es menor en los pueblos donde son muy apreciados por los lugareños, en comparación con las localidades donde pasan inadvertidos. Según nuestra experiencia, la recolección de *Allium ampeloprasum* no entraña graves amenazas, puesto que siempre quedan algunos bulbillos laterales en el lugar de la recolección y los ejemplares más pequeños no se recolectan. No obstante, en ambos casos se trata sólo de apreciaciones que deberían contrastarse con estudios cuantitativos.

Según los trabajos realizados en Méjico por Farfán et al. (2007) y Pérez-Negrón & Casas (2007), la disponibilidad local de las verduras silvestres cubre holgadamente su demanda de consumo, incluso en las especies que se comercializan en mercados locales. Por ejemplo, las tasas de extracción de verduras silvestres como *Amaranthus hybridus*, *Brassica campestris*, *Portulaca oleracea* y *Rorippa nasturtium-aquaticum* son del 13-21%. Esto sugiere que la recolección no supone una amenaza para su aprovechamiento sostenible. Aunque no disponemos de estudios cuantitativos para corroborarlo, posiblemente las tasas de extracción sean menores en España que en Méjico, donde los alimentos silvestres tienen mayor repercusión social y económica.

En la categoría de espárragos, las especies estudiadas son todas perennes, y su recolección no supone la extracción de toda la parte aérea de la planta, sino sólo de la porción superior de los brotes. En este caso pueden realizarse varias recolecciones sucesivas en una misma planta a medida que desarrolla nuevos brotes. Así, la recolección puede influir tanto en el peso como en el número de espárragos por planta.

Según los resultados obtenidos, las plantas recolectadas de *Asparagus acutifolius* produjeron un mayor número de espárragos que las no recolectadas, mientras que no se detectaron diferencias significativas en el diámetro medio de los espárragos entre plantas recolectadas y no recolectadas. Esto parece indicar que cuanto más intensa es su recolección, más produce, siempre y cuando se dejen algunos espárragos sin recolectar para que la planta pueda desarrollarse (Casco 2000). Eso explicaría las prácticas que se realizaban antiguamente en algunas zonas de quemar o cortar las matas para aumentar la producción de espárragos, porque así "salen muy buenos y muy fuertes" (Molina 2001).



En *Bryonia dioica* y *Humulus lupulus*, además de los espárragos que nacen de las yemas apicales, también pueden recolectarse espárragos procedentes de yemas laterales. Estos espárragos son más pequeños y su peso es menor. En *Humulus lupulus* se ha observado que, a medida que se realizan más recolecciones en la misma planta, aumenta la proporción de espárragos procedentes de ramificaciones secundarias, y como consecuencia disminuye el peso medio de los espárragos. Al tener las hojas en disposición opuesta, en cada nudo de desarrollan dos espárragos de las yemas laterales una vez cortado el brote apical. En *Bryonia dioica*, en cambio, no se ha detectado un descenso significativo en el peso medio de los espárragos, posiblemente debido a que la planta sigue emitiendo nuevos brotes y la cantidad de espárragos procedentes de ramificaciones laterales es proporcionalmente baja. En ambos casos, los picos de producción observados a lo largo de la temporada de muestreo estaban directamente relacionados con un aumento en el número de espárragos.

Por lo tanto, nuestros resultados sugieren que la recolección promueve el desarrollo de un mayor número de espárragos, lo que finalmente repercute en una producción mayor. No obstante, es necesario llevar a cabo estudios con poblaciones control para corroborar estos resultados preliminares y descartar la posible influencia de otros factores. De esta manera se podrían calcular las tasas de recolección apropiadas para incrementar la producción de espárragos sin detrimento en el desarrollo de las plantas. Thayer (2006) indica al respecto que no se deben recolectar más de la mitad de los brotes de una planta, ya que una recolección intensiva podría mermar su tamaño en años sucesivos y disminuir su capacidad competitiva.

El impacto de la recolección puede evaluarse haciendo un estudio específico de cada especie y basándose en la experiencia de su recolección a largo plazo (Müller 2009). Nosotros hemos comprobado que la temporada de recolección de espárragos puede extenderse hasta dos meses en *Bryonia dioica* y *Humulus lupulus*, y tres meses en *Asparagus acutifolius*. Durante este periodo se realizaron 7-10 visitas de muestreo en *Asparagus acutifolius*, 4 visitas en *Bryonia dioica* y 6-8 en *Humulus lupulus*, y se recolectaron todos los espárragos disponibles para estimar su capacidad productiva. Posiblemente esto no ocurre en condiciones normales por varios motivos: 1) los espárragos que brotan al principio de la primavera son preferidos por los recolectores, ya que están más tiernos (Aceituno-Mata 2010), de modo que siempre quedan espárragos sin recolectar, como hemos comprobado en *Asparagus acutifolius* (Molina et al. 2012), y 2) las plantas que crecen cerca de caminos y en zonas de fácil acceso estarán sometidas a una presión recolectora mayor que las que crecen en lugares recónditos, lo que es bastante habitual en estas especies.

En el caso de *Asparagus acutifolius*, hemos calculado que el 47% y 26% de las plantas muestreadas en Cantoblanco fueron recolectadas en 2010 y 2011, respectivamente, y que el porcentaje de espárragos recolectados por planta fue del 66% y 81%. Así, las tasas actuales de extracción son del 21-31%, coincidiendo con los resultados obtenidos por Farfán et al. (2007) y Pérez-Negrón & Casas (2007) en verduras silvestres, señalados anteriormente.

Respecto a los frutos, su recolección no tiene un efecto relevante sobre la capacidad productiva de las especies, ni compromete su reproducción (Thayer 2006). No obstante, si las tasas de recolección son muy elevadas, podría suponer una amenaza para el mantenimiento de sus poblaciones naturales. Por ejemplo, Farfán et al. (2007) calcularon que los frutos de *Rubus liebmanii* son recolectados con fines de autoconsumo por el 90,5% de las familias del municipio de Francisco Serrato y con fines comerciales por el 19%. Las tasas totales de extracción ascienden en este caso al 73%. En cambio, otros frutos silvestres que también se recolectan en gran cantidad presentaron unas tasas de extracción muy bajas, del 2-5% en *Crataegus mexicana* y *Prunus serotina*.

En el caso de las especies estudiadas en este trabajo, es interesante señalar que las plantas de *Crataegus monogyna* y *Rubus ulmifolius* que crecen en las lindes de separación entre fincas son por lo general toleradas o incluso favorecidas frente a otras especies (Aceituno-Mata 2010). Generalmente se dejan para que hagan setos y porque aportan otros beneficios, entre ellos la recolección de frutos comestibles. Estos ejemplares también son moldeados por el manejo (por ejemplo, la poda y la roza de zarzas). La poda de zarzales puede fomentar un aumento en su producción de moras, mientras que la roza, aunque se trata de un manejo aparentemente destructivo, permite controlar su expansión y fomentar el rebrote de cepa, con lo que se consiguen tallos muy tiernos y largos, aprovechables como verdura o para tejer los escriños (Aceituno-Mata 2010). Estas actividades podrían considerarse una forma de manejo incipiente de las especies silvestres en aras de mejorar su productividad y disponibilidad natural (Blancas et al. 2013; Turner et al. 2011).

## 9.4. Posibilidades de uso de las plantas silvestres comestibles

### 9.4.1. Recolección

La recolección de plantas silvestres comestibles es una práctica vinculada al modo de vida rural, que ha sido sostenida y refinada por la costumbre de la gente que vivía en el campo y dependía de él. No se trata por tanto de un saber formulado y consciente sino más bien de un saber práctico, que expresa la experiencia acumulada (personal o colectiva) en un entorno determinado. En la medida en que las condiciones ligadas a ese modo de vida pierden vigencia o desaparecen en las sociedades contemporáneas, ese saber popular cae en el olvido, en desuso (Pardo-de-Santayana et al. 2010; Signorini et al. 2009).

Desde el mundo académico se ha tratado de rescatar (al menos nominalmente) y poner en valor estos recursos, incorporándolos a la cultura oficial (ciencia, medios de comunicación, mercado de consumo) y convirtiéndolos en objeto de conocimiento e información científicamente sancionada. Las plantas silvestres comestibles se presentan a la sociedad como parte de un patrimonio cultural con los valores añadidos de identidad local, gastronomía ligada al paisaje, soberanía alimentaria y nutrición saludable (Menendez-Baceta et al. 2012; Quave & Pieroni 2014; Sánchez-Mata et al.

2012). Esto ha despertado el interés de algunos grupos que, aunque no familiarizados con estas prácticas y ajenos a los modos de vida que las sustentaban, se acercan a ellas e intentan ponerlas de nuevo en uso (Molina et al. 2014). Distinguimos así tres tipos principales de grupos sociales que, con distintas pretensiones, participan en la recolección de plantas silvestres comestibles en la actualidad:

- 1) La población local, que ha recolectado tradicionalmente estas plantas en su entorno rural, y para los que esta práctica no está regida por ningún principio ideológico o moral, sino por la propia costumbre y el aprecio hacia estos alimentos. La recolección se destina generalmente al consumo doméstico, y en algunos casos, a su comercialización en mercados locales (Tardío 2010). En este grupo se observa una tendencia decreciente en la recolección, debido a los profundos cambios socio-económicos y tecnológicos que han alterado el estilo de vida y la alimentación en las últimas décadas, lo que se traduce en una falta de relevo intergeneracional (González et al. 2010; Nassif & Tanji 2013). Sin embargo, el reconocimiento oficial del valor de estos saberes tradicionales, hasta ahora invisibilizados y en parte desacreditados, podría repercutir en un cambio hacia la apreciación positiva de sus potenciales, e invertir esta tendencia de abandono (Acosta-Naranjo & Rodríguez-Franco 2013).
- 2) La población no familiarizada con la recolección de plantas silvestres comestibles, que muestra interés por conocer y revitalizar estas prácticas desde una sensibilidad más amplia hacia la defensa del medio ambiente y los recursos fitogenéticos locales. En este grupo estarían incluidos los nuevos pobladores de zonas rurales, entre ellos los llamados neorrurales, y otros grupos urbanos. La recolección podría tener una buena acogida entre los numerosos y pujantes movimientos sociales y redes alternativas de consumo que han surgido en el marco de la agroecología y los movimientos *slow food* (Altieri et al. 2012; Guzmán et al. 2013; Miller 2013; Slow Food 2014).
- 3) Emprendedores locales que desarrollan una actividad comercial en torno a la recolección de especies silvestres, ya sea mediante su distribución a restaurantes o su comercialización como productos frescos o envasados. Estos proyectos pueden convertirse en un motor de desarrollo rural en el ámbito del turismo ambiental y gastronómico. Aunque las iniciativas en este sector son escasas, existen pequeñas empresas que recolectan y comercializan verduras y frutos silvestres en España (p. ej. Industrias León S.L., Productos Silvestres Julián Martín S.L. y Hermanos Arenas S.C. en Cáceres, Productos Silvestres Florencio Ramos Ramos en Salamanca, Hongos de Zamora S.L. en Zamora, Agrisilva Frutos del Campo S.L. en Burgos, Gobeies en Navarra, Productos Silvestres A. Boluda e Hijos S.L. en Valencia, etc.), lo que apunta a que esta actividad puede tener mayor relevancia a medio plazo.

Las posibilidades de uso de las plantas silvestres comestibles dependerán del papel que desempeñen los distintos grupos sociales en el mantenimiento y la revitalización de estas prácticas, en sus dos posibles vertientes como recolección para consumo doméstico o comercialización.

Por otro lado, los principales factores ecológicos que pueden afectar en la disponibilidad local de las especies a gran escala son los cambios en los usos del suelo y las prácticas de manejo de los ecosistemas. Aunque no hay datos cuantitativos para corroborarlo, muchos trabajos indican que la abundancia de algunas especies ha disminuido en las últimas décadas como consecuencia de la degradación y/o reducción de sus hábitats naturales debido a la deforestación, el desarrollo urbanístico, el abandono de la agricultura o la intensificación agraria (Aceituno-Mata 2010; Celikel et al. 2008; Laghetti 2009; Polo et al. 2009; Takrouni & Boussaid 2010). Por ejemplo, el laboreo a mayor profundidad con el arado de vertedera y los desherbados químicos a base de herbicidas han provocado que muchas especies arvenses hayan desaparecido de los cultivos y se hayan trasladado a bordes de caminos y cunetas, convirtiéndose en plantas ruderales (Alarcón 2013). La degradación de los hábitats, a su vez, lleva asociado un riesgo de contaminación en las zonas cercanas a carreteras, industrias y núcleos de población, o en zonas agrícolas donde se emplean herbicidas (Mesa 1996; Molina et al. 2014).

En este sentido, las decisiones de manejo que se tomen para la conservación de las especies y los ecosistemas donde habitan, dependerán en gran medida del valor atribuido a este recurso por las poblaciones locales e instituciones competentes. Así, la recolección de plantas silvestres comestibles puede ser un incentivo para promover la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad.

#### **9.4.2. Cultivo**

Muchas especies silvestres, sin llegar a ser domesticadas, han sido objeto de un manejo incipiente en las sociedades agrarias, con el fin de asegurar un aprovisionamiento estable de estos alimentos. Como indica González-Insuasti et al. (2008), entre las especies más valoradas culturalmente, las plantas perennes, con ciclos de vida largos, reciben por lo general un manejo más intensivo que las especies anuales. Este manejo abarca distintos grados de intensidad, desde tolerar su presencia, protegerlas (por ejemplo eliminando especies competidoras), cuidarlas (regar, fertilizar, podar, etc.) y cultivarlas (ya sea transplantando ejemplares silvestres o dispersando sus semillas). En este último caso, las especies no son sometidas a cuidados culturales muy intensos, simplemente se traen de los ecosistemas circundantes para tenerlas más accesibles, y que la recolección sea más cómoda (Aceituno-Mata 2010; Laghetti 2009). En realidad, *lo silvestre* y *lo cultivado* confluyen de maneras muy creativas, siendo habitual el flujo de las especies entre estos niveles de manejo *in situ* y *ex situ* (Blancas et al. 2013; Cruz-García & Price 2014; González-Insuasti et al. 2008; Łuczaj et al. 2012).

El cultivo “ocasional” o incipiente puede finalmente conducir al cultivo convencional y a la domesticación de las especies. En esta línea, la integración de las plantas silvestres comestibles en un modelo de agricultura campesina o de pequeña escala puede contribuir a diversificar y mejorar la calidad de la dieta y fomentar el desarrollo económico en el medio rural (Casco 2000). Esto no supone en ningún caso un menosprecio hacia la recolección, que además de ser una fuente de alimento de libre acceso, aporta otros beneficios a la comunidad, como entretenimiento y diversión, contacto con la naturaleza, bienestar físico y emocional, revitalización de lazos sociales y familiares, y refuerzo de la identidad cultural (Aceituno-Mata 2010; Emery et al. 2006; McLain et al. 2012; Menendez-Baceta et al. 2012; Mesa 1996; Thayer 2006).

Los ensayos de cultivo realizados en plantas silvestres comestibles demuestran que muchas de estas especies poseen un gran potencial agronómico. En general son plantas resistentes al frío y a enfermedades, que crecen en todo tipo de suelos, y algunas son tolerantes a la sequía y a la salinidad (Arreola et al. 2006; Casco 2000; Franco et al. 2011; Franco et al. 2008). Por su rusticidad y vigor, son agronómicamente muy poco exigentes, por lo que su cultivo se podría realizar de forma satisfactoria incluso en suelos de baja calidad y bajo condiciones climáticas extremas. Los resultados son muy prometedores de cara al desarrollo de programas de selección y mejora para obtener cultivares comerciales (Alarcón 2013; Egea-Gilabert et al. 2013).

Una de las ventajas de su cultivo es que se podrían obtener rendimientos mayores. Este aspecto es significativo puesto que, como hemos podido comprobar, algunas de las especies más apreciadas culturalmente presentan unas tasas de producción muy bajas, como *Scolymus hispanicus*, *Silene vulgaris*, *Asparagus acutifolius* y *Tamus communis*. También se han observado signos de la selección ejercida *in situ* por los propios agricultores en algunas especies que se cultivan a pequeña escala. Por ejemplo, las plantas de *Scolymus hispanicus* cultivadas tienen las hojas caulinares con menos espinas, más cortas y suaves, facilitando su manejo y recolección, y el nervio central es más grueso, tierno y jugoso (Laghetti 2009).

Aunque los rendimientos obtenidos en las verduras silvestres en cultivo son por lo general inferiores a los de otras hortalizas comerciales, la producción en cultivo de *Silene vulgaris* (34 t ha<sup>-1</sup>) obtenida por Fernández & López (2005) es comparable a la de otras verduras de uso similar, como *Spinacia oleracea* (15-20 t ha<sup>-1</sup>) y *Valerianella locusta* (20-30 t ha<sup>-1</sup>), de acuerdo con los datos indicados por Maroto (2002) y Dellacecca & Calegari (2001), respectivamente. Además, su comercialización como productos mínimamente procesados en nichos de mercado de calidad y distinción puede ser una estrategia competitiva (Benincasa et al. 2007).

Uno de los inconvenientes de cara a su cultivo puede ser la baja tasa de germinación de algunas especies (Benincasa et al. 2007). Este no es un problema general, puesto que muchas verduras silvestres son malas hierbas que germinan con facilidad. Por ejemplo, *Cichorium intybus* y *Rumex pulcher* presentan una germinación media-alta y gracias a su potente sistema radical, en poco tiempo llegan a cubrir todo el suelo en superficie, no

siendo necesarias altas densidades de siembra (Casco 2000). Además son especies vivaces que pueden cosecharse durante varios años consecutivos.

La reproducción vegetativa puede ser un punto de partida para evitar los problemas de germinación y, a su vez, mantener las características agronómicas de interés en las especies que presentan una gran variabilidad fenotípica. El cultivo puede realizarse a partir de estolones, como en *Silene vulgaris* (Alarcón 2013), rizomas, en *Ruscus aculeatus* L. y *Smilax aspera* L., tubérculos, en *Tamus communis* (D'Antuono & Lovato 2003) o bulbos, en *Allium ampeloprasum* (Casco 2000). Este último autor señala que se han obtenido resultados muy satisfactorios a partir de los bulbos principales y secundarios de *Allium ampeloprasum*, con una gran uniformidad en la nascencia. Igualmente, en *Asparagus acutifolius* se han desarrollado técnicas de producción a partir de trasplantes para facilitar su cultivo (Rosati & Falavigna 2000).

Los ensayos de adaptación al cultivo también pueden aportar referencias técnicas y económicas sobre los sistemas y las técnicas de producción más adecuadas para cada especie, y los costes de producción (Benincasa et al. 2007; Casco 2000). En las verduras silvestres pueden encontrarse ensayos de cultivo realizados tanto en exterior (Benincasa et al. 2007; Casco 2000; Fernández & López 2005; Rosati et al. 2005) como en invernadero (Arreola et al. 2006; Franco et al. 2008), incluyendo sistemas hidropónicos (Cros et al. 2007; Egea-Gilabert et al. 2013; Franco et al. 2011).

Los datos disponibles sobre los costes de producción, aunque son muy limitados, indican que el cultivo de estas especies puede ser económicamente viable. Por ejemplo, según Fernández & López (2005), los costes de producción de *Silene vulgaris*, derivados principalmente de las labores de escarda y recolección, son de 18 € m<sup>-2</sup>, por lo que el precio mínimo de venta para que el cultivo sea rentable sería de 7,5 € kg<sup>-1</sup>. En un cultivo de *Asparagus acutifolius*, la eficiencia de la recolección es aproximadamente de 1,2 kg hora<sup>-1</sup>, incrementándose a 3 kg hora<sup>-1</sup> si se corta previamente la parte aérea y espinosa de la planta para facilitar la recolección. En este último caso, el coste de la recolección sólo supondría aproximadamente un tercio de los ingresos brutos que podrían obtenerse de su cultivo (Benincasa et al. 2007). Otros proyectos también abordan la transformación agroindustrial *in situ* de las especies (fabricación de conservas vegetales), aportando documentación de interés sobre los requisitos industriales e higiénico-sanitarios necesarios, y los trámites administrativos que deben realizarse para su comercialización como productos ecológicos (Casco 2000). Estas referencias pueden servir de apoyo e incentivo a promotores y emprendedores en el sector.

## 10. CONCLUSIONES FINALES

Se ha estimado la capacidad productiva de 23 plantas silvestres comestibles tradicionalmente recolectadas en España, entre las que se incluyen varios tipos de alimentos (16 verduras de hoja, 4 espárragos y 3 frutos carnosos) presentes en distintos ecosistemas (zonas ruderales, forestales y ecosistemas acuáticos) a lo largo del año (órganos vegetativos en primavera y frutos en otoño) y con características diversas (plantas herbáceas y leñosas, anuales y perennes, terrestres y acuáticas, clonales y no clonales). Las conclusiones más relevantes de este estudio son:

### Producción por planta

1. En las plantas no clonales, la producción por individuo fue superior en las especies de las que se aprovechan los frutos (4-4,4 kg) que en las que se recolectan los órganos vegetativos (12-280 g verduras de hoja y 8-40 g espárragos), mientras que en las especies clonales, la producción por superficie de planta fue menor en los frutos (513 g m<sup>-2</sup> en *Rubus ulmifolius*) y espárragos (79 g m<sup>-2</sup> en *Humulus lupulus*) en comparación con las verduras (510-3.812 g m<sup>-2</sup>).
2. Las verduras de hoja más productivas (100-290 g por individuo o cuadrado de 20 x 20 cm) han sido las que tienen hojas de mayor tamaño, algunas de ellas con pecíolos o tallos tiernos de consistencia carnosa (*Anchusa azurea*, *Beta maritima*, *Cichorium intybus*, *Foeniculum vulgare*, *Rumex pulcher* y *Silybum marianum*) y las plantas acuáticas (*Apium nodiflorum* y *Montia fontana*). Algunas especies vivaces pueden tolerar dos o tres cortes al año, por lo que su producción podría al menos duplicarse.
3. La producción de brotes tiernos o espárragos dependió en mayor medida del número de espárragos por planta que del peso medio de los espárragos, que fue similar en las cuatro especies (1,6-2,8 g). Es muy probable que la recolección experimental de espárragos en los mismos ejemplares fomentara el crecimiento de un mayor número de espárragos, por lo que sería necesario realizar un estudio con poblaciones control para comparar la producción entre plantas recolectadas y no recolectadas.
4. La producción de frutos fue muy parecida en las tres especies estudiadas (0,2-0,5 kg m<sup>-2</sup> de planta), a pesar de las variaciones interespecíficas en el peso del fruto (0,4-3,7 g fruto<sup>-1</sup>) y en el número de frutos por superficie de planta (71-665 frutos m<sup>-2</sup>).

### Abundancia

5. La abundancia de las especies en las zonas de muestreo, en términos de densidad, ha sido mayor en las verduras de hoja (540-15.500 individuos  $\text{ha}^{-1}$ ) y espárragos (900-2.400 individuos  $\text{ha}^{-1}$ ) que en las especies arbóreas y/o arbustivas de las que se aprovechan los frutos (100-120 individuos  $\text{ha}^{-1}$ ). Sin embargo, la cobertura de las especies clonales de verduras de hoja fue del 2-8%, frente al 25% en *Humulus lupulus* y al 48% en *Rubus ulmifolius*.
6. El esfuerzo de recolección es menor en las especies que presentan una densidad o cobertura elevada, como *Montia fontana* (20.613 cuadrados  $\text{ha}^{-1}$ ; cobertura del 8%), *Allium ampeloprasum* (15.494 individuos  $\text{ha}^{-1}$ ), *Papaver rhoeas* (13.704 individuos  $\text{ha}^{-1}$ ), *Humulus lupulus* y *Rubus ulmifolius*.
7. Otras especies con una densidad menor, y por tanto con una distribución más dispersa, como *Scolymus hispanicus* (540 individuos  $\text{ha}^{-1}$ ) también pueden llegar a ser un recurso alimentario relevante si su presencia en el territorio es amplia.

### Producción por hectárea

8. Las plantas silvestres comestibles son por lo general bastante productivas en las zonas donde están presentes (6-2.400 kg  $\text{ha}^{-1}$  por especie), destacando *Montia fontana* (2.138 kg  $\text{ha}^{-1}$ ), *Foeniculum vulgare* (1.762 kg  $\text{ha}^{-1}$ ), *Beta maritima*, *Rumex pulcher*, *Papaver rhoeas* y *Silybum marianum* (700-1.000 kg  $\text{ha}^{-1}$ ) entre las verduras de hoja, *Humulus lupulus* (174 kg  $\text{ha}^{-1}$ ) entre los espárragos y *Rubus ulmifolius* (2.416 kg  $\text{ha}^{-1}$ ) entre los frutos.
9. Algunas de las especies más apreciadas culturalmente presentaron una producción por hectárea baja, como *Scolymus hispanicus*, *Silene vulgaris*, *Asparagus acutifolius* y *Tamus communis* (6-140 kg  $\text{ha}^{-1}$ ), lo que sugiere que las especies más productivas no son necesariamente las más valoradas.
10. En los herbazales de Cantoblanco (154 ha), Madrid, pueden recolectarse 170 t de verduras silvestres al año, mientras que en un bosque esclerófilo mediterráneo de *Quercus suber* (Salorino, Cáceres), la cantidad de madroños disponibles en 120 ha asciende a 65 t, lo que demuestra que son un recurso alimentario abundante.

### Variabilidad entre localidades y años

11. Se observó variabilidad entre localidades y/o años en todas las especies, según sus requerimientos ecológicos y las características ambientales de las zonas de muestreo. La producción por planta fue más estable ( $\text{CV} \leq 100\%$ ) –y por ello más predecible– en las verduras de hoja y espárragos que en los frutos ( $\text{CV} > 100\%$ ), mientras que casi todas las especies mostraron oscilaciones importantes en su abundancia ( $\text{CV} \sim 100\%$ ).



12. La producción por hectárea fluctuó  $\pm 2,5$  veces entre localidades y  $\pm 1,8$  veces entre años (media total  $\pm 2,2$ ) respecto al valor medio total de cada especie, lo que sugiere que las plantas silvestres comestibles son un recurso relativamente estable.

#### **Posibilidades de uso de las plantas silvestres comestibles**

13. Los resultados alcanzados sugieren que el impacto de la recolección de plantas silvestres comestibles es relativamente bajo respecto a la cantidad disponible en sus poblaciones naturales, aunque sería necesario conocer las tasas actuales de recolección de cada especie para evaluar la sostenibilidad de su aprovechamiento.
14. Además de la recolección tradicional con fines de autoconsumo, las especies más apreciadas culturalmente podrían recolectarse con fines comerciales, si su disponibilidad natural es elevada, mientras que otras podrían cultivarse para incrementar su rendimiento.



# 11. BIBLIOGRAFÍA

- Aceituno-Mata L (2010) Estudio etnobotánico y agroecológico de la Sierra Norte de Madrid. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid.
- Acosta R, Díaz J (2008) Y en sus manos la vida. Los cultivadores de las variedades locales de Tentudía. Centro de Desarrollo Comarcal de Tentudía, Zafra, Badajoz.
- Acosta-Naranjo R, Rodríguez-Franco R (2013) La biodiversidad cultivada. Actores sociales y estrategias en el contexto de la nueva ruralidad en España (Cultivating biodiversity. Stakeholders and strategies in the context of the new rural life in Spain). *Agrociencia* 47: 115–130.
- ADISAC (2006) Los guardianes de las semillas. ADISAC-La Voz, Zamora.
- Aedo C (2003) *Foeniculum* Mill. En: Castroviejo S, et al. (eds.) *Flora iberica* 10: 231–234. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Aedo C (2013) *Allium* L. En: Castroviejo S, et al. (eds.) *Flora iberica* 20: 220–273. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- AEMET (2010) Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España. <http://www.aemet.es>. Fecha consulta: 21-10-2010.
- Ågren J (1988) Between-year variation in flowering and fruit set in frost-prone and frost-sheltered populations of dioecious *Rubus chamaemorus*. *Oecologia* 76: 175–183.
- Agustí M (2010) Fruticultura. 2ª edición. Mundi-Prensa, Madrid.
- Aizpuru I, Catalán P, Garín F (2002) Guía de los árboles y arbustos de Euskal Herria. 2ª edición. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.
- Ajbilou R, Marañón T, Arroyo J (2003) Distribución de clases diamétricas y conservación de bosques en el norte de Marruecos. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 12: 111–123.
- Akerreta S (2009) Etnobotánica farmacéutica en Navarra: del uso tradicional de las plantas medicinales a su evidencia científica. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra.
- Alarcão-E-Silva MLCMM, Leitão AEB, Azinheira HG, Leitão MCA (2001) The *Arbutus* berry: studies on its color and chemical characteristics at two mature stages. *Journal of Food Composition and Analysis* 14: 27–35.
- Alarcón R (2013) Entre "malas hierbas", criptocultivos y plantas cultivadas: la colleja (*Silene vulgaris*). *Ambienta* 102: 80–88.
- Alarcón R, García P, Tardío J (2005) Adaptación al cultivo de dos especies silvestres comestibles de uso tradicional (*Silene vulgaris* y *Scolymus hispanicus*). Recolección, caracterización y evaluación agronómica. Libro de Actas del IV Congreso SEAE, Córdoba.

- Alarcón R, Ortiz LT, García P (2006) Nutrient and fatty acid composition of wild edible bladder campion populations [*Silene vulgaris* (Moench.) Garcke]. *International Journal of Food Sciences and Technology* 41: 1239–1242.
- Alder D, Synott TC (1992) Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest. Tropical Forestry Paper 25. Oxford Forestry Institute, Oxford.
- Aliotta G, Aceto S, Farina A, Gaudio L, Rosati A, Sica M, Parente A (2004) Natural history, cultivation and biodiversity assessment of *Asparagus*. En: Global Research-Network (eds.) Research Advances in Agricultural & Food Chemistry. Kerala, India, pp 1–12.
- Allen DE, Hatfield G (2004) Medicinal plants in folk tradition: an ethnobotany of Britain & Ireland. Timber Press, Cambridge, UK.
- Al-Qura'n SA (2010) Ethnobotanical and ecological studies of wild edible plants in Jordan. *Libyan Agriculture Research Center Journal International* 1(4): 231–243.
- Altieri MA, Funes-Monzote FR, Petersen P (2012) Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development* 32: 1–13.
- Álvarez RM, Arrébola JR (2002) Aspectos jurídico-sociales de la explotación en España de las especies silvestres para consumo alimentario humano. Actas del IX Congreso de Antropología de la FAAEE, Barcelona.
- Alves Ribeiro J, Monteiro AM, Fonseca da Silva ML (2000) Etnobotânica. Plantas bravias, comestíveis, condimentares e medicinais. João Azevedo Editor. Mirandela, Portugal.
- Andrés A (2012) Plantas de uso alimentario y medicinal en La Mancha conquense. Proyecto fin de carrera. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid.
- Ansari NM, Houlihan L, Hussain B, Pieroni A (2005) Antioxidant activity of five vegetables traditionally consumed by south-asian migrants in Bradford, Yorkshire, UK. *Phytotherapy Research* 19: 907–911.
- AOAC (2006) Official methods of analysis. 18ª edición. AOAC International. Arlington, Virginia, USA.
- Aoi-Hosoya L (2011) Staple or famine food?: ethnographic and archaeological approaches to nut processing in East Asian prehistory. *Archaeological and Anthropological Sciences* 3(1): 7–17.
- Arenas P, Scarpa GF (2007) Edible wild plants of the Chorote Indians, Gran Chaco, Argentina. *Botanical Journal of the Linnean Society* 153(1): 73–85.
- Arreola J, Franco JA, Martínez-Sánchez JJ (2004) Fertilization strategies for *Silene vulgaris* (Caryophyllaceae) production, a wild species with alimentary use. *Hortscience* 39: 796.
- Arreola J, Franco JA, Vicente MJ, Martínez S (2006) Effect of nursery irrigation regimes on vegetative growth and root development of *Silene vulgaris* after transplantation into semi-arid conditions. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 81(4): 583–592.
- Arsuaga JL, Martínez I (1998) La especie elegida. Ediciones Temas de hoy, Madrid.
- Aura JE, Carrión Y, Estrelles E, Pérez-Jordà G (2005) Plant economy of hunter-gatherer groups at the end of the last Ice Age: plant macroremains from the cave of Santa Maira (Alacant, Spain) ca. 12000-9000 B.P. *Vegetation History and Archaeobotany* 14: 542–550.

- Ayres J, Bosia MJ (2011) Beyond global summitry: food sovereignty as localized resistance to globalization. *Globalizations* 8: 47–63.
- Barão MJ, Dias AS (2010) The ecology and use of edible thistles in Évora, Alentejo, southeastern Portugal. En: Pardo-de-Santayana M, Pieroni A, Puri R (eds.) *Ethnobotany in the new Europe: people, health and wild plant resources*. Berghahn Press, Oxford-New York, UK, pp. 189–210.
- Barreira JCM, Rodrigues S, Carvalho AM, Ferreira ICFR (2013) Development of hydrosoluble gels with *Crataegus monogyna* extracts for topical application: evaluation of antioxidant activity of the final formulations. *Industrial Crops and Products* 42: 175–180.
- Barros L, Carvalho AM, Ferreira ICFR (2010a) The nutritional composition of fennel (*Foeniculum vulgare*): shoots, leaves, stems and inflorescences. *Food Science and Technology* 43(5): 814–818.
- Barros L, Carvalho AM, Ferreira ICFR (2011a) Comparing the composition and bioactivity of *Crataegus monogyna* flowers and fruits used in folk medicine. *Phytochemical Analysis* 22: 181–188.
- Barros L, Carvalho AM, Ferreira ICFR (2011b) Exotic fruits as a source of important phytochemicals: improving the traditional use of *Rosa canina* fruits in Portugal. *Food Research International* 44: 2233–2236.
- Barros L, Carvalho AM, Morais JS, Ferreira ICFR (2010b) Strawberry-tree, blackthorn and rose fruits: detailed characterisation in nutrients and phytochemicals with antioxidant properties. *Food Chemistry* 120(1): 247–254.
- Barros L, Dueñas M, Ferreira ICFR, Carvalho AM, Santos-Buelga C (2011c) Use of HPLC–DAD–ESI/MS to profile phenolic compounds in edible wild greens from Portugal. *Food Chemistry* 127: 169–173.
- Bas JM, Gómez C, Pons P (2005) Fruit production and predispersal seed fall and predation in *Rhamnus alaternus* (Rhamnaceae). *Acta Oecologica* 27(2): 115–123.
- Benincasa P, Tei F, Rosati A (2007) Plant density and genotype effects on wild asparagus (*Asparagus acutifolius* L.) spear yield and quality. *Hortscience* 42(5): 1163–1166.
- Benítez G (2009) *Etnobotánica y etnobiología del poniente granadino*. Tesis doctoral. Facultad de Farmacia, Universidad de Granada.
- Benítez G, González-Tejero MR, Molero Mesa J (2010) Pharmaceutical ethnobotany in the western part of Granada province (southern Spain): ethnopharmacological synthesis. *Journal of Ethnopharmacology* 129: 87–105.
- Bernal R (2012) *Estudio sobre la presencia de flora de óptimo luso-extremadureño en la Pedriza del Manzanares: nuevas citas*. Asociación Reforesta, Madrid.
- Bharucha Z, Pretty J (2010) The roles and values of wild foods in agricultural systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* 365: 2913–2926.
- Blancas J, Casas A, Pérez-Salicrú D, Caballero J, Vega E (2013) Ecological and socio-cultural factors influencing plant management in Náhuatl communities of the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9: 39.

- Blancas J, Casas A, Rangel-Landa S, Moreno-Calles A, Torres I, Pérez-Negrón E, Solís L, Delgado-Lemus A, Parra F, Arellanes Y, Caballero J, Cortés L, Lira R, Dávila P (2010) Plant management in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany* 64(4): 287–302.
- Blanco E (1998) Diccionario de etnobotánica segoviana. Ayuntamiento de Segovia, Segovia.
- Blanco E, Casado MA, Costa M, Escribano R, García M, Génova M, Gómez F, Moreno JC, Morla C, Regato P, Sainz H (2005) Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica. 4ª edición. Editorial Planeta, Barcelona.
- Blanco E, Cuadrado C (2000) Etnobotánica en Extremadura. Estudio de La Calabria y La Siberia extremeñas. Editores Emilio Blanco y CEP Alcoba de los Montes, Madrid.
- Blasco R, Rosell J, Fernández Peris J, Arsuaga JL, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E (2013) Environmental availability, behavioural diversity and diet: a zooarchaeological approach from the TD10-1 sublevel of Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain) and Bolomor Cave (Valencia, Spain). *Quaternary Science Reviews* 70: 124–144.
- BOCM (2000) Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, nº 182. Decreto 169/2000. Comunidad de Madrid.
- Bonet JA, Pukkala T, Fischer CR, Palahí M, Martínez de Aragón J, Colinas C (2008) Empirical models for predicting the production of wild mushrooms in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests in the Central Pyrenees. *Annals of Forest Science* 65: 206.
- Bonet MA, Vallès J (2002) Use of non-crop food vascular plants in Montseny biosphere reserve (Catalonia, Iberian Peninsula). *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 53: 225–248.
- Booth BD, Murphy SD, Swanton CJ (2003) Weed ecology in natural and agricultural systems. CABI Publishing, UK.
- Borrelli K, Koenig RT, Jaeckel BM, Miles CA (2013) Yield of leafy greens in high tunnel winter production in the Northwest United States. *Hortscience* 48: 183–188.
- Botella MA, Obón C, Egea I, Romojaro F, Pretel MT (2007) Propiedades físico-químicas y antioxidantes de frutos recolectados tradicionalmente en la provincia de Albacete. Actas de Horticultura 48. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Albacete, pp 662–665.
- Broster JC, Koetz EA, Wu H (2012) Weed species present in cereal crops in southern New South Wales. Eighteenth Australasian Weeds Conference. Weed Society of Victoria Inc. Melbourne, Victoria, Australia.
- Bye R (1993) The role of humans in the diversification of plants in Mexico. En: Ramamoorthy TP, Bye R, Lot A, Fa J (eds.) Biological diversity of Mexico: origins and distribution. Oxford University Press, New York, Oxford, pp 707–731.
- CAEM (2010) Normas para la recolección de productos silvestres. Comité para la Agricultura Ecológica de la Comunidad de Madrid. <http://www.caem.es/Silvestre.htm>. Fecha consulta: 2-04-2012.
- Çalışkan O, Gündüz K, Serçe S, Toplu C, Kamiloğlu Ö, Şengül M, Ercişli S (2012) Phytochemical characterization of several hawthorn (*Crataegus* spp.) species sampled from the Eastern Mediterranean region of Turkey. *Pharmacognosy Magazine* 8(29): 16–21.
- Cámara M, Sánchez-Mata MC, Torija-Isasa ME (2008) Frutas y verduras, fuentes de salud. Nutrición y salud 8. Consejería de Sanidad y Consumo. Comunidad de Madrid.

- Can ÖD, Özçay ÜD, Öztürk N, Öztürk Y (2010) Effects of hawthorn seed and pulp extracts on the central nervous system. *Pharmaceutical Biology* 48(8): 924–931.
- Cañellas I, Roig S, Poblaciones MJ, Gea-Izquierdo G, Olea L (2007) An approach to acorn production in Iberian dehesas. *Agroforestry Systems* 70(1): 3–9.
- Carrasco G, Moggia C, Osses IJ, Álvaro JE, Urrestarazu M (2011) Use of peroxyacetic acid as green chemical on yield and sensorial quality in watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) under soilless culture. *International Journal of Molecular Sciences* 12: 9463–9470.
- Carrera-Bastos P, Fontes-Villalba M, O'Keefe JH, Lindeberg S, Cordain L (2011) The western diet and lifestyle and diseases of civilization. *Research Reports in Clinical Cardiology* 2: 15–35.
- Carretero JL (2004) Flora arvense española. Las malas hierbas de los cultivos españoles. PHYTOMA-España, Valencia.
- Carvalho AM (2010) Plantas y sabiduría popular del Parque Natural de Montesinho. Un estudio etnobotánico en Portugal. Biblioteca de Ciencias, 35. CSIC, Madrid.
- Casco JC (2000) Trabajando juntos inventamos nuevas oportunidades de futuro. Ayuntamiento de Plasenzuela, Cáceres.
- Castroviejo S, Aedo C, Aldasoro JJ, Andrés C, Arista M, Benedí C, Cabezas F, Cirujano S, Devesa JA, Fernández Piedra MP, Galán A, Gallego MJ, Gómez Campo C, Gonzalo R, Güemes J, Hedge IC, Herrero A, Jiménez Mejías P, Jury S, Lainz M, López González G, Luceño M, Medina L, Montserrat P, Morales R, Muñoz Garmendia F, Navarro C, Nieto Feliner G, Ortiz PL, Paiva J, Pujadas AJ, Quintanar A, Rico E, Romero Zarco C, Sáez L, Sales F, Salgueiro FJ, Silvestre S, Soriano C, Talavera S, Velayos M, Villar L (eds.) (1986-2013) *Flora iberica*, 1-8,10-15, 17, 18, 20, 21. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Catalán P (1993a) *Bryonia* L. En: Castroviejo S, *et al.* (eds.) *Flora iberica* 3: 458–460. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Catalán P (1993b) *Humulus* L. En: Castroviejo S, *et al.* (eds.) *Flora iberica* 3: 257–259. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Catani M, Amaya S, Díaz-Aguilar AL (2001) Comer en Tentudía: aproximación etnográfica a la comida y a los hábitos de vida de las gentes de la comarca de Tentudía en los últimos setenta años. Centro de Desarrollo Comarcal de Tentudía, Badajoz.
- CE (2007) Reglamento (CE) No 834/2007 del Consejo de 28 de junio de 2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) no 2092/91. Diario Oficial de la Unión Europea.
- Celikel G, Demirsoy L, Demirsoy H (2008) The strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) selection in Turkey. *Scientia Horticulturae* 118: 115–119.
- Chai W, Liebman M (2005) Effect of different cooking methods on vegetable oxalate content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 3027–3030.
- Chaideftou E, Thanos CA, Dimopoulos P (2006) Plant functional traits in relation to seedling recruitment and light conditions in sub-Mediterranean oak forests of Greece. Proceedings of IV BBC. Sofia, Grecia, pp 597–601.
- Chauvet M (2001) Inventorying food plants in France. En: Knüpffer H, Oschmann J (eds.) Rudolf Mansfeld and plant genetic resources. Proceedings of the Symposium dedicated to the 100th birthday of Rudolf Mansfeld. Gatersleben, Alemania, pp 98–107.

## 11. Bibliografía

---

- Chiarucci A, Pacini E, Loppi S (1993) Influence of temperature and rainfall on fruit and seed production of *Arbutus unedo* L. *Botanical Journal of the Linnean Society* 111(1): 71–82.
- Choudhury R (2008) How do cooking techniques affect vitamin C? Project summary. California State Science Fair, California, USA.
- Cirujeda A, Aibar J, León M, Zaragoza C (2010) La cara amable de las malas hierbas. Usos alimentarios, medicinales y ornamentales de las plantas arvenses. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Zaragoza.
- Citak S, Sonmez S (2010) Effects of conventional and organic fertilization on spinach (*Spinacea oleracea* L.) growth, yield, vitamin C and nitrate concentration during two successive seasons. *Scientia Horticulturae* 126: 415–420.
- Colombo ML, Perego S, Vender C, Davanzo F, 2010. Ethnobotany and foraging behaviour: a new approach for an emerging problem. *Lactuca alpina* (L.) A. Gray and unrelated toxic plants consumed as food. *Revista de Fitoterapia* 10(S1): 159.
- Comunidad de Madrid (2000) Espacios naturales protegidos. Mapa de detalle del Soto del Henares. <http://www.madrid.org>. Fecha consulta: 16-09-2012.
- Comunidad de Madrid (2005) Libro Blanco de la Política Agraria y el Desarrollo Rural. Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural. Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid.
- Concon JM (1988) Toxicology: principles and concepts. Marcel Dekker, New York.
- Conesa E, Esteban A, Álvarez-Rogel J, Pato A, Condés LF, Ochoa J, Fernández JA (2013) Efecto de la aplicación de distintos fertilizantes en dos ciclos de cultivo de lechuga romana. Acta nº 50 de las XI Jornadas del Grupo de Horticultura. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, SECH, pp 214–220.
- Conesa E, Niñirola D, Vicente MJ, Ochoa J, Bañón S, Fernández JA (2009) The influence of nitrate/ammonium ratio on yield quality and nitrate, oxalate and vitamin C content of baby leaf spinach and bladder campion plants grown in a floating system. *Acta Horticulturae* 843: 269–274.
- Consuegra V (2009) La cultura de las plantas en La Mancha. Flora en el entorno de las Tablas de Daimiel. Diputación de Ciudad Real.
- Contreras J (1993) Antropología de la alimentación. Eudema Universidad, Madrid.
- Contreras J (2013) ¿Seguimos siendo lo que comemos? En: Conabio (ed.) Identidad a través de la cultura alimentaria. Memoria simposio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp 39–58.
- Cordain L, Boyd S, Sebastian A, Mann N, Lindeberg S, Watkins BA, O'Keefe JH, Brand-Miller J (2005) Origins and evolution of the Western diet: health implications for the 21st. century. *American Journal of Clinical Nutrition* 81(2): 341–354.
- Cordain L, Brand-Miller J, Boyd S, Mann N, Holt SH, Spet JD (2000) Plant-animal subsistence ratios and macronutrient energy estimations in worldwide hunter-gatherer diets. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 682–692.
- Cordain L, Eaton SB, Brand-Miller J, Mann N, Hill K (2002) The paradoxical nature of hunter-gatherer diets: meat-based, yet non-atherogenic. *European Journal of Clinical Nutrition* 56(1): S42–S52.



- Couplan F (1989) Le regal vegetal. Plantes sauvages comestibles. Encyclopedie des plantes comestibles de l'Europe, vol 1. Equilibres Aujourd'hui, Flers, Francia.
- Couplan F (1995) Les plantes sauvages comestibles. Éditions Sang de la Terre, 2<sup>a</sup> edición, Paris.
- Couplan F, Styner E (2006) Guía de las plantas silvestres comestibles y tóxicas. Lynx edicions, Bellaterra, Barcelona.
- Criado J, Fernández JM, Leocadio G, Núñez RM, Blanco E (2008) Uso tradicional de las plantas en Toledo. Diputación de Toledo.
- Croituru L (2007) Valuing the non-timber forest products in the Mediterranean region. *Ecological Economics* 63: 768–775.
- Cros V, Martínez-Sánchez JJ, Franco JA (2007) Good yields of common purslane with a high fatty acid content can be obtained in a peat-based floating system. *HortTechnology* 17(1): 14–20.
- Cruz-García G, Price LP (2014) Human-induced movement of wild food plant biodiversity across farming systems is essential to ensure their availability. *Journal of Ethnobiology* 34(1): 68–83.
- Cunha LVF, Albuquerque UP (2006) Quantitative ethnobotany in an Atlantic forest fragment of northeastern Brazil: implications to conservation. *Environmental Monitoring and Assessment* 114: 1–25.
- Cunningham AB (2001) Applied ethnobotany: people, wild plant use and conservation. Earthscan, London, UK.
- D'Antuono LF, Elementi S, Neri R (2009) Exploring new potential health-promoting vegetables: glucosinolates and sensory attributes of rocket salads and related *Diplotaxis* and *Eruca* species. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 713–722.
- D'Antuono LF, Lovato A (2003) Germination trials and domestication potential of three native species with edible sprouts: *Ruscus aculeatus* L., *Tamus communis* L. and *Smilax aspera* L. *Acta Horticulturae* (ISHS) 598: 211–218.
- Dávila P (2010) Estudio etnobotánico comparativo de la colleja [*Silene vulgaris* (Moench) Garcke] en dos localidades de la Comunidad de Madrid. Proyecto fin de carrera. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid.
- De Martonne E (1926) Una nouvelle fonction climatologique: l'indice d'aridité. *La Météorologie* 2: 449–459.
- Della A, Paraskeva-Hadjichambi D, Hadjichambis AC (2006) An ethnobotanical survey of wild edible plants of Paphos and Larnaca countryside of Cyprus. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2: 34.
- Dellacecca V, Calegari B (2001) Esperienze su alcune ortive allevate in floating system. *Italus Hortus* 8: 74–80.
- Díaz A (2009) Optimización de la tecnología de producción de canónigos (*Valerianella locusta*) en bandeja flotante. Proyecto fin de carrera. ETS de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena.
- Díaz-Betancourt M, Ghermandi L, Ladio AH, López-Moreno IR, Raffaele E, Rapoport EH (1999) Weeds as a source for human consumption. A comparison between tropical and temperature Latin America. *Revista de Biología Tropical* 47(3): 329–338.

## 11. Bibliografía

---

- Díaz-Fernández PM, Ramos Miras JJ, San José A, Pascual Gallego V, López-Almansa JC, Muñoz-Gallego CL (2008) Puesta en valor de recursos genéticos vegetales y su aplicación a estrategias de desarrollo rural. Estudio etnobotánico de *Montia fontana* L. en la provincia de Ávila. CONAMA 9. Congreso Nacional de Medio Ambiente, Cumbre del Desarrollo Sostenible.
- Díaz-González TE (1986) *Papaver* L. En: Castroviejo S, et al. (eds.) *Flora iberica* 1: 407–417. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Dogan Y (2012) Traditionally used wild edible greens in the Aegean Region of Turkey. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 81(4): 329–342.
- Dogan Y, Baslar S, Ay G, Mert HH (2004) The use of wild edible plants in western and central Anatolia (Turkey). *Economic Botany* 58(4): 684–690.
- Domínguez F, Martínez F (1993) Acerca de la distribución española de *Arbutus unedo* L. (Ericaceae). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biológica)* 89: 135–161.
- Dovie DBK, Shackleton CM, Witkowski ETF (2007) Conceptualizing the human use of wild edible herbs for conservation in South African communal areas. *Journal of Environmental Management* 84: 146–156.
- Dowler EA, O'Connor D (2012) Rights-based approaches to addressing food poverty and food insecurity in Ireland and UK. *Social Science & Medicine* 74: 44–51.
- Dzida K, Pitura K (2008) The influence of varied nitrogen fertilization on yield and chemical composition of swiss chard. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus* 7(3): 15–24.
- Eaton SB, Eaton SB (2000) Paleolithic vs. modern diets. Selected pathophysiological implications. *European Journal of Nutrition* 39(2): 67–70.
- Eaton SB, Konner M (1985) Paleolithic nutrition. A consideration of its nature and current implications. *New England Journal of Medicine* 312(5): 283–289.
- Edible Portland (2014) Wild food foraging resources. <http://edibleportland.com>. Fecha consulta 6-03-2014.
- EFSA (2010) Panel on dietetic products, nutrition, and allergies. Scientific opinion on dietary reference values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA Journal* 8(3): 1462.
- Egea-Gilabert C, Niñirola D, Conesa E, Candela ME, Fernández JA (2013) Agronomical use as baby leaf salad of *Silene vulgaris* based on morphological, biochemical and molecular traits. *Scientia Horticulturae* 152: 35–43.
- Emery M, Martin S, Dyke A (2006) Wild harvests from Scottish woodlands: social, cultural and economic values of contemporary nontimber forest products. Scotland Forestry Commission, Edinburgh, UK.
- Ertuğ F (2000) An ethnobotanical study in Central Anatolia (Turkey). *Economic Botany* 54(2):155–182.
- Ertuğ F (2004) Wild edible plants of the Bodrum Area (Mugla, Turkey). *Turkish Journal of Botany* 28: 161–174.
- Euro+Med (2012) Euro+Med PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed>. Fecha consulta: 10-04-2012.

- Eyssartier C, Ladio AH, Lozada M (2011) Horticultural and gathering practices complement each other: a case study in a rural population of Northwestern Patagonia. *Ecology of Food and Nutrition* 50: 429–451.
- FairWild Foundation (2010) FairWild Standard: Version 2.0. Weinfelden, Switzerland. [www.fairwild.org](http://www.fairwild.org). Fecha consulta: 27-01-2012.
- Fajardo J (2008) Estudio etnobiológico de los alimentos locales de la Serranía de Cuenca. Tesis doctoral. ETS de Ingenieros Agrónomos, Universidad de Castilla-La Mancha.
- FAO (1996) Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo. Preparado para la Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos. Leipzig, Alemania, 17-23 de junio de 1996.
- FAO (2004) Harvesting nature's diversity. FAO Corporate Document Repository. <http://www.fao.org/DOCREP/004/V1430E/V1430E04.htm>. Fecha consulta: 4-07-2012.
- FAO (2009) Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- FAO (2010) Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura - Hojas de datos. <http://www.fao.org/docrep/012/al389s/al389s00.htm>. Fecha consulta: 11-09-2013.
- FAO (2011) Segundo Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura en el Mundo. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 2010.
- Farfán B (2001) Aspectos ecológicos y etnobotánicos de los recursos vegetales de la comunidad mazahua Francisco Serrato, municipio de Zitácuaro, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México.
- Farfán B, Casas A, Ibarra-Manríquez G, Pérez-Negrón E (2007) Mazahua ethnobotany and subsistence in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico. *Economic Botany* 61(2): 173–191.
- Fennell JFM (2006) Potential for watercress production in Australia. Rural Industries Research and Development Corporation. Kingston ACT, Australia.
- Fernández J, López JA (2005) La colleja, el cultivo de una verdura silvestre tradicional. *Agricultura. Revista agropecuaria* 876: 548–550.
- Fernández JA, Navarro A, Vicente MJ, Peñapareja D, Plana V (2008) Effect of seed germination methods on seedling emergence and earliness of purslane (*Portulaca oleracea* L.) cultivars in a hydroponic floating system. *Acta Horticulturae* 782: 207–212.
- Fernández JA, Peñapareja D, Signore A, López J, González A (2013) Producción de rúcola "baby leaf" en bandejas flotantes. Actas nº 46 de las X Jornadas del Grupo de Horticultura. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, SECH, pp 58–61.
- Ferrara L, Dosi R, Di Maro A, Guida V, Cefarelli G, Pacifico S, Mastellone C, Fiorentino A, Rosati A, Parente A (2011) Nutritional values, metabolic profile and radical scavenging capacities of wild asparagus (*A. acutifolius* L.). *Journal of Food Composition and Analysis* 24(3): 326–333.

- Ferreira ICFR, Barros L, Abreu RMV (2009) Antioxidants in wild mushrooms. *Current Medicinal Chemistry* 16(12): 1543–1560.
- Flyman MV, Afolayan AJ (2006) The sustainability of wild vegetables for alleviating human dietary deficiencies. *South African Journal of Botany* 72: 492–497.
- Font Quer P (1990) *Plantas medicinales. El Dioscórides renovado*. Ed. Labor, Barcelona.
- Fontana E, Hoeberechts J, Nicola S, Cros V, Palmegiano GB, Peiretti PG (2006) Nitrogen concentration and nitrate/ammonium ratio affect yield and change the oxalic acid concentration and fatty acid profile of purslane (*Portulaca oleracea* L.) grown in a soilless culture system. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86(14): 2417–2424.
- Ford-Lloyd BV, Schmidt M, Armstrong SJ, Barazani O, Engels J, Hadas R, Hammer K, Kell SP, Kang D, Khoshbakht K, Li Y, Long C, Lu BR, Ma K, Nguyen VT, Qiu L, Ge S, Wei W, Zhang Z, Maxted N (2011) Crop wild relatives-undervalued, underutilized and under threat? *BioScience* 61: 559–565.
- FPI (2014) Food Plants International. <http://foodplantsinternational.com>. Fecha consulta: 12-03-2014.
- Franco F, Cros V, Vicente MJ, Martínez-Sánchez JJ (2011) Effects of salinity on the germination, growth, and nitrate contents of purslane (*Portulaca oleracea* L.) cultivated under different climatic conditions. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 86(1): 1–6.
- Franco JA, Arreola J, Vicente MJ, Martínez-Sánchez JJ (2008) Nursery irrigation regimes affect the seedling characteristics of *Silene vulgaris* as they relate to potential performance following transplanting into semi-arid conditions. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 83(1): 15–22.
- Fuentes M (1991) La producción de frutos carnosos en dos espinales del noroeste de España. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 49(1): 83–93.
- Fuentes-Alventosa JM, Rodríguez G, Cermeño P, Jiménez A, Guillén R, Fernández-Bolaños J, Rodríguez-Arcos R (2007) Identification of flavonoid diglycosides in several genotypes of *Asparagus* from the Huétor-Tájar population variety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(24): 10028-10035.
- Galán de Mera A (2014) *Taraxacum* F.H. Wigg. En: Castroviejo S, et al. (eds.) *Flora iberica* 16 (borrador). Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid. <http://www.rjb.csic.es/floraiberica>. Fecha consulta: 18-03-2014.
- Galán R (1993) Patrimonio etnobotánico de la provincia de Córdoba: Pedroches, Sierra Norte y Vega del Guadalquivir. Tesis doctoral. ETS de Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba.
- Ganhão R, Estévez M, Kylli P, Heinonen M, Morcuende D (2010a) Characterization of selected wild Mediterranean fruits and comparative efficacy as inhibitors of oxidative reactions in emulsified raw pork burger patties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58: 8854–8861.
- Ganhão R, Morcuende D, Estévez M (2010b) Protein oxidation in emulsified cooked burger patties with added fruit extracts: influence on colour and texture deterioration during chill storage. *Meat Science* 85: 402–409.

- García E (2011) Valoración de la producción y la recolección de espárragos trigueros (*Asparagus acutifolius* L.) en el Monte de Valdelatas (Madrid). Proyecto fin de carrera. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid.
- García P, Alarcón R (2007) La colleja (*Silene vulgaris*) una verdura silvestre de calidad. *Agricultura* 901: 802–805.
- García P, Tardío J, Alarcón R (2002) Poblaciones españolas de colleja (*Silene vulgaris*): evaluación agronómica para su introducción en cultivo ecológico. Actas del V Congreso de la SEAE, I Congreso Iberoamericano de Agroecología, Gijón.
- García-Alonso M, Pascual-Teresa S, Santos-Buelga C, Rivas-Gonzalo JC (2004) Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food Chemistry* 84: 13–18.
- García-Cervigón L (2013) Evaluación temporal del conocimiento y práctica etnobotánicas en Buitrago del Lozoya (Sierra Norte de Madrid). Proyecto fin de carrera. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid.
- García-Herrera P (2014) Plantas silvestres de consumo tradicional. Caracterización de su valor nutricional y estimación de su actividad antifúngica. Tesis doctoral. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid.
- García-Herrera P, Morales P, Fernández-Ruiz V, Sánchez-Mata MC, Cámara M, Carvalho AM, Ferreira ICFR, Pardo-de-Santayana M, Molina M, Tardío J (2014a) Nutrients, phytochemicals and antioxidant activity in wild populations of *Allium ampeloprasum* L., a valuable underutilized vegetable. *Food Research International* 62: 272–279.
- García-Herrera P, Sánchez-Mata MC, Cámara M, Fernández-Ruiz V, Díez-Marqués C, Molina M, Tardío J (2014b) Nutrient composition of six wild edible Mediterranean Asteraceae plants of dietary interest. *Journal of Food Composition Analysis*. DOI: 10.1016/j.jfca.2014.02.009.
- García-Herrera P, Sánchez-Mata MC, Cámara M, Tardío J, Olmedilla-Alonso B (2013) Carotenoid content of wild edible young shoots traditionally consumed in Spain (*Asparagus acutifolius* L., *Humulus lupulus* L., *Bryonia dioica* Jacq. and *Tamus communis* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93(7): 1692–1698.
- Gausson H (1954) Théorie et classification des climats et microclimats. Actes du VIIe Congrès International de Botanique, Paris, pp 125–130.
- Gea-Izquierdo G, Cañellas I, Montero G (2006) Acorn production in Spanish holm oak woodlands. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 15(3): 339–354.
- Génova M (1989) Flora vascular del Monte de Valdelatas y su entorno. *Ecología* 3: 75–98.
- Ghirardini M, Carli M, del Vecchio N, Rovati A, Cova O, Valigi F, Agnetti G, Macconi M, Adamo D, Traina M, Laudini F, Marcheselli I, Caruso N, Gedda T, Donati F, Marzadro A, Russi P, Spaggiari C, Bianco M, Binda R, Barattieri E, Tognacci A, Girardo M, Vaschetti L, Caprino P, Sesti E, Andreozzi G, Coletto E, Belzer G, Pieroni A (2007) The importance of a taste. A comparative study on wild food plant consumption in twenty-one local communities in Italy. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 3: 22.
- Godínez-Alvarez H, Jiménez M, Mendoza M, Pérez F, Roldán P, Ríos-Casanova L, Lira R (2008) Densidad, estructura poblacional, reproducción y supervivencia de cuatro especies de plantas útiles en el Valle de Tehuacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 393–403.

- Gómez J, Mata R, Sanz C, Galiana L, Manuel CM, Molina P (1999) Los paisajes de Madrid: naturaleza y medio rural. Alianza Editorial, Madrid.
- Gómez-Baggethun E, Mingorria S, Reyes-García V, Calvet L, Montes C (2010) Traditional ecological knowledge trends in the transition to a market economy: empirical study in Doñana natural areas. *Conservation Biology* 24(3): 721–729.
- González JA, García-Barriuso M, Amich F (2010) The consumption of wild and semi-domesticated edible plants in the Arribes del Duero (Salamanca-Zamora, Spain): an analysis of traditional knowledge. *Genetic Resources and Crop Evolution* 58(7): 991–1006.
- González ML (2002) The cultivation of asparagus from the Ebro to the Guadalquivir. En: Camacho F (ed.) Spain, orchard of Europe. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, pp 134–146.
- González-Amaro RM, Martínez-Bernal A, Basurto-Peña F, Vibrans H (2009) Crop and non-crop productivity in a traditional maize agroecosystem of the highland of Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 5: 38.
- González-Insuasti MS, Martorell C, Caballero J (2008) Factors that influence the intensity of non-agricultural management of plant resources. *Agroforestry Systems* 74: 1–15.
- Grijalbo J (2010) Vegetación y flora de Madrid. Náyade Editorial, Madrid.
- Grivetti LE, Ogle BM (2000) Value of traditional foods in meeting macro- and micronutrient needs: the wild plant connection. *Nutrition Research Reviews* 13: 31–46.
- Guarrera PM (2003) Food medicine and minor nurishment in the folk traditions of Central Italy (Marche, Abruzzo and Latium). *Fitoterapia* 74: 515–544.
- Guarrera PM, Savo V (2013) Perceived health properties of wild and cultivated food plants in local and popular traditions of Italy: a review. *Journal of Ethnopharmacology* 146: 659–680.
- Guiberteau A (1990) El berro: características y cultivo. Junta de Extremadura, Mérida.
- Guil-Guerrero JL, Giménez-Giménez A, Rodríguez-García I, Torija-Isasa ME (1998a) Nutritional composition of *Sonchus* species (*S. asper* L., *S. oleraceus* L. and *S. tenerrimus* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 76(4): 628–632.
- Guil-Guerrero JL, Giménez-Martínez JJ, Torija-Isasa ME (1998b) Mineral nutrient composition of edible wild plants. *Journal of Food Composition and Analysis* 11: 322–328.
- Guil-Guerrero JL, Rodríguez-García I, Torija-Isasa ME (1997) Nutritional and toxic factors in selected wild edible plants. *Plant Foods for Human Nutrition* 51(2): 99–107.
- Guil-Guerrero JL, Torija-Isasa ME (2002) Edible wild plants. En: Majundar DK, Govil JN, Singh VK (eds.) Recent progress in medicinal plants, vol. VIII. Sci Tech Publishing LLC, Texas, USA, pp 431–466.
- Guil-Guerrero JL, Torija-Isasa ME, Giménez-Martínez JJ, Rodríguez-García I (1996) Identification of fatty acids in edible wild plants by gas chromatography. *Journal of Chromatography A* 719: 229–235.
- Guimarães R, Barros L, Carvalho AM, Ferreira ICFR (2010) Studies on chemical constituents and bioactivity of *Rosa micrantha*: an alternative antioxidants source for food, pharmaceutical, or cosmetic applications. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58: 6277–6284.

- Guitián J (1993) Why *Prunus mahaleb* (Rosaceae) produces more flowers than fruits? *American Journal of Botany* 80(11): 1305–1309.
- Guitián J, Fuentes M (1992) Reproductive biology of *Crataegus monogyna* in northwestern Spain. *Acta Oecologica* 13(1): 3–11.
- Guitián J, Guitián P (1990) Fenología de la floración y fructificación en plantas de un espinal del Bierzo (León, noroeste de España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 48(1): 53–61.
- Guitián J, Sánchez JM, Guitián P (1992) Niveles de fructificación en *Crataegus monogyna* Jacq., *Prunus mahaleb* L. y *Prunus spinosa* L. (Rosaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 50(2): 239–245.
- Gupta S, Lakshmi AJ, Manjunath MN, Prakash J (2005) Analysis of nutrient and antinutrient content of underutilized green leafy vegetables. *Lwt-Food Science and Technology* 38(4): 339–345.
- Gutiérrez-Bustillo AM (1990) *Beta* L. En: Castroviejo S, et al. (eds.) *Flora iberica* 2: 479–482. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Guzmán GI, López D, Román L, Alonso AM (2013) Participatory action research in agroecology: building local organic food networks in Spain. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 37: 127–146.
- Habán M, Otepka P, Kobida L', Habánová M (2009) Production and quality of milk thistle (*Silybum marianum* [L.] Gaertn.) cultivated in cultural conditions of warm agri-climatic macroregion. *Horticultural Science (Prague)* 36(2): 25–30.
- Hadad Chi GHR, Moradi Z (2005) The amounts and distribution of diosgenin and saponin and their carbohydrate moiety of *Tamus communis* L. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 12(2): 55–66.
- Hadjichambis AC, Paraskeva-Hadjichambi D, Della A, Giusti ME, De Pasquale C, Lenzarini C, Censorii E, González-Tejero MR, Sánchez-Rojas CP, Ramiro-Gutiérrez JM, Skoula M, Johnson C, Sarpaki A, Hmamouchi M, Jorhi S, El-Demerdash M, El-Zayat M, Pieroni A (2008) Wild and semi-domesticated food plant consumption in seven circum-Mediterranean areas. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 59(5): 383–414.
- Hammer K (2001) Portulacaceae. En: Hanelt P, Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (eds.) *Mansfeld's encyclopedia of agricultural and horticultural crops*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, pp 223–227.
- Hanazaki N, Mazzeo R, Duarte AR, Souza C, Rodrigues RR (2010) Ecologic salience and agreement on the identification of tree species from Brazilian atlantic forest. *Biota Neotropica* 10(1): 77–84.
- Hardy BL (2010) Climatic variability and plant food distribution in Pleistocene Europe: implications for Neanderthal diet and subsistence. *Quaternary Science Reviews* 29: 662–679.
- Harford R (2011) Eat weeds. Wild food guide to the edible plants of Britain. <http://www.eatweeds.co.uk>. Fecha consulta: 17-02-2011.
- Harlan J (1975) *Crops and man*. American Society of Agronomy & Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin.
- Hernández-Bermejo JE, León J (1992) *Cultivos marginados. Otra perspectiva de 1992*. FAO, Roma.

- Herrera CM (1982) Seasonal variation in the quality of fruits and diffuse coevolution between plants and avian dispersers. *Ecology* 63(3): 773–785.
- Herrera CM (1984) A study of avian frugivores, bird-dispersed plants, and their interaction in Mediterranean scrublands. *Ecological Monographs* 54(1): 1–23.
- Herrera CM (1987) Vertebrate-dispersed plants of the Iberian Peninsula: a study of fruit characteristics. *Ecological Monographs* 57: 305–331.
- Herrera CM (1989) Frugivory and seed dispersal by carnivorous mammals and associated fruit characteristics in undisturbed Mediterranean habitats. *Oikos* 55: 250–262.
- Herrera CM (1998) Long-term dynamics of Mediterranean frugivorous birds and fleshy fruits: a 12-year study. *Ecological Monographs* 68(4): 511–538.
- Herrera CM, Jordano P (1981) *Prunus mahaleb* and birds: the high-efficiency seed dispersal system of a temperate fruiting tree. *Ecological Monographs* 51(2): 203–218.
- Herrera CM, Jordano P, Guitián J, Traveset A (1998) Annual variability in seed production by woody plants and the masting concept: reassessment of principles and relationship to pollination and seed dispersal. *The American Naturalist* 152: 576–594.
- Herrera JM, García D (2009) The role of remnant trees in seed dispersal through the matrix: being alone is not always so sad. *Biological Conservation* 142: 149–158.
- Herrera JM, Morales JM, García D (2011) Differential effects of fruit availability and habitat cover for frugivore-mediated seed dispersal in a heterogeneous landscape. *Journal of Ecology* 99: 1100–1107.
- Heywood V (1999) Use and potential of wild plants in farm households. FAO Farm Systems Management. Series 15.
- High C, Shackleton CM (2000) The comparative value of wild and domestic plants in home gardens of a South African rural village. *Agroforestry Systems* 48: 141–156.
- Hirschegger P, Jakše J, Trontelj P, Bohanec B (2010) Origins of *Allium ampeloprasum* horticultural groups and a molecular phylogeny of the section *Allium* (*Allium*: Alliaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 54(2): 488–497.
- Hjortsø CN, Stræde S (2001) Strategic multiple-use forest planning in Lithuania. Applying multi-criteria decision-making and scenario analysis for decision support in an economy in transition. *Forest Policy and Economics* 3: 175–188.
- IE (2011) Instituto de Estadística. Banco de datos municipal y zonal Almudena. <http://www.madrid.org/desvan/almudena/almudena.html>. Fecha consulta: 2-07-2012.
- IFOAM (2006) Proceedings of the 1st IFOAM International Conference on Organic Wild Production. Teslic, Bosnia y Herzegovina.
- IGME (1973a) Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Arganda, 583. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- IGME (1973b) Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Tarancón, 607. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Ihalainen M, Alho J, Kolehmainen O, Pukkala T (2002) Expert models for bilberry and cowberry yields in Finnish forests. *Forest Ecology and Management* 157: 15–22.
- Ihalainen M, Salo K, Pukkala T (2003) Empirical prediction models for *Vaccinium myrtillus* and *V. vitis-idaea* berry yields in North Karelia, Finland. *Silva Fennica* 37(1): 95–108.



- Irving M (2009) The forager handbook. Wild food guide to the edible plants of Britain. Ebury Press, London.
- ITGE (1991a) Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Buitrago del Lozoya, 484. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.
- ITGE (1991b) Mapa geológico de España, escala 1:50.000. El Espinar, 507. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.
- ITGE (1991c) Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Torrelaguna, 509. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.
- ITGE (1996) Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Alcalá de Henares, 560. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.
- ITGE (1997) Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Algete, 535. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.
- ITGE (1998) Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Pastrana, 561. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.
- ITGE (2000) Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Colmenar Viejo, 534. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.
- ITGE (2007) Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Villa del Prado, 580. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.
- Jage H (1979) Portulacaceae. En: Conert HJ, Schultze-Motel W, Wagenitz G (eds.) Gustav Hegi Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Paul Parey, Berlin-Hamburg, pp 1183–1221.
- Janse G, Ottitsch A (2005) Factors influencing the role of non-wood forest products and services. *Forest Policy and Economics* 7: 309–319.
- Jeambey Z, Johns T, Talhouk S, Batal M (2009) Perceived health and medicinal properties of six species of wild edible plants in north-east Lebanon. *Public Health Nutrition* 12(10): 1902–1911.
- Johns T (1996) The origins of human diet and medicine. Chemical ecology. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- Johns T, Eyzaguirre PB (2006) Linking biodiversity, diet and health in policy and practice. *Proceedings of the Nutrition Society* 65(2): 182–189.
- Jordano P (1982) Migrant birds are the main seed dispersers of blackberries southern Spain. *Oikos* 38: 183–193.
- Jordano P (1995) Frugivore-mediated selection on fruit and seed size: birds and St. Lucie's Cherry, *Prunus mahaleb*. *Ecology* 76(8): 2627–2639.
- Kallas J (2014) Wild food adventures. Institute for the study of edible wild plants and other foragables. <http://www.wildfoodadventures.com>. Fecha consulta: 6-03-2014.
- Kang Y, Łuczaj L, Sebastian Y, Zhang S (2012) Wild food plants and wild edible fungi of Heihe valley (Qinling Mountains, Shaanxi, central China): herbophilia and indifference to fruits and mushrooms. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 81(4): 405–413.
- Karadeniz T, Şişman T (2003) Giresun'da yetiştirilen bir kocayemiş (*Arbutus unedo* L.) tipinde biyolojik özellikler. Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu. KTÜ Üniversitesi. Ziraat Fakültesi, Ordu, Turkey, pp 47–49.

- Karkanis A, Bilalis D, Efthimiadou A, Katsenios N (2012) Comparison between conventional and organic weed management: growth and yield of leek (*Allium porrum* L.). *Horticultural Science (Prague)* 39(2): 81–88.
- Kerns BK, Alexander SJ, Bailey JD (2004) Huckleberry abundance, stand conditions, and use in Western Oregon: evaluating the role of forest management. *Economic Botany* 58(4): 668–678.
- Knees SG (2003) *Apium* L. En: Castroviejo S, et al. (eds.) *Flora iberica* 10: 269–275. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Konner M, Eaton SB (2010) Paleolithic nutrition twenty-five years later. *Nutrition in Clinical Practice* 25(6): 594–602.
- Kunkel (1984) Plants for human consumption. Koeltz Scientific Books, Germany.
- Ladio A, Rapoport EH (2005) La variación estacional de las plantas silvestres comestibles en baldíos suburbanos de Bariloche, Parque Nacional Nahuel Huapi, Patagonia, Argentina. *Vida Silvestre Neotropical* 11(1-2): 33–41.
- Ladio AH, Raffaele E, Ghermandi L, Díaz-Betancourt M, López-Moreno IR, Rapoport EH (1997) Las malezas en las ciudades de S.C. de Bariloche y Coatepec y su potencial oferta alimentaria. XIII Congreso Latinoamericano de Malezas, pp 241–249.
- Laghetta G (2009) Microevolution of *Scolymus hispanicus* L. (Compositae) in South Italy: from gathering of wild plants to some attempts of cultivation. En: Buerkert A, Gebauer J (eds.) Agrobiodiversity and genetic erosion. Contributions in Honor of Prof. Dr. Karl Hammer. Supplement 92 to the Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics. Kassel University Press GmbH, pp 119–126.
- Lasheras C, Fernandez S, Patterson AM (2000) Mediterranean diet and age with respect to overall survival in institutionalized, nonsmoking elderly people. *The American Journal of Clinical Nutrition* 71(4): 987–992.
- Latorre JA (2009) Estudio etnobotánico de la provincia de La Coruña. Tesis doctoral. Facultad de Farmacia, Universidad de Valencia.
- Legwaila GM, Mojeremane W, Madisa ME, Mmolotsi RM; Rampart, M (2011) Potential of traditional food plants in rural household food security in Botswana. *Journal of Horticulture and Forestry* 3: 171–177.
- Lentini F, Venza F (2007) Wild food plants of popular use in Sicily. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 3: 15.
- Leonti M (2012) The co-evolutionary perspective of the food-medicine continuum and wild gathered and cultivated vegetables. *Genetic Resources and Crop Evolution* 59(7): 1295–1302.
- Leonti M, Nebel S, Rivera D, Heinrich M (2006) Wild gathered food plants in the European Mediterranean: a comparison analysis. *Economic Botany* 60(2): 130–142.
- Lepofsky D, Turner NJ, Kuhnlein HV (1985) Determining the availability of traditional wild plant foods: an example of Nuxalk foods, Bella Coola, British Columbia. *Ecology of Food and Nutrition* 16: 223–241.
- Lin JT, Liu SC, Chen SL, Chen HY, Yang DJ (2006) Effects of domestic processing on steroidal saponins in Taiwanese yam cultivar (*Dioscorea pseudojaponica* Yamamoto). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(26): 9948–9954.

- Lindeberg S, Cordain L, Eaton SB (2003) Biological and clinical potential of a palaeolithic diet. *Journal of Nutritional & Environmental Medicine* 13(3): 149–160.
- López González G (2002) Los árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares. Mundiprensa, Madrid.
- López-Bucio J, Nieto-Jacobo MF, Ramírez-Rodríguez V, Herrera-Estrella L (2000) Organic acid metabolism in plants: from adaptive physiology to transgenic varieties for cultivation in extreme soils. *Plant Science* 160: 1–13.
- López-González G (1990) *Rumex* L. En: Castroviejo S, *et al.* (eds.) *Flora iberica* 2: 595–634. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Lucena RFP, Medeiros PM, Araújo EL, Alves AG, Albuquerque UP (2012) The ecological apparency hypothesis and the importance of useful plants in rural communities from Northeastern Brazil: an assessment based on use value. *Journal of Environmental Management* 96: 106–115.
- Łuczaj Ł (2013) Foraging wokshops. Wild food plants of the Carpathians. [http://luczaj.com/ang\\_warsztaty.htm](http://luczaj.com/ang_warsztaty.htm). Fecha consulta: 26-10-2013.
- Łuczaj L, Končić MZ, Miličević T, Dolina K, Pandža M (2013) Wild vegetable mixes sold in the markets of Dalmatia (southern Croatia). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9: 2.
- Łuczaj L, Pieroni A, Tardío J, Pardo-de-Santayana M, Sõukand R, Svanberg I, Kalle R (2012) Wild food plant use in 21st century Europe: the disappearance of old traditions and the search for new cuisines involving wild edibles. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 81(4): 359–370.
- Łuczaj L, Szymański W (2007) Wild vascular plants gathered for consumption in the Polish countryside: a review. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 3(1): 17.
- Luís A, Domingues F, Duarte AP (2011) Bioactive compounds, RP-HPLC analysis of phenolics, and antioxidant activity of some Portuguese shrub species extracts. *Natural Product Communications* 6(12): 1863–1872.
- MAGRAMA (2014) Estadísticas agrarias. Superficies y producciones anuales de cultivos, año 2011 (cultivos industriales: lúpulo) y 2012 (frutales y hortalizas). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. <http://www.magrama.gob.es>. Fecha consulta: 4-02-2014.
- Maldonado B, Caballero J, Delgado-Salinas A, Lira R (2013) Relationship between use value and ecological importance of floristic resources of seasonally dry tropical forest in the Balsas River Basin, México. *Economic Botany* 67(1): 17–29.
- Marco C, Chauvet M, Mathez J, Ubaud J, Passama L, Garrone B, Molina J, Cornillon M, Martin P, Wotan JM, Walsh J (2003) Les salades sauvages. L'Ensalada champanèla. Les Ecologistes de L'Euzière, Sant Jean de Cuculles.
- MARM (2009) Anuario de estadística agraria. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, España. <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario.htm>. Fecha consulta: 3-11-2010.
- Maroto JV (2002) Horticultura herbácea especial. 5º edición. Mundi-Prensa, Madrid.

## 11. Bibliografía

---

- Martín-Duque JF (2007) Erosión hídrica en cárcavas y barrancos de la provincia de Segovia, España. *Geología & Yacimientos Minerales*. www.aulados.net. Fecha consulta: 15-09-2013.
- Martínez de Aragón J, Bonet JA, Fischer CR, Colinas C (2007) Productivity of ectomycorrhizal and selected edible saprotrophic fungi in pine forests of the pre-Pyrenees mountains, Spain: predictive equations for forest management of mycological resources. *Forest Ecology and Management* 252: 239–256.
- Martínez Lirola MJ, González-Tejero MR, Molero Mesa J (1997) Investigaciones etnobotánicas en el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar (Almería). Sociedad Almeriense de Historia Natural, Almería.
- Martínez T (2000) Vegetación de ribera del Río Henares en la Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid.
- Martínez-Jaúregui M, Arenas C, Herruzo AC, 2011. Understanding long-term hunting statistics: the case of Spain (1972-2007). *Forest Systems* 20(1): 139–150.
- Martins D, Barros L, Carvalho AM, Ferreira ICFR (2011) Nutritional and in vitro antioxidant properties of edible wild greens in Iberian Peninsula traditional diet. *Food Chemistry* 125(2): 488–494.
- Massey LK (2007) Food oxalate: factors affecting measurement, biological variation, and bioavailability. *Journal of the American Dietetic Association* 107(7): 1191–1194.
- McDermott JH (2000) Antioxidant nutrients: current dietary recommendations and research update. *Journal of the American Pharmacists Association* 40(6): 785–799.
- McLain RJ, MacFarland K, Brody L, Hebert J, Hurley P, Poe M, Buttolph LP, Gabriel N, Dzuna M, Emery MR, Charnley S (2012) Gathering in the city: an annotated bibliography and review of the literature about human-plant interactions in urban ecosystems. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-849. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, Oregon, USA.
- Mendonça de Carvalho LM (2006) Estudos de etnobotânica e botânica económica no Alentejo. Tesis doctoral. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Portugal.
- Menendez-Baceta G, Aceituno-Mata L, Tardío J, Reyes-García V, Pardo-de-Santayana M (2012) Wild edible plants traditionally gathered in Gorbeialdea (Biscay, Basque Country). *Genetic Resources and Crop Evolution* 59(1329): 1329–1347.
- Mesa S (1996) Estudio etnobotánico y agroecológico de la comarca de la Sierra de Mágina (Jaén). Tesis doctoral. Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid.
- Miina J, Hotanen JP, Salo K (2009) Modelling the abundance and temporal variation in the production of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in Finnish mineral soil forests. *Silva Fennica* 43(4): 577–593.
- Miina J, Pukkalab T, Hotanena JP, Salo K (2010) Optimizing the joint production of timber and bilberries. *Forest Ecology and Management* 259: 2065–2071.
- Miller WM (2013) Allotments and alternative food networks: the case of Plymouth, UK. Tesis doctoral. Faculty of Science and Technology, Plymouth University, UK.
- Moerman DE (1998) Native American ethnobotany. Timber Press, Portland and Cambridge.

- Molina M, Pardo-de-Santayana M, Aceituno L, Morales R, Tardío J (2011) Fruit production of Strawberry-tree (*Arbutus unedo* L.) in two Spanish forests. *Forestry* 84: 419–429.
- Molina M, Pardo-de-Santayana M, García E, Aceituno-Mata L, Morales R, Tardío J (2012) Exploring the potential of wild food resources in the Mediterranean region: natural yield and gathering pressure of the wild asparagus (*Asparagus acutifolius* L.). *Spanish Journal of Agricultural Research* 10(4): 1090–1100.
- Molina M, Pardo-de-Santayana M, Tardío J (2015, en prensa) Natural production and cultivation of Mediterranean wild edibles. En: Sánchez-Mata MC, Tardío J (eds.). *Mediterranean wild edible plants - Ethnobotany and food composition tables*. Springer.
- Molina M, Tardío J, Aceituno-Mata L, Morales R, Reyes-García V, Pardo-de-Santayana M (2014) Weeds and food diversity: natural yield assessment and future alternatives for traditionally consumed wild vegetables. *Journal of Ethnobiology* 34(1): 44–67.
- Molina N (2001) Estudio de la flora de interés etnobotánico en el municipio de Carcabuey (Córdoba). Proyecto fin de carrera. ETS de Ingenieros Agrónomos y Montes, Universidad de Córdoba.
- Moll M (2005) *Les plantes a Menorca: noms i usos*. Institut Menorquí d'Estudis, Mahón, Menorca.
- Monasterio-Huelin E (1998) *Rubus* L. En: Castroviejo S, et al. (eds.) *Flora iberica* 6: 143–195. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Morales P (2011) *Vegetales silvestres de uso alimentario: determinación de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante*. Tesis doctoral. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid.
- Morales P, Carvalho AM, Sánchez-Mata MC, Cámara M, Molina M, Ferreira ICFR (2012a) Tocopherol composition and antioxidant activity of Spanish wild vegetables. *Genetic Resources and Crop Evolution* 59: 851–863.
- Morales P, Ferreira ICFR, Carvalho AM, Fernández-Ruiz V, Sánchez-Mata MC, Cámara M, Morales R, Tardío J (2013) Wild edible fruits as a potential source of phytochemicals with capacity to inhibit lipid peroxidation. *European Journal of Lipid Science and Technology* 115(2): 176–185.
- Morales P, Ferreira ICFR, Carvalho AM, Sánchez-Mata MC, Cámara M, Tardío J (2012b) Fatty acids characterization of twenty Spanish wild vegetables. *Food Science and Technology International* 18: 281–290.
- Morales R, Macía MJ, Dorda E, García-Villaraco A (1996) *Nombres vulgares II*. Archivos de *Flora iberica* 7. CSIC, Madrid.
- Morales R, Tardío J, Aceituno L, Molina M, Pardo-de-Santayana M (2011) Biodiversidad y etnobotánica en España. En: Viejo-Montesinos JL (ed.) *Biodiversidad. Aproximación a la diversidad botánica y zoológica de España*. Real Sociedad Española de Historia Natural, Madrid, pp 157–207.
- Mulas M, Cani MR, Brigaglia N, Deidda P (1998) Selezione varietale da popolazioni spontanee per la coltivazione di mirto e coberzzolo in Sardegna. *Rivista di Frutticoltura* 3: 45–50.
- Mulas M, Nieddu P, Mulas G (2004) Studio delle caratteristiche morfologiche di accessioni di coberzzolo (*Arbutus unedo* L.) e fillirea (*Phillirea* spp. L.) provenienti dalla Sardegna Centrale. *Italus Hortus* 11(4): 210–213.

- Müller S (2009) Guidance manual for organic collection of wild plants. SIPPO, Switzerland.
- Munro DB, Small E (1997) Vegetables of Canada. National Research Council of Canada, Ottawa.
- Muñoz-Garmendia F, Navarro C, Aedo C (1998) *Crataegus* L. En: Castroviejo S, *et al.* (eds.) *Flora iberica* 6: 404–414. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Murray G, Boxall PC, Wein RW (2005) Distribution, abundance, and utilization of wild berries by the Gwich'in people in the Mackenzie River Delta Region. *Economic Botany* 59(2): 174–184.
- Nakata PA (2003) Advances in our understanding of calcium oxalate crystal formation and function in plants. *Plant Science* 164(6): 901–909.
- Nassif F, Tanji A (2013) Gathered food plants in Morocco: the long forgotten species in ethnobotanical research. *Life Sciences Leaflets* 3: 17–54.
- Naudé TW, Naidoo V (2007) Oxalates-containing plants. En: Gupta RC (ed.) *Veterinary toxicology*. Academic Press, New York, pp 880–891.
- Navarro A, Bañón S, Morte A, Sánchez-Blanco MJ (2011) Effects of nursery preconditioning through mycorrhizal inoculation and drought in *Arbutus unedo* L. plants. *Mycorrhiza* 21: 53–64.
- Navarro A, Sánchez-Blanco MJ, Morte A, Bañón S (2009) The influence of mycorrhizal inoculation and paclobutrazol on water and nutritional status of *Arbutus unedo* L. *Environmental and Experimental Botany* 66: 362–371.
- Nebel S, Pieroni A, Heinrich M (2006) *Ta chòrta*: wild edible greens used in the Graecanic area in Calabria, Southern Italy. *Appetite* 47(3): 333–342.
- Obeso JR, Herrera CM (1994) Inter- and intraspecific variation in fruit traits in co-occurring vertebrate-dispersed plants. *International Journal of Plant Science* 155(3): 382–387.
- Obeso JR, Martínez I, García D (2011) Seed size is heterogeneously distributed among destination habitats in animal dispersed plants. *Basic and Applied Ecology* 12: 134–140.
- Ogaya R, Peñuelas J (2004) Phenological patterns of *Quercus ilex*, *Phillyrea latifolia*, and *Arbutus unedo* growing under a field experimental drought. *Ecoscience* 11: 263–270.
- Ogaya R, Peñuelas J (2007) Species-specific drought effects on flower and fruit production in a Mediterranean holm oak forest. *Forestry* 80: 351–357.
- Ogle BM (2001) Wild vegetables and micronutrient nutrition studies on the significance of wild vegetables in women's diets in Vietnam. Tesis doctoral. Uppsala University, Sweden.
- O'Keefe JH, Cordain L (2004) Cardiovascular disease resulting from a diet and lifestyle at odds with our Paleolithic genome: how to become a 21st-century hunter-gatherer. *Mayo Clinic Proceedings* 79: 101–108.
- Oliveira AP, Pereira JA, Andrade PB, Valentão P, Seabra RM, Silva BM (2008) Organic acids composition of *Cydonia oblonga* Miller leaf. *Food Chemistry* 111: 393–399.
- Olmedilla B, Granado F (2008) Componentes bioactivos. En: Instituto de Nutrición y Trastornos Alimentarios (ed.) *Alimentos funcionales. Aproximación a una nueva alimentación*. Dirección General de Salud Pública y Alimentación, Comunidad de Madrid, pp 170–193.

- ONU (1992) Convenio sobre la Diversidad Biológica. Naciones Unidas. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>. Fecha consulta: 26-03-2013.
- Osborne DR, Voogt P (1986) Análisis de los nutrientes de los alimentos. Ed. Acribia S.A, Zaragoza.
- Özcan MM, Haciseferoğullari H (2007) The strawberry (*Arbutus unedo* L.) fruits: chemical composition, physical properties and mineral contents. *Journal of Food Engineering* 78: 1022–1028.
- Paiva J, Cirujano S, Villanueva E (1986) *Montia fontana* L. (Portulacaceae) en la Península Ibérica. *Boletim da Sociedade Broteriana Série 2* 59: 321–333.
- Paiva J, Villanueva E (1990) *Montia* L. En: Castroviejo S, et al. (eds.) *Flora iberica* 2: 469–473. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Palaniswamy UR, Bible BB, McAvoy RJ (2002) Effect of nitrate: ammonium nitrogen ratio on oxalate levels of purslane. En: Janick J, Whipkey A (eds.) *Trends in new crops and new uses. Proceedings of the Fifth National Symposium, Atlanta, Georgia, USA, 10-13 November, 2001*, pp 453–455.
- Pallauf K, Rivas-Gonzalo JC, del Castillo MD, Cano MP, Pascual-Teresa S (2008) Characterization of the antioxidant composition of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits. *Journal of Food Composition and Analysis* 21: 273–281.
- Pandit BH, Kumar C (2010) Factors influencing the integration of non-timber forest products into field crop cultivation: a case study from eastern Nepal. *Journal of Sustainable Forestry* 29: 671–695.
- Parada M, Carrió E, Vallès J (2011) Ethnobotany of food plants in the Alt Empordà region (Catalonia, Iberian Peninsula). *Journal of Applied Botany and Food Quality* 84: 11–25.
- Parada M, Selga A, Bonet MA, Vallès J (2002) Etnobotànica de les terres gironines: natura i cultura popular a la plana interior de l'Alt Empordà i de les Guilleries. Diputació de Girona.
- Pardo-de-Santayana M (2008) Estudios etnobotánicos en Campoo (Cantabria): conocimiento y uso tradicional de las plantas. CSIC, Madrid.
- Pardo-de-Santayana M, Pieroni A, Puri R (2010) The ethnobotany of Europe, past and present. En: Pardo-de-Santayana M, Pieroni A, Puri R (eds.) *Ethnobotany in the new Europe: people, health and wild plant resources*. Berghahn Press, New York, Oxford, UK, pp 1–15.
- Pardo-de-Santayana M, Tardío J, Blanco E, Carvalho AM, Lastra JJ, San Miguel E, Morales R (2007) Traditional knowledge on wild edible plants in the northwest of the Iberian Peninsula (Spain and Portugal): a comparative study. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 3: 27.
- Pardo-de-Santayana M, Tardío J, Morales R (2005) The gathering and consumption of wild edible plants in the Campoo (Cantabria, Spain). *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 56(7): 529–542.
- Pérez-Negrón E, Casas A (2007) Use, extraction rates and spatial availability of plant resources in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico: the case of Santiago Quiotepec, Oaxaca. *Journal of Arid Environments* 70: 356–379.
- Peris JB, Stübing G (2006) Plantas tóxicas de la provincia de Albacete. Albacete.

- PFAF (2014) Plants for a Future: edible, medicinal and useful plants for a healthier world. <http://www.pfaf.org>. Fecha consulta: 13-02-2014.
- Philip MS (1994) Measuring trees and forests. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
- Phillips KM, Tarragó-Trani MT, Gebhardt SE, Exler J, Patterson KY, Haytowitz DB, Pehrsson PR, Holden JM (2010) Stability of vitamin C in frozen raw fruit and vegetable homogenates. *Journal of Food Composition and Analysis* 23: 253–259.
- Phillips R (1994) Wild food. Macmillan, London.
- Pieroni A (1999) Gathered wild food plants in the upper valley of the Serchio river (Garfagnana), Central Italy. *Economic Botany* 53(3): 327–341.
- Pieroni A (2001) Evaluation of the cultural significance of wild food botanicals traditionally consumed in Northwestern Tuscany, Italy. *Journal of Ethnobiology* 21(1): 89–104.
- Pieroni A, Nebel S, Santoro RF, Heinrich M (2005) Food for two seasons: culinary uses of non-cultivated local vegetables and mushrooms in a south Italian village. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 56(4): 245–272.
- Polo S, Tardío J, Vélez-del-Burgo A, Molina M, Pardo-de-Santayana M (2009) Knowledge, use and ecology of golden thistle (*Scolymus hispanicus* L.) in Central Spain. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 5(1): 42.
- Pretel MT, Pérez V, Sánchez M, Obón C (2008) Contribución al conocimiento de las plantas comestibles silvestres de la provincia de Alicante. *Agrícola vergel* 314: 58–63.
- Quave C, Pieroni A (2014) Fermented foods for food security and food sovereignty in the Balkans: a case study of the Gorani people of northeastern Albania. *Journal of Ethnobiology* 34(1): 28–43.
- Raatikainen M, Rossi E, Huovinen J, Koskela M-L, Niemelä M, Raatikainen T (1984) The yields of the edible wild berries in central Finland (en finlandés con resumen en inglés). *Silva Fennica* 18(3): 199–219.
- Raatikainen M, Rossi E, Vänninen I (1985) On methods of estimating the berry yield and the berry yield of rowan tree (*Sorbus aucuparia*). *Silva Fennica* 19(2): 203–209.
- Rafael M, Barros L, Carvalho AM, Ferreira ICFR (2011) Topical anti-inflammatory plant species: bioactivity of *Bryonia dioica*, *Tamus communis* and *Lonicera periclymenum* fruits. *Industrial Crops and Products* 34: 1447–1454.
- Rapoport EH (1995) Edible weeds: a scarcely used resource. *Bulletin of the Ecological Society of America* 76(3): 163–166.
- Rapoport EH, Ladio A, Raffaele E, Ghermandi L, Sanz EH (1998) Malezas comestibles. Hay yuyos y yuyos... *Ciencia Hoy* vol. 9, nº 49.
- Redzic S (2006) Wild edible plants and their traditional use in the human nutrition in Bosnia-Herzegovina. *Ecology of Food and Nutrition* 45: 189–232.
- Reyes-García V, Aceituno L, Vila S, Calvet-Mir L, Garnatje T, Jesch A, Lastra JJ, Parada M, Rigat M, Vallès J, Pardo-de-Santayana M (2012) Home gardens in three mountain regions of the Iberian Peninsula: description, motivation for gardening, and gross financial benefits. *Journal of Sustainable Agriculture* 36: 249–270.
- Rita J (2012) Herbario virtual del Mediterráneo Occidental. Universitat de les Illes Balears. <http://herbarivirtual.uib.es/cas-med/estatic/credits.html>. Fecha consulta: 11-05-2012.



- Rivera D, Obón C, Heinrich M, Inocencio C, Verde A, Fajardo J (2006a) Gathered mediterranean food plants - Ethnobotanical investigations and historical development. En: Heinrich M, Müller W, Galli C (eds.) Local mediterranean food plants and nutraceuticals. Forum. Nutr. Basel, Karger, vol. 59, pp 18–74.
- Rivera D, Verde A, Fajardo J, Inocencio C, Obón C, Heinrich M (2006b) Guía etnobotánica de los alimentos locales recolectados en la provincia de Albacete. Instituto de Estudios Albacetenses, Albacete.
- Robbins P, Emery M, Rice JL (2008) Gathering in Thoreau's backyard: nontimber forest product harvesting as practice. *Area* 40(2): 265–277.
- Rodríguez M, Plaza G, Gil R, Chaves B, Jiménez J (2008) Reconocimiento y fluctuación poblacional arvense en el cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) para el municipio de Cota, Cundinamarca. *Agronomía Colombiana* 26(1): 87–96.
- Rodríguez-Estévez V, García A, Mata C, Perea JM, Gómez AG (2008) Fundamento de los procedimientos para la estimación de la producción de bellota en la dehesa. *Archivos de Zootecnia* 57: 29–38.
- Rosati A (2001) Un possibile futuro per l'asparago selvatico. *L'Informatore Agrario* 7: 89–92.
- Rosati A, Falavigna A (2000) Germinazione dei semi di asparago selvatico. *L'Informatore Agrario* 56: 53–55.
- Rosati A, Pepe R, Senatore A, Perrone D, Falavigna A (2005) Produttività dell'asparago selvatico. *L'Informatore Agrario* 8: 75–77.
- Rossi E, Raatikainen M, Huovinen J, Koskela M-L, Niemelä M (1984) The picking and use of edible wild berries in Central Finland (en finlandés con resumen en inglés). *Silva Fennica* 18: 221–236.
- Ruiz L, Fernández A (2009) Estudio de la edad de diferentes especies arbóreas en función de su diámetro. Estimación por modelos de crecimiento. En: Domínguez S (ed.) Gigantes y ancianos de los bosques españoles. Bosques sin fronteras, Madrid, pp. 66–77.
- Ruiz-Rodríguez BM (2009) Valoración nutricional de frutos silvestres comestibles de uso tradicional en España. Tesis de máster. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid.
- Ruiz-Rodríguez BM, Morales P, Fernández-Ruiz V, Sánchez-Mata MC, Cámara M, Díez-Marqués C, Pardo-de-Santayana M, Molina M, Tardío J (2011) Valorization of wild strawberry-tree fruits (*Arbutus unedo* L.) through nutritional assessment and natural production data. *Food Research International* 44(5): 1244–1253.
- Ruiz-Rodríguez BM, Morales P, Fernández-Ruiz V, Sánchez-Mata MC, Cámara M, Molina M, Tardío J (2012) Efecto de las condiciones ambientales en el contenido de vitamina C en frutos silvestres comestibles de uso tradicional en España. En: Gómez P, García MC, Medrano E, Barceló A (eds.) Actas de Horticultura 60. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, Almería, pp 776–780.
- Salvatore S, Pellegrini N, Brenna OV, Del Río D, Frasca G, Brighenti F, Tumino R (2005) Antioxidant characterization of some Sicilian edible wild greens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(24): 9465–9471.

- San Miguel E (2004) Etnobotánica de Piloña (Asturias). Cultura y saber popular sobre las plantas en un concejo del Centro-Oriente Asturiano. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid.
- Sánchez-Mata MC, Cabrera-Loera RD, Morales P, Fernández-Ruiz V, Cámara M, Díez-Marqués C, Pardo-de-Santayana M, Tardío J (2012) Wild vegetables of the Mediterranean area as valuable sources of bioactive compounds. *Genetic Resources and Crop Evolution* 59(3): 431–443.
- Sánchez-Monge E (2001) Diccionario de plantas de interés agrícola. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Sánchez-Romero JA, Almenara C, Sánchez A, Salas MC (2007) Optimización del manejo del riego en un cultivo de apio en la provincia de Granada. Actas de Horticultura nº 48. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, pp 266-269.
- Sánchez-Romero MJ (2003) Estudio de la flora de interés etnobotánico en el municipio de Rute (Córdoba). Proyecto fin de carrera. ETS de Ingenieros Agrónomos y Montes, Universidad de Córdoba.
- Sanderson H, Prendergast HDV (2002) Commercial uses of wild and traditionally managed plants in England and Scotland. Countryside Agency, English Nature and Scottish Natural Heritage. Royal Botanic Gardens, Kew, UK. <http://www.kew.org/science/ecbot/commusesreport.pdf>. Fecha consulta: 21-06-2013.
- Schaffer S, Schmitt-Schillig S, Müller WE, Eckert GP (2005) Antioxidant properties of mediterranean food plants extracts: geographical differences. *Journal of Physiology and Pharmacology* 56(Suppl. 1): 115–124.
- Schelstraete M, Kennedy BM (1980) Composition of miner's lettuce (*Montia perfoliata*). *Journal of the American Dietetic Association* 77(1): 21–25.
- Schippers RR (2004) *Nasturtium officinale*. En: Grubben GJH, Denton OA (eds.) Plant resources of tropical Africa 2. Vegetables. Prota Foundation-Backhuys Publishers-CTA, Wageningen, pp 401–403.
- Schmidt IB, Mandle L, Ticktin T, Gaoue OG (2011) What do matrix population models reveal about the sustainability of non-timber forest product harvest? *Journal of Applied Ecology* 48(4): 815–826.
- Schunko C, Vogl C (2010) Organic farmers use of wild food plants and fungi in a hilly area in Styria (Austria). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 6: 17.
- Segarra JG, Catalán P (2005) *Tamus* L. En: Castroviejo S, et al. (eds.) *Flora iberica* 21: 8–11. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Seidemann J (1995) Knowledge of little-known exotic fruits 5. Strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) *Dtsch Lebensmitt Rundsch* 91: 110–113.
- Serçe S, Ekbıç E, Suda J, Gündüz K, Kiyga Y (2010a) Karyological features of wild and cultivated forms of myrtle (*Myrtus communis*, Myrtaceae). *Genetics and Molecular Research* 9(1): 429–433.
- Serçe S, Özgen M, Torun AA, Ercişli S (2010b) Chemical composition, antioxidant activities and total phenolic content of *Arbutus andrachne* L. (Fam. Ericaceae) (the Greek strawberry tree) fruits from Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis* 23: 619–623.

- SIGA (2012) Sistema de Información Geográfico Agrario. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, España. <http://sig.marm.es/siga>. Fecha consulta: 17-05-2012.
- Signorini MA, Piredda M, Bruschi P (2009) Plants and traditional knowledge: an ethnobotanical investigation on Monte Ortobene (Nuoro, Sardinia). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 5: 6.
- Simopoulos AP (2003) Importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty-acids: evolutionary aspects. En: Simopoulos AP, Cleland LG (eds.) Omega-6/omega-3 essential fatty-acids: the scientific evidence. Karger, Basel, Switzerland, pp 1–22.
- Simopoulos AP (2004) Omega-3 fatty acids and antioxidants in edible wild plants. *Biological Research* 37: 263–277.
- Sitte P, Weiler EW, Kadereit JW, Bresinsky A, Körner C (2003) Strasburger. Tratado de Botánica. 35ª edición. Ed. Omega, Barcelona.
- Slow Food (2014) Slow Food International. <http://www.slowfood.com>. Fecha consulta: 10-01-2014.
- Smith EN (2007) Watercress (*Nasturtium officinale*) production utilizing brook trout (*Salvelinus fontinalis*) flowthrough aquaculture effluent. Davis College of Agriculture, Forestry, and Consumer Sciences at West Virginia University, USA.
- Soriano JJ (2010) Los recursos genéticos entre la soberanía alimentaria y la interdependencia global. En: Soler M, Guerrero C (eds.) Patrimonio cultural en la nueva ruralidad andaluza. PH Cuadernos 26, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, pp 41–61.
- Souci SW, Fachmann W, Kraut H (2008) Food composition and nutrition tables. Medpharm Scientific Publishers, Stuttgart, Germany.
- Sportelli GF (2003) Ortive in fuori suolo, risultati ottimi per qualità e quantità. *Colture Protette* 2: 29–38.
- Stapp JR, Moerman DE (2001) The importance of weeds in ethnopharmacology. *Journal of Ethnopharmacology* 75: 19–23.
- Taboada G, Albuquerque UP (2012) A new application for the Optimal Foraging Theory: the extraction of medicinal plants. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* vol. 2012, article ID 364564, 10 pages. doi:10.1155/2012/364564.
- Takrouni MM, Boussaid M (2010) Genetic diversity and population's structure in Tunisian strawberry tree (*Arbutus unedo* L.). *Scientia Horticulturae* 126(3):330–337.
- Talavera S (1990) *Silene* L. En: Castroviejo S, et al. (eds.) *Flora iberica* 2: 313–406. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Tardío J (2010) Spring is coming: the gathering and consumption of wild vegetables in Spain. En: Pardo-de-Santayana M, Pieroni A, Puri R (eds.) *Ethnobotany in the new Europe: people, health and wild plant resources*. Berghahn Books, Oxford-New York, pp 211–238.
- Tardío J, Molina M, Aceituno-Mata L, Pardo-de-Santayana M, Morales R, Fernández-Ruiz V, Morales P, García P, Cámara M, Sánchez-Mata MC (2011) *Montia fontana* L. (Portulacaceae), an interesting wild vegetable traditionally consumed in the Iberian Peninsula. *Genetic Resources and Crop Evolution* 58(7):1105–1118.

- Tardío J, Pardo-de-Santayana M (2014, en prensa) Wild food plants traditionally used in Spain: regional analysis. En: Chevalier A, Marinova E, Peña-Chocarro L (eds.) *Plants and people: choices and diversity through time*. Oxbow Books, Oxford, UK.
- Tardío J, Pardo-de-Santayana M, Morales R (2006) Ethnobotanical review of wild edible plants in Spain. *Botanical Journal of the Linnean Society* 152(1): 27–72.
- Tardío J, Pascual H, Morales R (2002) Alimentos silvestres de Madrid. Guía de plantas y setas de uso alimentario tradicional en la Comunidad de Madrid. Ediciones La Librería, Madrid.
- Tardío J, Pascual H, Morales R (2005) Wild food plants traditionally used in the province of Madrid. *Economic Botany* 59(2): 122–136.
- Thayer S (2006) *The forager's harvest*. 3ª edición. Forager's Harvest, Birchwood, UK.
- The Local Food-Nutraceutical Consortium (2005) Understanding local Mediterranean diets: a multidisciplinary pharmacological and ethnobotanical approach. *Pharmacological Research* 52: 353–366.
- Ticktin T (2004) The ecological implications of harvesting non-timber forest products. *Journal of Applied Ecology* 41: 11–21.
- Torres-Álvarez E, Alejano-Monje R, Alaejos-Gutiérrez J (2004) Hacia una modelización de la producción de bellota en encinares (*Quercus ilex ballota*). *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 18: 29–33.
- Triano EC, Ruiz Cabello E, Fernández Luque A, Gómez Miranda A, Jiménez Conejo A, Gutiérrez Campaña JA, Postigo JA, Castro Montes J, Sánchez Najarro JF, Marín Osuna JR, Martos M, Mérida Moral MD, Mérida Ramírez MJ, Moral R, Hinijosa R (1998) *Recuperación de tradiciones. Etnobotánica del Subbético Cordobés*. Ayuntamiento de Carcabuey, Córdoba.
- Trichopoulou A, Vasilopoulou E (2000) Mediterranean diet and longevity. *British Journal of Nutrition* 84(2): S205–S209.
- Trichopoulou A, Vasilopoulou E, Hollman P, Chamalides C, Foufa E, Kaloudis Tr, Kromhout D, Miskaki Ph, Petrochilou I, Poulima E, Stafilakis K, Theophilou D (2000) Nutritional composition and flavonoid content of edible wild greens and green pies: a potential rich source of antioxidant nutrients in the Mediterranean diet. *Food Chemistry* 70: 319–323.
- Trumbo P, Schlicker S, Yates AA, Poos M (2002) Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *Journal of the American Dietetic Association* 102: 1621–1630.
- Turker AU, Yildirim AB, Karakas FP (2012) Antibacterial and antitumor activities of some wild fruits grown in Turkey. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 26(1): 2765–2772.
- Turner NJ, Łuczaj ŁJ, Migliorini P, Pieroni A, Dreon AL, Sacchetti LE, Paoletti MG (2011) Edible and tended wild plants, traditional ecological knowledge and agroecology. *Critical Reviews in Plant Sciences* 30(1-2): 198–225.
- Turner NJ, Turner KL (2008) "Where our women used to get the food": cumulative effects and loss of ethnobotanical knowledge and practice; case study from Coastal British Columbia. *Botany* 86: 103–115.

- Turtiainen M, Salo K, Saastamoinen O (2011) Variations of yield and utilisation of bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) and cowberries (*V. vitis-idaea* L.) in Finland. *Silva Fennica* 45(2): 237–251.
- Tutin TG, Heywood VH, Burges DM, Moore DH, Valentine SM, Walters SM, Webb DA (1964-1980) *Flora Europaea*, vols. 1-5. The University Press, Cambridge and London, UK.
- Ukiya M, Akihisa T, Yasukawa K, Tokuda H, Toriumi M, Koike K, Kimura Y, Nikaido T, Aoi W, Nishino H, Takido M (2002) Anti-inflammatory and anti-tumor-promoting effects of cucurbitane glycosides from the roots of *Bryonia dioica*. *Journal of Natural Products* 65(2): 179–183.
- Umar KJ, Hassan LG, Dangoggo SM, Ladan MJ (2007) Nutritional composition of water spinach (*Ipomoea aquatica* Forsk.) leaves. *Journal of Applied Sciences* 7(6): 803–809.
- UNEP (2006) Convenio sobre la Diversidad Biológica. Conferencia de las partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Octava reunión. 20-31 de marzo de 2006, Curitiba, Brasil.
- Uusiku NP, Oelofse A, Duodu KG, Bester MJ, Faber M (2010) Nutritional value of leafy vegetables of sub-Saharan Africa and their potential contribution to human health: a review. *Journal of Food Composition and Analysis* 23(6): 499–509.
- Valdés B (2012) *Anchusa* L. En: Castroviejo S, et al. (eds.) *Flora iberica* 11: 349–363. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Valdés B, Talavera S, Fernández-Galiano E (1987) Flora vascular de Andalucía Occidental. Ketres Editora S.A., Barcelona.
- Vallejo JR, Peral D, Carrasco MC (2009) Anotaciones al conocimiento etnobotánico y medicinal de los espárragos extremeños. *Medicina Naturista* 3(1): 41–46.
- Vanzani P, Rossetto M, De Marco V, Sacchetti LE, Paoletti MG, Rigo A (2011) Wild mediterranean plants as traditional food: a valuable source of antioxidants. *Journal of Food Science* 76(1): C46–C51.
- Vardavas CI, Majchrzak D, Wagner KH, Elmadfa I, Katafos A (2006) The antioxidant and phyloquinone content of wildly grown greens in Crete. *Food Chemistry* 99(4): 813–821.
- Vázquez FM, Ramos S, Doncel E, Casasola JA, Balbuena E, Blanco J, Pozo J (2001) Aforo de montaneras. Metodología. Junta de Extremadura, Badajoz.
- Velasco JM, Criado J, Blanco E (2010) Usos tradicionales de las plantas en la provincia de Salamanca. Diputación de Salamanca.
- Velayos M (2003) *Pimpinella* L. En: Castroviejo S, et al. (eds.) *Flora iberica* 10: 181–191. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Vélez-del-Burgo A (2009) Plantas silvestres alimenticias de Cantoblanco. Estudio ecológico para su recolección sostenible. Proyecto fin de carrera. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid.
- Verde A (2002) Estudio etnofarmacológico de tres áreas de montaña de Castilla-La Mancha. Tesis doctoral. Facultad de Biología, Universidad de Murcia.
- Verde A, Fajardo J, Rivera D, Obón C (2001) Etnobotánica en el entorno del Parque Nacional de Cabañeros. Ministerio de Medio Ambiente. Parques Nacionales, Madrid.

## 11. Bibliografía

---

- Verde A, Rivera D, Heinrich M, Fajardo J, Inocencio C, Llorach R, Obón C (2003) Plantas alimenticias recolectadas tradicionalmente en la provincia de Albacete y zonas próximas, su uso tradicional en la medicina popular y su potencial como nutraceuticos. *Sabuco. Revista de Estudios Albacetenses* 4: 35–72.
- Via Campesina (2012) La Via Campesina: international peasant movement. <http://viacampesina.org>. Fecha consulta: 14-03-2012.
- Vieyra-Odilon L, Vibrans H (2001) Weeds as crops: the value of maize field weeds in the Valley of Toluca, Mexico. *Economic Botany* 55(3): 426–443.
- Villar L (1993) *Arbutus* L. En: Castroviejo S, et al. (eds.) *Flora iberica* 4: 514–516. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Vogl-Lukasser B, Vogl CR, Gütler M, Heckler S (2010) Plant species with spontaneous reproduction in homegardens in Eastern Tyrol (Austria): perception and management by women farmers. *Ethnobotany Research & Applications* 8: 1–15.
- Walter H, Lieth H (1960) Klimadiagramm – weltatlas. Fisher, Jena, Germany.
- Walters SM (1964) *Montia* L. En: Tutin TG, Heywood VH, Burges DM, Moore DH, Valentine SM, Walters SM, Webb DA (eds.) *Flora Europaea*, vol I. The University Press, Cambridge and London, pp 114–115.
- Wapshere AJ, Hasan S, Wahba WK, Caresche L (1974) The ecology of *Chondrilla juncea* in the Western Mediterranean. *Journal of Applied Ecology* 11(2): 783–799.
- Wehi PM, Wehi WL (2010) Traditional plant harvesting in contemporary fragmented and urban landscapes. *Conservation Biology* 24: 594–604.
- Wheelwright NT (1986) A seven-year study of individual variation in fruit production in tropical bird-dispersed tree species in the family Lauraceae. En: Estrada A, Fleming TH (eds.) *Frugivores and seed dispersal*. Junk, Dordrecht, Nederland, pp 19–35.
- Yates CJ, Elliott C, Byrne M, Coates DJ, Fairman R (2007) Seed production, germinability and seedling growth for a bird-pollinated shrub in fragments of kwongan in south-west Australia. *Biological Conservation* 136(2): 306–314.
- Youngblood D (2004) Identification and quantification of edible plant foods in the Upper (Nama) Karoo, South Africa. *Economic Botany* 58: 43–65.
- Zapata L (2000) La recolección de plantas silvestres en la subsistencia mesolítica y neolítica. Datos arqueobotánicos del País Vasco. *Complutum* 11: 157–170.
- Zurro D (2010) Ni carne ni pescado (consumo de recursos vegetales en la Prehistoria): análisis de la variabilidad de los conjuntos fitolitológicos en contextos cazadores-recolectores. Tesis doctoral. Departament de Prehistòria, Universitat Autònoma de Barcelona.

# ANEXO 1

Valores medios totales de producción por planta, abundancia y producción por hectárea de las especies estudiadas.

**Tabla A1.1** Resumen de los valores medios totales de producción por planta (media  $\pm$  error típico).

|                           | Especie                      | Producción por individuo o cuadrado | Unidades <sup>1</sup>       | Producción por superficie (kg m <sup>-2</sup> ) |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---|
| Verduras de hoja          | <i>Allium ampeloprasum</i>   | 13,8 $\pm$ 0,6                      | g/individuo                 |   |
|                           | <i>Anchusa azurea</i>        | 117,1 $\pm$ 8,4                     | g/individuo                 |   |
|                           | <i>Apium nodiflorum</i>      | 152,5 $\pm$ 11,5                    | g/cuadrado                  | 3,81 $\pm$ 0,29                                 |
|                           | <i>Beta maritima</i>         | 284,4 $\pm$ 24,3                    | g/individuo                 |   |
|                           | <i>Chondrilla juncea</i>     | 30,1 $\pm$ 2,7                      | g/individuo                 |   |
|                           | <i>Cichorium intybus</i>     | 130,7 $\pm$ 11,2                    | g/individuo                 |   |
|                           | <i>Foeniculum vulgare</i>    | 261,7 $\pm$ 21,1                    | g/individuo                 |   |
|                           | <i>Montia fontana</i>        | 105,7 $\pm$ 5,1                     | g/cuadrado                  | 2,64 $\pm$ 0,13                                 |
|                           | <i>Papaver rhoeas</i>        | 58,4 $\pm$ 6,1                      | g/individuo                 |   |
|                           | <i>Rumex papillaris</i>      | 86,1 $\pm$ 5,1                      | g/cuadrado                  | 2,15 $\pm$ 0,13                                 |
|                           | <i>Rumex pulcher</i>         | 98,3 $\pm$ 4,0                      | g/cuadrado                  | 2,46 $\pm$ 0,10                                 |
|                           | <i>Scolymus hispanicus</i>   | 52,7 $\pm$ 4,9                      | g/individuo                 |   |
|                           | <i>Silene vulgaris</i>       | 20,4 $\pm$ 0,8                      | g/cuadrado                  | 0,51 $\pm$ 0,02                                 |
|                           | <i>Silybum marianum</i>      | 246,1 $\pm$ 22,5                    | g/individuo                 |   |
|                           | <i>Sonchus oleraceus</i>     | 28,3 $\pm$ 2,5                      | g/individuo                 |   |
| <i>Taraxacum obovatum</i> | 12,7 $\pm$ 0,8               | g/individuo                         |                             |   |
| Espárragos                | <i>Asparagus acutifolius</i> | 8,2 $\pm$ 0,8                       | g/individuo                 |   |
|                           | <i>Bryonia dioica</i>        | 40,7 $\pm$ 4,7                      | g/individuo                 |   |
|                           | <i>Humulus lupulus</i>       | 79,3 $\pm$ 14,7                     | g m <sup>-2</sup> de planta | 0,08 $\pm$ 0,01                                 |
| Frutos carnosos           | <i>Arbutus unedo</i>         | 4,4 $\pm$ 0,6                       | kg/árbol                    | 0,29 $\pm$ 0,03                                 |
|                           | <i>Crataegus monogyna</i>    | 4,0 $\pm$ 0,6                       | kg/árbol                    | 0,24 $\pm$ 0,02                                 |
|                           | <i>Rubus ulmifolius</i>      | 513 $\pm$ 52                        | g m <sup>-2</sup> de planta | 0,51 $\pm$ 0,05                                 |

<sup>1</sup> Cuadrado de 20 x 20 cm (0,04 m<sup>2</sup>), utilizado como unidad de muestreo en las especies clonales de verduras de hoja. La producción, expresada en g por cuadrado, se ha transformado en la columna adyacente en kg m<sup>-2</sup> de superficie ocupada por la planta, para facilitar su comparación con las otras dos categorías de uso.

**Tabla A1.2** Resumen de los valores medios totales de peso y número de espárragos por planta (media  $\pm$  error típico).

| Especie                      | Peso            | Unidades        | Número <sup>1</sup> | Unidades                            |
|------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-------------------------------------|
| <i>Asparagus acutifolius</i> | 2,76 $\pm$ 0,09 | g por espárrago | 2,96 $\pm$ 0,25     | Espárragos por planta               |
| <i>Bryonia dioica</i>        | 1,76 $\pm$ 0,02 | g por espárrago | 23,60 $\pm$ 2,25    | Espárragos por planta               |
| <i>Humulus lupulus</i>       | 1,69 $\pm$ 0,05 | g por espárrago | 63,83 $\pm$ 8,31    | Espárragos m <sup>2</sup> de planta |
| <i>Tamus communis</i>        | 1,58 $\pm$ 0,07 | g por espárrago | N/D                 |                                     |

<sup>1</sup> N/D = no disponible

**Tabla A1.3** Resumen de los valores medios totales de peso y número de frutos por planta (media  $\pm$  error típico).

| Especie                   | Peso            | Unidades    | Número           | Unidades         | Número de frutos m <sup>2</sup> de planta |
|---------------------------|-----------------|-------------|------------------|------------------|---|
| <i>Arbutus unedo</i>      | 3,69 $\pm$ 0,08 | g por fruto | 1136 $\pm$ 150   | Frutos por árbol | 71 $\pm$ 8                                |
| <i>Crataegus monogyna</i> | 0,36 $\pm$ 0,01 | g por fruto | 11109 $\pm$ 1572 | Frutos por árbol | 665 $\pm$ 68                              |
| <i>Rubus ulmifolius</i>   | 1,01 $\pm$ 0,02 | g por fruto |                  |                  | 504 $\pm$ 51                              |

**Tabla A1.4** Resumen de los valores medios totales de abundancia en las zonas de muestreo (media  $\pm$  error típico).

|                  | Especie                      | Densidad         | Unidades <sup>1</sup>       | % Cobertura     |
|------------------|------------------------------|------------------|-----------------------------|-----------------|
| Verduras de hoja | <i>Allium ampeloprasum</i>   | 15494 $\pm$ 3189 | Individuos ha <sup>-1</sup> |                 |
|                  | <i>Anchusa azurea</i>        | 3984 $\pm$ 591   | Individuos ha <sup>-1</sup> |                 |
|                  | <i>Beta maritima</i>         | 3412 $\pm$ 544   | Individuos ha <sup>-1</sup> |                 |
|                  | <i>Chondrilla juncea</i>     | 7687 $\pm$ 850   | Individuos ha <sup>-1</sup> |                 |
|                  | <i>Cichorium intybus</i>     | 3676 $\pm$ 439   | Individuos ha <sup>-1</sup> |                 |
|                  | <i>Foeniculum vulgare</i>    | 6513 $\pm$ 1085  | Individuos ha <sup>-1</sup> |                 |
|                  | <i>Montia fontana</i>        | 20613 $\pm$ 3196 | Cuadrados ha <sup>-1</sup>  | 8,25 $\pm$ 1,28 |
|                  | <i>Papaver rhoeas</i>        | 13704 $\pm$ 1751 | Individuos ha <sup>-1</sup> |                 |
|                  | <i>Rumex papillaris</i>      | 4728 $\pm$ 956   | Cuadrados ha <sup>-1</sup>  | 1,89 $\pm$ 0,38 |
|                  | <i>Rumex pulcher</i>         | 9435 $\pm$ 1733  | Cuadrados ha <sup>-1</sup>  | 3,77 $\pm$ 0,69 |
|                  | <i>Scolymus hispanicus</i>   | 540 $\pm$ 84     | Individuos ha <sup>-1</sup> |                 |
|                  | <i>Silene vulgaris</i>       | 6757 $\pm$ 782   | Cuadrados ha <sup>-1</sup>  | 2,70 $\pm$ 0,31 |
|                  | <i>Silybum marianum</i>      | 4500 $\pm$ 772   | Individuos ha <sup>-1</sup> |                 |
|                  | <i>Sonchus oleraceus</i>     | 3523 $\pm$ 415   | Individuos ha <sup>-1</sup> |                 |
| Espárragos       | <i>Asparagus acutifolius</i> | 931 $\pm$ 163    | Individuos ha <sup>-1</sup> |                 |
|                  | <i>Bryonia dioica</i>        | 2444 $\pm$ 511   | Individuos ha <sup>-1</sup> |                 |
|                  | <i>Humulus lupulus</i>       |                  |                             | 25 $\pm$ 3      |
| Frutos carnosos  | <i>Arbutus unedo</i>         | 107 $\pm$ 22     | Individuos ha <sup>-1</sup> | 16 $\pm$ 2      |
|                  | <i>Crataegus monogyna</i>    | 119 $\pm$ 18     | Individuos ha <sup>-1</sup> | 14 $\pm$ 2      |
|                  | <i>Rubus ulmifolius</i>      |                  |                             | 48 $\pm$ 4      |

<sup>1</sup> Cuadrado de 20 x 20 cm (0,04 m<sup>2</sup>), utilizado como unidad de muestreo en las especies clonales de verduras de hoja. La abundancia (número de cuadrados ha<sup>-1</sup>) se ha transformado en la columna adyacente en cobertura (% de superficie ocupada por la especie), para facilitar su comparación con las otras dos categorías de uso.



**Tabla A1.5** Resumen de los valores medios totales de producción por hectárea (media  $\pm$  error típico).

|                  | Especie                      | Producción por hectárea <sup>1</sup> | Unidades            |
|------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Verduras de hoja | <i>Allium ampeloprasum</i>   | 234 $\pm$ 10                         | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Anchusa azurea</i>        | 435 $\pm$ 39                         | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Beta maritima</i>         | 985 $\pm$ 92                         | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Chondrilla juncea</i>     | 242 $\pm$ 25                         | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Cichorium intybus</i>     | 435 $\pm$ 32                         | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Foeniculum vulgare</i>    | 1762 $\pm$ 190                       | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Montia fontana</i>        | 2138 $\pm$ 95                        | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Papaver rhoeas</i>        | 895 $\pm$ 98                         | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Rumex papillaris</i>      | 384 $\pm$ 19                         | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Rumex pulcher</i>         | 959 $\pm$ 80                         | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Scolymus hispanicus</i>   | 28 $\pm$ 3                           | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Silene vulgaris</i>       | 138 $\pm$ 6                          | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Silybum marianum</i>      | 691 $\pm$ 94                         | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Sonchus oleraceus</i>     | 86 $\pm$ 7                           | kg ha <sup>-1</sup> |
| Espárragos       | <i>Asparagus acutifolius</i> | 6 $\pm$ 1                            | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Bryonia dioica</i>        | 91 $\pm$ 14                          | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Humulus lupulus</i>       | 174 $\pm$ 20                         | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Tamus communis</i>        | 13 $\pm$ 2                           | kg ha <sup>-1</sup> |
| Frutos carnosos  | <i>Arbutus unedo</i>         | 308 $\pm$ 52                         | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Crataegus monogyna</i>    | 467 $\pm$ 70                         | kg ha <sup>-1</sup> |
|                  | <i>Rubus ulmifolius</i>      | 2416 $\pm$ 142                       | kg ha <sup>-1</sup> |

<sup>1</sup> Calculada indirectamente a partir de la producción por planta y la abundancia de las especies en las zonas de muestreo.



## ANEXO 2

Pliegos de las verduras de hoja y los espárragos silvestres estudiados. Los ejemplares herborizados se han depositado en el herbario del Real Jardín Botánico de Madrid-CSIC. Se indica el número de pliego entre paréntesis.

### Verduras de hoja



*Allium ampeloprasum* (MA-852816)



*Anchusa azurea* (MA-852825)



*Apium nodiflorum* (MA-852814)



*Beta maritima* (MA-852817)



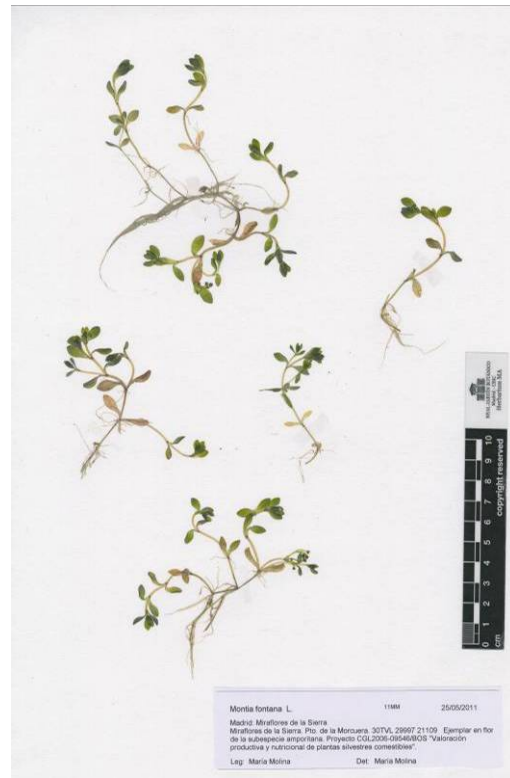
*Chondrilla juncea* (MA-852822)



*Cichorium intybus* (MA-852830)



*Foeniculum vulgare* (MA-852824)



*Montia fontana* (MA-852828)



*Papaver rhoeas* (MA-852831)



*Rumex papillaris* (MA-852820)



*Rumex pulcher* (MA-852826)



*Scolymus hispanicus* (MA-852821)



*Silene vulgaris* (MA-852832)



*Silybum marianum* (MA-852833)

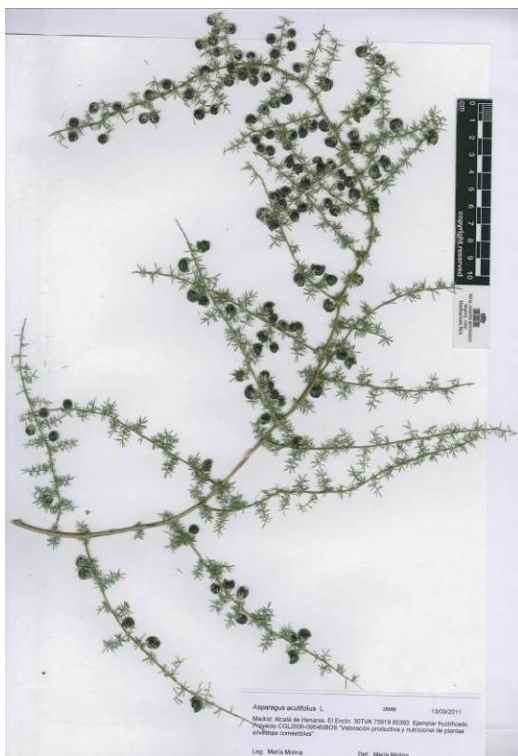


*Sonchus oleraceus* (MA-852811)



*Taraxacum obovatum* (MA-852812)

**Espárragos**



*Asparagus acutifolius* (MA-852813)



*Bryonia dioica* (MA-852818)



*Humulus lupulus* (MA-852823)



*Tamus communis* (MA-852815)



# ÍNDICE DE TABLAS

|                  |  |     |
|------------------|--|-----|
| <b>Tabla 2.1</b> | Listado y principales características de las 23 especies seleccionadas de verduras de hoja ( $n = 16$ ), brotes tiernos o espárragos ( $n = 4$ ) y frutos carnosos ( $n = 3$ ).  | 48  |
| <b>Tabla 2.2</b> | Relación de las dos localidades de estudio en las que se ha realizado el muestreo de A) verduras de hoja, B) espárragos y C) frutos carnosos.  | 50  |
| <b>Tabla 2.3</b> | Principales características de las localidades de estudio.   | 56  |
| <b>Tabla 2.4</b> | VARIABLES EMPLEADAS PARA EL ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN POR PLANTA (A), ABUNDANCIA Y PRODUCCIÓN POR HECTÁREA (B) Y CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS (C) EN VERDURAS DE HOJA, ESPÁRAGOS Y FRUTOS CARNOSOS.  | 78  |
| <b>Tabla 2.5</b> | Correspondencia entre las localidades de estudio y las estaciones meteorológicas. Entre paréntesis se indica el nombre de una segunda estación, utilizada en los casos en que la estación seleccionada presentaba series anuales incompletas.            | 98  |
| <b>Table 3.1</b> | Main characteristics of the wild vegetable species surveyed.   | 105 |
| <b>Table 3.2</b> | Study sites and harvest conditions of the wild vegetables surveyed.  | 107 |
| <b>Table 3.3</b> | Natural edible production of the surveyed species in descending order of yield (mean $\pm$ SE; g per plant in non-clonal species and g per 20 x 20 cm quadrat in clonal species).  | 113 |
| <b>Table 3.4</b> | Plant density of perennial (2008) and annual (2008 and 2009) species at the sampling areas (mean $\pm$ SE; individuals $ha^{-1}$ in non-clonal species, and number of 20 x 20 cm quadrats $ha^{-1}$ occupied by the plant in clonal species).            | 116 |
| <b>Table 4.1</b> | Location, climatic features and harvesting dates of the two selected sites.  | 127 |
| <b>Table 4.2</b> | Yield parameters measured for <i>Montia fontana</i> in the two sites during the three years of study (mean $\pm$ SE).  | 130 |
| <b>Table 4.3</b> | Nutrient composition on fresh weight of the analysed samples (mean $\pm$ SE; $n = 3$ ).  | 134 |
| <b>Table 5.1</b> | Harvesting period and general results of the samplings at the two sites surveyed.  | 146 |
| <b>Table 5.2</b> | Yield parameters measured for <i>Asparagus acutifolius</i> at two sites (mean $\pm$ SE).   | 149 |
| <b>Table 5.3</b> | Yield variables measured in harvested (H) and non-harvested (NH) plants (mean $\pm$ SE) on wild <i>Asparagus acutifolius</i> at Site 1 in 2010-2011.   | 153 |
| <b>Tabla 6.1</b> | Producción de <i>Bryonia dioica</i> (media $\pm$ error típico). En cada variable, letras diferentes en la misma fila o columna indican diferencias significativas entre años (minúsculas) y localidades (mayúsculas), respectivamente ( $p \leq 0,05$ ). | 164 |

|                  |   |     |
|------------------|---|-----|
| <b>Tabla 6.2</b> | Densidad de <i>Bryonia dioica</i> (media $\pm$ error típico). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).  | 165 |
| <b>Tabla 6.3</b> | Producción por hectárea de <i>Bryonia dioica</i> (media $\pm$ error típico). En cada variable, letras diferentes en la misma fila o columna indican diferencias significativas entre años (minúsculas) y localidades (mayúsculas), respectivamente ( $p \leq 0,05$ ).     | 165 |
| <b>Tabla 6.4</b> | Producción de <i>Humulus lupulus</i> en el Soto del Henares (media $\pm$ error típico). En cada fila, letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).  | 169 |
| <b>Tabla 6.5</b> | Peso de los espárragos de <i>Humulus lupulus</i> (g, media $\pm$ error típico; $n = 50$ ). En cada fila, letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).   | 169 |
| <b>Tabla 6.6</b> | Superficie ocupada por <i>Humulus lupulus</i> respecto a la superficie total muestreada (media $\pm$ error típico). En cada fila letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).   | 170 |
| <b>Tabla 6.7</b> | Producción por hectárea de <i>Humulus lupulus</i> en el Soto del Henares (media $\pm$ error típico). En cada fila, letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).   | 170 |
| <b>Tabla 6.8</b> | Producción de <i>Tamus communis</i> (media $\pm$ error típico). En cada variable, letras diferentes en la misma fila o columna indican diferencias significativas entre años (minúsculas) y localidades (mayúsculas), respectivamente ( $p \leq 0,05$ ).                  | 173 |
| <b>Table 7.1</b> | Fruit production of strawberry tree at the study sites (mean $\pm$ SE).   | 186 |
| <b>Table 7.2</b> | Fruit production of strawberry tree, expressed as kg m <sup>-3</sup> of crown (mean $\pm$ SE).  | 189 |
| <b>Table 7.3</b> | Relevant characteristics of single trees and local abundance of strawberry tree at the study sites (mean $\pm$ SE).   | 189 |
| <b>Table 7.4</b> | Climatic variables analysed: mean temperature (T; °C), minimum temperature (t; °C); total precipitation (P; mm) and index of aridity (Ia = $4P/[T + 10]$ ) for each season.   | 192 |
| <b>Tabla 8.1</b> | Características biométricas de los ejemplares de <i>Crataegus monogyna</i> (media $\pm$ error típico). En cada fila, letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).   | 201 |
| <b>Tabla 8.2</b> | Producción de frutos de <i>Crataegus monogyna</i> (media $\pm$ error típico). En cada variable, letras diferentes en la misma fila o columna indican diferencias significativas entre años (minúsculas) y localidades (mayúsculas), respectivamente ( $p \leq 0,05$ ).    | 202 |
| <b>Tabla 8.3</b> | Abundancia de <i>Crataegus monogyna</i> en las localidades de estudio (media $\pm$ error típico). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).  | 204 |
| <b>Tabla 8.4</b> | Producción por hectárea de <i>Crataegus monogyna</i> (media $\pm$ error típico). En cada variable, letras diferentes en la misma fila o columna indican diferencias significativas entre años (minúsculas) y localidades (mayúsculas), respectivamente ( $p \leq 0,05$ ). | 204 |

|                   |   |     |
|-------------------|---|-----|
| <b>Tabla 8.5</b>  | Producción de frutos de <i>Rubus ulmifolius</i> (media $\pm$ error típico). En cada variable, letras diferentes en la misma fila o columna indican diferencias significativas entre años (minúsculas) y localidades (mayúsculas), respectivamente ( $p \leq 0,05$ ).    | 207 |
| <b>Tabla 8.6</b>  | Superficie ocupada por <i>Rubus ulmifolius</i> respecto a la superficie total muestreada (media $\pm$ error típico). En cada fila letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).  | 208 |
| <b>Tabla 8.7</b>  | Producción por hectárea de <i>Rubus ulmifolius</i> (media $\pm$ error típico). En cada variable, letras diferentes en la misma fila o columna indican diferencias significativas entre años (minúsculas) y localidades (mayúsculas), respectivamente ( $p \leq 0,05$ ). | 209 |
| <b>Tabla 9.1</b>  | Comparación de los resultados de densidad con los obtenidos en otros trabajos (nº de individuos ha <sup>-1</sup> y nº de cuadrados de 20 x 20 cm ha <sup>-1</sup> en las especies clonales, señaladas con un asterisco).  | 224 |
| <b>Tabla 9.2</b>  | Producción (toneladas) de verduras de hoja en Cantoblanco, estimado a partir del número total de individuos de cada especie, según los resultados de Vélez del Burgo (2009) y del peso medio por planta obtenido en este trabajo (ver Anexo 1).                         | 231 |
| <b>Tabla 9.3</b>  | Coefficiente de variación (CV) de las variables ‘producción por planta’ y ‘abundancia’.   | 236 |
| <b>Tabla A1.1</b> | Resumen de los valores medios totales de producción por planta (media $\pm$ error típico).  | 277 |
| <b>Tabla A1.2</b> | Resumen de los valores medios totales de peso y número de espárragos por planta (media $\pm$ error típico).   | 278 |
| <b>Tabla A1.3</b> | Resumen de los valores medios totales de peso y número de frutos por planta (media $\pm$ error típico).   | 278 |
| <b>Tabla A1.4</b> | Resumen de los valores medios totales de abundancia en las zonas de muestreo (media $\pm$ error típico).  | 278 |
| <b>Tabla A1.5</b> | Resumen de los valores medios totales de producción por hectárea (media $\pm$ error típico).  | 279 |



# ÍNDICE DE FIGURAS

|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
| <b>Figura 1.1</b>  | Ajoporro ( <i>Allium ampeloprasum</i> ). Fotografías: M. Molina.   | 14 |
| <b>Figura 1.2</b>  | Lenguaza ( <i>Anchusa azurea</i> ). Fotografías: M. Molina.  | 15 |
| <b>Figura 1.3</b>  | Berra ( <i>Apium nodiflorum</i> ). Fotografías: M. Molina.   | 16 |
| <b>Figura 1.4</b>  | Acelga silvestre ( <i>Beta maritima</i> ). Fotografías: M. Molina.   | 17 |
| <b>Figura 1.5</b>  | Ajonjera ( <i>Chondrilla juncea</i> ). Fotografías: J. Tardío y M. Molina.   | 18 |
| <b>Figura 1.6</b>  | Achicoria ( <i>Cichorium intybus</i> ). Fotografías: M. Molina.  | 20 |
| <b>Figura 1.7</b>  | Hinojo ( <i>Foeniculum vulgare</i> ). Fotografías: M. Molina.  | 21 |
| <b>Figura 1.8</b>  | Corujas ( <i>Montia fontana</i> ). Fotografías: M. Molina.   | 22 |
| <b>Figura 1.9</b>  | Amapola ( <i>Papaver rhoeas</i> ). Fotografías: M. Molina.   | 23 |
| <b>Figura 1.10</b> | Acedera ( <i>Rumex papillaris</i> ). Fotografías: M. Molina.   | 25 |
| <b>Figura 1.11</b> | Romaza ( <i>Rumex pulcher</i> ). Fotografías: M. Molina y J. Tardío.   | 26 |
| <b>Figura 1.12</b> | Cardillo ( <i>Scolymus hispanicus</i> ). Fotografías: M. Molina.   | 27 |
| <b>Figura 1.13</b> | Collejas ( <i>Silene vulgaris</i> ). Fotografías: M. Molina.   | 28 |
| <b>Figura 1.14</b> | Cardo mariano o cardincha ( <i>Silybum marianum</i> ). Fotografías: M. Molina.   | 29 |
| <b>Figura 1.15</b> | Cerraja ( <i>Sonchus oleraceus</i> ). Fotografías: J. Tardío y M. Molina.  | 30 |
| <b>Figura 1.16</b> | Diente de león ( <i>Taraxacum obovatum</i> ). Fotografías: M. Molina.  | 32 |
| <b>Figura 1.17</b> | Espárrago triguero ( <i>Asparagus acutifolius</i> ). Fotografías: M. Molina.   | 33 |
| <b>Figura 1.18</b> | Espárrago de nueza ( <i>Bryonia dioica</i> ). Fotografías: M. Molina.  | 34 |
| <b>Figura 1.19</b> | Espárrago de lúpulo ( <i>Humulus lupulus</i> ). Fotografías: M. Molina.  | 35 |
| <b>Figura 1.20</b> | Lupios o espárragos de culebra ( <i>Tamus communis</i> ). Fotografías: M. Molina.  | 36 |
| <b>Figura 1.21</b> | Madroños ( <i>Arbutus unedo</i> ). Fotografías: M. Molina.   | 38 |
| <b>Figura 1.22</b> | Majuelas ( <i>Crataegus monogyna</i> ). Fotografías: M. Molina.  | 39 |
| <b>Figura 1.23</b> | Moras ( <i>Rubus ulmifolius</i> ). Fotografías: M. Molina.   | 40 |
| <b>Figura 2.1</b>  | Ubicación geográfica de las localidades de estudio.  | 51 |
| <b>Figura 2.2</b>  | Área de distribución aproximada en Madrid (en gris oscuro) y localidades de estudio de las verduras de hoja seleccionadas. En <i>Chondrilla juncea</i> y <i>Montia fontana</i> , una de las localidades de estudio pertenece a la provincia de Guadalajara (Pioz) y Segovia (Ituero y Lama), respectivamente. Elaboración propia a partir de mapas de Grijalbo (2010). | 52 |

|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
| <b>Figura 2.3</b>  | Área de distribución aproximada en Madrid (en gris oscuro) y localidades de estudio de los espárragos silvestres seleccionados. Elaboración propia a partir de mapas de Grijalbo (2010).   | 53 |
| <b>Figura 2.4</b>  | Área de distribución aproximada en Madrid (en gris oscuro) y localidades de estudio de los frutos silvestres seleccionados. En <i>Arbutus unedo</i> , una de las localidades de estudio pertenece a la provincia de Cáceres (Salorino). Elaboración propia a partir de mapas de Grijalbo (2010). | 54 |
| <b>Figura 2.5</b>  | Comarcas agrícolas de la Comunidad de Madrid. Fuente: Comunidad de Madrid (2005).  | 55 |
| <b>Figura 2.6</b>  | Cadalso de los Vidrios (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en amarillo).  | 57 |
| <b>Figura 2.7</b>  | Cantoblanco 1-alrededores UAM (en azul: zona edificada en 2007-2008; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización en la Comunidad de Madrid (dcha.; en azul).   | 58 |
| <b>Figura 2.8</b>  | Cantoblanco 2-Monte de Valdelatas (en azul: zona edificada; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización en la Comunidad de Madrid (dcha.; en azul).  | 59 |
| <b>Figura 2.9</b>  | El Encín 1-Finca agrícola (en azul: zona edificada; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización en la Comunidad de Madrid (dcha.; en verde).   | 60 |
| <b>Figura 2.10</b> | El Encín 2-Soto del Henares (en azul: zona edificada; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T), y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en verde).  | 61 |
| <b>Figura 2.11</b> | Fuentidueña de Tajo (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en rosa).   | 62 |
| <b>Figura 2.12</b> | Ituero y Lama (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la provincia de Segovia (dcha.; en rojo).  | 63 |
| <b>Figura 2.13</b> | Miraflores de la Sierra (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en rojo).   | 64 |
| <b>Figura 2.14</b> | Morata de Tajuña (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en rosa).  | 65 |
| <b>Figura 2.15</b> | Perales de Tajuña (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (arriba dcha.; en rosa).  | 66 |
| <b>Figura 2.16</b> | Pioz (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la provincia de Guadalajara (dcha.; en rojo).   | 67 |
| <b>Figura 2.17</b> | Puerto de la Morcuera (en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en rojo).   | 68 |

|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
| <b>Figura 2.18</b> | Salorino (en rojo: área de estudio, situada en la vertiente sur de la Sierra de San Pedro; coordenadas UTM, huso 29S) y localización del municipio en la provincia de Cáceres (dcha.; en azul).  | 69 |
| <b>Figura 2.19</b> | San Martín de Valdeiglesias (en rojo: área de estudio, situada en la Sierra de Las Cabreras, junto al Embalse de San Juan; coordenadas UTM, huso 30T), y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en amarillo).  | 70 |
| <b>Figura 2.20</b> | Soto del Real (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en rojo).   | 71 |
| <b>Figura 2.21</b> | Tielmes (en azul: zona urbana; en rojo: áreas de estudio a) vega del Tajuña, b) ladera de transición al páramo, y c) Barranco del Horcajo; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en rosa).   | 72 |
| <b>Figura 2.22</b> | Tres Cantos (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en azul).   | 73 |
| <b>Figura 2.23</b> | Valdemanco (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (dcha.; en rojo).  | 74 |
| <b>Figura 2.24</b> | Villar del Olmo (en azul: zona urbana; en rojo: área de estudio; coordenadas UTM, huso 30T) y localización del municipio en la Comunidad de Madrid (en verde).   | 75 |
| <b>Figura 2.25</b> | Ortofoto de Cantoblanco-UAM con cuadrícula UTM donde se visualizan las coordenadas de inicio y final de los transectos de <i>Scolymus hispanicus</i> en el área de muestreo.   | 77 |
| <b>Figura 2.26</b> | Morfología de las hojas de las verduras silvestres estudiadas en el momento de la recolección: <i>Montia fontana</i> (a), <i>Taraxacum obovatum</i> (b), <i>Silene vulgaris</i> (c), <i>Chondrilla juncea</i> (d), <i>Papaver rhoeas</i> (e), <i>Sonchus oleraceus</i> (f), <i>Rumex papillaris</i> (g), <i>Apium nodiflorum</i> (h), <i>Cichorium intybus</i> (i), <i>Anchusa azurea</i> (j), <i>Beta maritima</i> (k), <i>Rumex pulcher</i> (l), <i>Silybum marianum</i> (m), <i>Scolymus hispanicus</i> (n) y <i>Foeniculum vulgare</i> (ñ). Imagen obtenida mediante escaneado del material fresco. Las imágenes no se encuentran a la misma escala. | 79 |
| <b>Figura 2.27</b> | Restos de la inflorescencia del año anterior en <i>Cichorium intybus</i> (izda.) y <i>Scolymus hispanicus</i> (dcha.). Fotografías: M. Molina.   | 80 |
| <b>Figura 2.28</b> | Ejemplar de <i>Chondrilla juncea</i> en el que se observan los restos secos de la inflorescencia, la roseta basal y la raíz pivotante (izda.); y ejemplar de <i>Anchusa azurea</i> en el que se observan varias rosetas procedentes de la misma raíz (dcha.). Fotografías: M. Molina.  | 82 |
| <b>Figura 2.29</b> | Ejemplar de <i>Allium ampeloprasum</i> en el que pueden observarse pequeños bulbillos en la base del bulbo principal. Fotografía: M. Molina.   | 82 |
| <b>Figura 2.30</b> | Estimación de la producción por planta en especies clonales ( <i>Rumex pulcher</i> , izda. y <i>Silene vulgaris</i> , dcha.) mediante un cuadrado de 20 x 20 cm. Fotografías: J. Tardío y M. Molina.   | 83 |

|                    |  |     |
|--------------------|--|-----|
| <b>Figura 2.31</b> | Área de ocupación de las verduras silvestres; pequeñas franjas en el borde de caminos (izda.); cobertura herbácea de un olivar (dcha.). Cadalso de los Vidrios. Fotografías: M. Molina.  | 85  |
| <b>Figura 2.32</b> | Prácticas que afectan al área de ocupación de las verduras silvestres: construcción de edificios en terrenos incultos (izda.); empleo de pesticidas para limpiar las regueras (dcha.). Cantoblanco-UAM y Perales de Tajuña, respectivamente. Fotografías: M. Molina.   | 85  |
| <b>Figura 2.33</b> | Morfología de los espárragos silvestres estudiados en el momento de la recolección: <i>Asparagus acutifolius</i> (a), <i>Bryonia dioica</i> (b), <i>Humulus lupulus</i> (c) y <i>Tamus communis</i> (d). Imagen obtenida mediante escaneo del material fresco. La longitud de los espárragos es de 15-30 cm. | 86  |
| <b>Figura 2.34</b> | Plantas de <i>Humulus lupulus</i> (izda.) y <i>Tamus communis</i> (dcha.). No es posible diferenciar con precisión si los nuevos brotes que nacen pertenecen o no al mismo individuo. Fotografías: L. Aceituno y M. Molina.  | 87  |
| <b>Figura 2.35</b> | Ejemplares de <i>Asparagus acutifolius</i> (izda.) y <i>Bryonia dioica</i> (dcha.) marcados para su seguimiento. Fotografías: M. Molina.   | 89  |
| <b>Figura 2.36</b> | Desarrollo de los espárragos de <i>Bryonia dioica</i> (izda.) y <i>Humulus lupulus</i> (dcha.) a partir de yemas laterales (flechas azules) una vez que se han recolectado los espárragos procedentes de la yema apical (flechas negras). Fotografías: M. Molina.  | 90  |
| <b>Figura 2.37</b> | Tubérculos de <i>Tamus communis</i> : de pequeño tamaño (izda.) y más desarrollados (dcha.) donde puede observarse cómo nacen varios brotes de cada uno. Fotografías: M. Molina.   | 91  |
| <b>Figura 2.38</b> | Medición del número de frutos por rama en <i>Arbutus unedo</i> (izda.) y <i>Crataegus monogyna</i> (dcha.). Fotografías: M. Molina.  | 93  |
| <b>Figura 2.39</b> | Medición del número de frutos por unidad de superficie en <i>Rubus ulmifolius</i> , utilizando como unidad de muestreo un cuadrado de 40 x 40 cm (izda.). Cálculo de la inclinación del cuadrado mediante hipsómetro (dcha.). Fotografías: M. Molina.  | 93  |
| <b>Figura 2.40</b> | Rama con frutos maduros e inmaduros (izda.) y frutos maduros en el suelo (dcha.) de <i>Arbutus unedo</i> . Fotografías: M. Molina.   | 94  |
| <b>Figura 2.41</b> | Medición de la altura de árboles de <i>Arbutus unedo</i> mediante hipsómetro Vertex IV (izda.) y detalle del Transponder T3, situado junto al árbol a 1,3 m de altura (dcha.). Fotografías: J. Tardío y M. Molina.   | 96  |
| <b>Figura 2.42</b> | Esquema del método empleado para medir la altura de los árboles, basado en principios trigonométricos (a), y principales errores de medida que pueden cometerse en árboles inclinados (b) o de copa redondeada (c y d), según la posición y el ángulo de observación. Fuente: Philip (1994).                 | 96  |
| <b>Figura 2.43</b> | Criterios estándar utilizados para medir el perímetro del tronco a 1,3 m de altura en árboles en pendiente (a), inclinados (b), horquetados (c) y árboles con base ensanchada (d). Fuente: Alder & Synott (1992).  | 97  |
| <b>Figure 3.1</b>  | Localization map of the study sites (for abbreviations see Table 2).   | 107 |



|                   |  |     |
|-------------------|--|-----|
| <b>Figure 3.2</b> | A schematic illustration of the sampling areas (striped area) according to the presence of the species (marked with black dots) in cultivated lands (CL), uncultivated lands (UL), ruderal areas (RA), and aquatic environments (AE) and a representative photograph of each area CL: olive grove with herbaceous cover; UL: neglected land; RA: pathway; AE: a stream nearby farmlands.               | 109 |
| <b>Figure 3.3</b> | Different patterns of variation on plant yield (A-D; g of edible plant material) between sites (site 1 in black, site 2 in white) and years (2007-2009). The correlation coefficients with environmental factors are also shown (P: precipitation, T: temperature, altitude; * $p < 0.05$ , ** $p < 0.01$ ).   | 114 |
| <b>Figure 3.4</b> | Wild food plants production per hectare at the study sites, indirectly calculated from production per plant and plant density ( $\text{kg ha}^{-1}$ ; mean $\pm$ SE).  | 117 |
| <b>Figure 4.1</b> | <i>Montia fontana</i> : a) detail of the plant at the flowering time; b) and c) habitat in Site 2. Estimation of yield per unit of surface: d) sampling a square of 20 x 20 cm, e) and f) cleaning and weighing the samples.   | 124 |
| <b>Figure 4.2</b> | Accumulated rainfall (mm) from January till collecting dates and production per quadrat of <i>Montia fontana</i> ( $\text{kg m}^{-2}$ ) in the two sites along the years of study.   | 132 |
| <b>Figure 4.3</b> | HPLC profile of organic acids, including ascorbic acid, in <i>Montia fontana</i> (harvested in 2009, Site 1). Chromatographic conditions: Spherelone ODS(2), (250 x 4.60 mm), 5 $\mu\text{m}$ column; mobile phase 1.8 mM $\text{H}_2\text{SO}_4$ (pH= 2.6); $\lambda$ detection = 215 nm; flow rate = 0.4 ml $\text{min}^{-1}$ : OA: Oxalic Acid; MA: Malic Acid; AA: Ascorbic Acid; CA: Citric Acid. | 136 |
| <b>Figure 5.1</b> | Study sites: Monte de Valdelatas (Site 1) and Soto del Henares (Site 2). Based on Génova (1989) and Comunidad de Madrid (2000).  | 145 |
| <b>Figure 5.2</b> | Average yield per plant, expressed as the percentage of total yield obtained in each period, and seasonal patterns of precipitation (P) and temperature (T) during harvest time.   | 150 |
| <b>Figure 5.3</b> | Percentage of harvested and non-harvested plants ( $n = 47$ plants) according to the harvesting practices observed at Site 1 in 2010 and 2011 (0%, < 50%, $\geq 50\%$ and 100% of picked spears from total spears yielded per plant).  | 152 |
| <b>Figure 5.4</b> | Average number of picked up spears per plant at Site 1, expressed as the percentage of total spears gathered in each period.   | 154 |
| <b>Figura 6.1</b> | Delimitación del área de estudio (área rayada) y de las unidades de muestreo (individuo, parcela y tramo) empleadas para realizar un seguimiento de la producción de espárragos.   | 161 |
| <b>Figura 6.2</b> | Peso medio de los espárragos de <i>Bryonia dioica</i> . Las visitas periódicas se realizaron desde finales de marzo hasta principios de mayo. En el Monte de Valdelatas sólo se realizó una visita en 2008.  | 166 |
| <b>Figura 6.3</b> | Producción por planta de <i>Bryonia dioica</i> y régimen de precipitación (P) y temperatura media (T) durante el periodo de recolección. En el Monte de Valdelatas sólo se realizó una visita en 2008.   | 167 |
| <b>Figura 6.4</b> | Precipitación acumulada (desde marzo del año anterior hasta febrero del año en que tuvo lugar la recolección) y precipitación del periodo de recolección (desde el 1 de marzo al 15 de mayo) de <i>Bryonia dioica</i> .  | 168 |

|                   |   |     |
|-------------------|---|-----|
| <b>Figura 6.5</b> | Peso medio de los espárragos de <i>Humulus lupulus</i> en Soto del Henares. Espárragos recolectados en visitas periódicas durante los meses de abril y mayo (visitas 1-6) y primera quincena de junio (visitas 7-8).  | 171 |
| <b>Figura 6.6</b> | Producción por superficie de planta de <i>Humulus lupulus</i> y régimen de precipitación (P) y temperatura media (T) en Soto del Henares durante el periodo de recolección. Las visitas 1-6 se realizaron entre los meses de abril-mayo y las visitas 7-8 en la primera quincena de junio.                            | 172 |
| <b>Figura 6.7</b> | Precipitación acumulada (desde marzo del año anterior hasta febrero del año en que tuvo lugar la recolección) y precipitación del periodo de recolección (1 de marzo a 15 de junio) de <i>Humulus lupulus</i> .   | 172 |
| <b>Figura 6.8</b> | Número de espárragos de <i>Tamus communis</i> recolectados en cada tramo.   | 174 |
| <b>Figura 6.9</b> | Precipitación acumulada (desde marzo del año anterior hasta febrero del año en que tuvo lugar la recolección) y precipitación del periodo de recolección (marzo y abril) de <i>Tamus communis</i> .   | 175 |
| <b>Figure 7.1</b> | Geographical distribution of <i>Arbutus unedo</i> and study sites: Site 1 (a) and Site 2 (b). Based on Domínguez & Martínez (1993) and Blanco et al. (2005).  | 180 |
| <b>Figure 7.2</b> | Distribution of strawberry tree specimens according to diameter classes and growth form.  | 190 |
| <b>Figure 7.3</b> | Annual ombrothermic diagrams (2007 and 2008) of Site 1 and Site 2, tm: mean temperature; P: precipitation; T': absolute maximum temperature; T: maximum temperature; Osc: daily thermic oscillation; t: minimum temperature; t': absolute minimum temperature; Fp: frost period ( $t' \leq 0^{\circ}\text{C}$ ).      | 191 |
| <b>Figura 8.1</b> | Delimitación del área de estudio (área rayada) y de las unidades de muestreo (individuo y cuadrados de 40 x 40 cm) utilizadas para estimar la producción de frutos.   | 198 |
| <b>Figura 8.2</b> | Diagramas ombrotérmicos de las localidades de estudio (2008 y 2009), tm: temperatura media; P: precipitación; T': temperatura máxima absoluta; T: temperatura máxima; Osc: oscilación térmica diaria; t: temperatura mínima; t': temperatura mínima absoluta; Hp: periodo de heladas ( $t' \leq 0^{\circ}\text{C}$ ). | 206 |
| <b>Figura 9.1</b> | Producción media total por individuo (y error típico) de verduras de hoja, espárragos y frutos carnosos, por categorías y en orden descendente de producción.   | 214 |
| <b>Figura 9.2</b> | Producción media total por superficie de planta (y error típico) de verduras de hoja, espárragos y frutos carnosos, por categorías y en orden descendente de producción.  | 214 |
| <b>Figura 9.3</b> | Peso medio total de los espárragos (y error típico), en orden descendente.  | 216 |
| <b>Figura 9.4</b> | Peso medio total (y error típico) de los frutos y número de frutos $\text{m}^{-2}$ de planta.   | 217 |
| <b>Figura 9.5</b> | Producción en condiciones silvestres y en cultivo ( $\text{g planta}^{-1}$ ). En <i>Rumex pulcher</i> y <i>Silene vulgaris</i> , la producción se ha expresado en g por cuadrado de 20 x 20 cm. Fuente: Molina et al. (2015, en prensa).  | 218 |
| <b>Figura 9.6</b> | Valores medios totales (y error típico) de densidad de verduras de hoja, espárragos y frutos ( $\text{n}^{\circ}$ de individuos $\text{ha}^{-1}$ ) en las zonas de estudio, por categorías y en orden descendente.  | 222 |

|                   |   |     |
|-------------------|---|-----|
| <b>Figura 9.7</b> | Valores medios totales (y error típico) de cobertura de verduras de hoja, espárragos y frutos (% superficie ocupada por la especie) en las zonas de estudio, por categorías y en orden descendente. | 222 |
| <b>Figura 9.8</b> | Producción por hectárea (y error típico) de verduras de hoja, espárragos y frutos carnosos, por categorías y en orden descendente de producción.  | 227 |



