

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE FARMACIA
Departamento de Nutrición y Bromatología



TESIS DOCTORAL

**Plantas silvestres de consumo tradicional en España : caracterización
de su valor nutricional y estimación de su actividad antifúngica**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Patricia García Herrera

Directoras

M^a Cortes Sánchez Mata
Montaña Cámara Hurtado

Madrid, 2014

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Facultad de Farmacia

Departamento de Nutrición y Bromatología II



**PLANTAS SILVESTRES DE CONSUMO TRADICIONAL EN ESPAÑA.
CARACTERIZACIÓN DE SU VALOR NUTRICIONAL Y ESTIMACIÓN
DE SU ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA.**

TESIS DOCTORAL

PATRICIA GARCÍA HERRERA

Para optar al Grado de Doctor, con mención Europea.

Directoras:

Dra. M^a Cortes Sánchez Mata y Dra. Montaña Cámara Hurtado.

Madrid, 2014



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE FARMACIA

DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA II
Bromatología

M^a DOLORES TENORIO SANZ, PROFESORA TITULAR DEL ÁREA DE NUTRICIÓN Y BROMATOLOGÍA Y DIRECTORA DEL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y BROMATOLOGÍA II: BROMATOLOGÍA, DE LA FACULTAD DE FARMACIA, DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID,

CERTIFICA QUE:

El presente trabajo de investigación titulado “ **Plantas silvestres de consumo tradicional en España. Caracterización de su valor nutricional y estimación de su actividad antifúngica**” se ha realizado en este Departamento bajo la dirección de las doctoras M^a de Cortes Sánchez Mata y Montaña Cámara Hurtado constituye la Memoria que presenta la licenciada Dña. Patricia García Herrera para optar al Grado de Doctor, con mención europea.

Y para que conste, a los efectos oportunos, firmo el presente certificado en Madrid a treinta de enero de dos mil catorce.



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE FARMACIA

DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA II
Bromatología

M^{as} DE CORTES SÁNCHEZ MATA y MONTAÑA CÁMARA HURTADO, PROFESORAS TITULARES DEL ÁREA DE NUTRICIÓN Y BROMATOLOGÍA, EN EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y BROMATOLOGÍA II: BROMATOLOGÍA, DE LA FACULTAD DE FARMACIA, DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID,

CERTIFICAN QUE:

Dña. Patricia García Herrera, ha realizado bajo su dirección y en este Departamento el trabajo que lleva por título “ **Plantas silvestres de consumo tradicional en España. Caracterización de su valor nutricional y estimación de su actividad antifúngica**” y que constituye su Memoria de Tesis Doctoral. Dicho trabajo reúne las condiciones necesarias para su presentación y defensa para optar al grado de Doctor, con mención europea.

Y para que conste, a los efectos oportunos, firmamos el presente certificado en Madrid a treinta de enero de dos mil catorce.

A mi madre,

A mis hijos,

A Daniel

Dra. Begoña Olmedilla Alonso gracias por enseñarme a ser limpia y meticulosa en mi trabajo y a la Dra. Sonia de Pascual-Teresa, Dr. Jose Manuel Silván, Marisa y Rocio por permitirme trabajar junto a ellos. Al Departamento de Metabolismo y Nutrición del ICTAN-CSIC por permitirme el uso de sus instalaciones durante mis estancias allí.

Agradecer al Dr. Donato Di Venere y al ISPA-CNR de Italia permitirme trabajar con ellos y su equipo, por conocerles y compartir el tiempo juntos. Dra. María Antonia Gatto, gracias por haberme apoyado en mi labor y gracias a las Dras. María Pieralice, Lucrezia Sergio y a Vito Linsalata por su proximidad durante este tiempo. Agradecer a Donato y Katia su hospitalidad así como a todas las personas que han compartido vivencias con mi familia y conmigo en Bari. Grazie a tutti!!

Agradecer a mi madre que siempre haya confiado en que conseguiría lo que me propusiese y por animarme a continuar siempre un poco más. A mi padre, hermanos y resto de mi familia por colaborar en mi formación personal.

A mis hijos por ser el motor que me inspira todos los días, espero que este trabajo os sirva de ejemplo en el futuro para motivaros al estudio...

Finalmente le dedico unas líneas de modo particular a mi marido. Daniel, gracias por estar siempre a mi lado, por cuidar de nuestros hijos y por sacrificarte en tantas ocasiones para que yo pudiera llevar a cabo este trabajo, que opta a ser de mención europea gracias a ti. ¡¡Te quiero!!

ÍNDICE

RESUMEN/ABSTRACT	1
INTRODUCCIÓN	9
1. IMPORTANCIA DE LAS PLANTAS SILVESTRES EN LA ALIMENTACIÓN	11
1.1. <i>Las plantas silvestres y su relación con la dieta mediterránea</i>	17
1.2. <i>Papel de las plantas silvestres en la alimentación y la gastronomía actual</i> .	25
OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO	29
2. OBJETIVOS	31
3. PLAN DE TRABAJO	33
MATERIALES Y MÉTODOS	35
4. MUESTREO	37
4.1. <i>Descripción de las especies estudiadas</i>	42
5. METODOLOGÍA ANALÍTICA PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO Y CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS	71
6. METODOLOGÍA ANALÍTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA	83
7. TRATAMIENTO CULINARIO	85
8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	87

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	89
9. VALORACIÓN NUTRICIONAL DE PLANTAS SILVESTRES COMESTIBLES	91
9.1 Valor nutritivo de las hojas de especies silvestres comestibles de Asteraceae: <i>Chondrilla juncea</i> L., <i>Cichorium intybus</i> L., <i>Scolymus hispanicus</i> L., <i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn., <i>Sonchus oleraceus</i> L. y <i>Taraxacum obovatum</i> (Willd.) DC	94
9.2 Valor nutritivo de los tallos tiernos con hojas de <i>Apium nodiflorum</i> (L.) Lag. y <i>Foeniculum vulgare</i> Mill. (Apiaceae)	109
9.3 Valor nutritivo de las hojas de <i>Anchusa azurea</i> Mill. (Boraginaceae)	117
9.4 Valor nutritivo de las hojas y tallos tiernos de <i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke. (Caryophyllaceae)	120
9.5 Valor nutritivo de las hojas de <i>Beta maritima</i> L. (Chenopodiaceae)	123
9.6 Valor nutritivo de las hojas de <i>Papaver rhoeas</i> L. (Papaveraceae)	129
9.7 Valor nutritivo de las hojas de <i>Rumex papillaris</i> Boiss. & Reut. y <i>Rumex pulcher</i> L. (Polygonaceae)	133
9.8 Valor nutritivo del bulbo y parte inferior del tallo de <i>Allium ampeloprasum</i> L. (Liliaceae)	141
9.9 Valor nutritivo de los tallos tiernos con hojas <i>Montia fontana</i> L. (Portulacaceae)	145
9.10 Valor nutritivo de los brotes tiernos, con o sin hojas, de diferentes espárragos silvestres comestibles: <i>Humulus lupulus</i> L. (Cannabaceae), <i>Bryonia dioica</i> Jacq. (Cucurbitaceae), <i>Tamus communis</i> L. (Dioscoreaceae), <i>Asparagus acutifolius</i> L. (Liliaceae)	149
9.11. Estudio comparativo de todas las especies silvestres analizadas	160
10. INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DE ALGUNAS PLANTAS SILVESTRES COMESTIBLES	175

11. DETERMINACIÓN DE CAROTENOIDES Y COMPUESTOS FENÓLICOS COMO COMPUESTOS BIOACTIVOS EN ALGUNAS PLANTAS SILVESTRES COMESTIBLES ...	187
11.1. <i>Determinación de carotenoides en espárragos silvestres</i>	187
11.2. <i>Determinación de compuestos fenólicos en plantas silvestres comestibles</i>	202
12. ESTIMACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE LOS EXTRACTOS FENÓLICOS DE ALGUNAS DE LAS ESPECIES SELECCIONADAS	213
CONCLUSIONES/CONCLUSIONS	221
BIBLIOGRAFÍA	231
ANEXO 1. TRABAJOS DERIVADOS DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACION ..	261

RESUMEN

El presente trabajo de Tesis Doctoral, titulada “*Plantas silvestres de consumo tradicional en España. Caracterización de su valor nutricional y estimación de su actividad antifúngica*”, tiene como objetivo principal la caracterización del valor nutritivo de 20 plantas silvestres tradicionalmente consumidas en España, con el fin de fomentar su conocimiento, potenciar de nuevo su uso como elementos importantes de la Dieta Mediterránea, e incorporarlas estos vegetales en bases de datos de composición de alimentos, tanto nacionales como internacionales. Hasta el momento apenas existen datos sobre valor nutritivo (composición centesimal y elementos minerales) de las plantas silvestres comestibles que se han consumido tradicionalmente en la zona Mediterránea, y concretamente de las que se presentan en este trabajo. Para llevar a cabo este objetivo se plantean los objetivos específicos siguientes: 1) Caracterización del valor nutricional (composición centesimal y elementos minerales) de 20 especies silvestres comestibles, 2) Valoración de la influencia del tratamiento culinario sobre los distintos parámetros nutricionales de las especies que tradicionalmente se consumen cocinadas, 3) Determinación de algunos compuestos bioactivos (carotenoides y compuestos fenólicos) en algunas plantas silvestres comestibles y 4) Valoración de actividad antifúngica de los extractos de algunas especies, como una potencial aplicación tecnológica de los mismos.

Se han seleccionado 20 especies silvestres comestibles de entre las más utilizadas en España, recolectadas cada una de ellas en al menos dos años (período 2007-2009) y dos localidades de la zona central de la Península Ibérica, y pertenecientes a las siguientes familias: *Asteraceae* (*Chondrilla juncea* L., *Cichorium intybus* L., *Scolymus hispanicus* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn., *Taraxacum obovatum* (Willd.) DC. y

Sonchus oleraceus L.), *Apiaceae* (*Apium nodiflorum* (L.) Lag. y *Foeniculum vulgare* Mill.), *Boraginaceae* (*Anchusa azurea* Mill.), *Caryophyllaceae* (*Silene vulgaris* (Moench) Garcke.), *Chenopodiaceae* (*Beta maritima* L.), *Papaveraceae* (*Papaver rhoeas* L.), *Polygonaceae* (*Rumex papillaris* Boiss. & Reut. y *Rumex pulcher* L.), *Portulacaceae* (*Montia fontana* L.), *Liliaceae* (*Allium ampeloprasum* L. y *Asparagus acutifolius* L.), *Cannabaceae* (*Humulus lupulus* L.), *Cucurbitaceae* (*Bryonia dioica* Jacq.) y *Dioscoreaceae* (*Tamus communis* L.). De todas ellas se recolectaron las partes comestibles, que fueron sometidas a análisis de macro y micronutrientes, así como de carotenoides y compuestos fenólicos, utilizando para ello métodos analíticos previamente validados y optimizados para este tipo de muestras.

De todas ellas (excepto de *A. nodiflorum* y *S. marianum*) hay que resaltar su contenido de fibra: *C. juncea* fue la especie con mayor contenido, y junto a *P. rhoeas*. *S. hispanicus*, *T. obovatum* y *R. pulcher* podrían incluirse dentro de la consideración de vegetales “con alto contenido de fibra”. Destacan todas por ser plantas con bajos contenidos de Na. Además, *C. juncea*, *P. rhoeas*, *B. maritima*, *S. vulgaris* y *S. hispanicus* se revelan como “fuente de K”. Asimismo, *C. juncea*, *S. hispanicus* y *F. vulgare* son también buenas fuentes de Ca, con una buena relación oxálico/ Ca en todas ellas. De entre todas las especies estudiadas, *C. juncea*, *P. rhoeas* son buenas fuentes de algunos microelementos (Cu, Fe, Mn o Zn). *Taraxacum obovatum* y *M. fontana* merecen ser destacadas también por sus contenidos de Fe y Mn respectivamente.

Rumex pulcher, *S. vulgaris*, *A. acutifolius*, *B. dioica*, *H. lupulus* y *T. communis* fueron sometidas a un tratamiento culinario de cocción, simulando las condiciones aplicadas a nivel doméstico. Tras dicho proceso, algunos componentes vieron reducido sus contenidos, fundamentalmente aquellos más solubles, y que pasan, por tanto

facilmente al líquido de cocción. La fibra experimentó menores pérdidas, por lo que, el consumo de la verdura cocida, seguiría cubriendo un porcentaje considerable de las recomendaciones diarias de fibra en adultos. Los minerales que presentaron mayores pérdidas tras la cocción fueron Na, K, Mg y Zn, mientras que los contenidos de Ca, Cu, Fe y Mn experimentaron menores pérdidas.

Se ha estudiado también el contenido de carotenoides de cuatro especies diferentes de espárragos silvestres, en las que se encontraron valores superiores a muchos vegetales convencionales comerciales. Todos presentan un mayor contenido de xantofilas (luteína, neoxantina y violaxantina) que de β -caroteno. *B. dioica*, es la especie con mayor contenido de carotenoides, y todas ellas se podrían considerar buenas fuentes de neoxantina y violaxantina, carotenoides que raramente aparecen en tablas de composición de alimentos.

El análisis de compuestos fenólicos revela que el más abundante en estos vegetales es ácido clorogénico, con contenidos más altos en *C. intybus*, *S. hispanicus* y *F. vulgare*. También hay que destacar la presencia de ácido chicórico, especialmente en especies de la familia *Asteraceae*. *Anchusa azurea* es la única especie que presentó ácido rosmarínico.

Los extractos fenólicos de *A. azurea* y *B. marítima* presentaron actividad antifúngica frente a 7 especies diferentes de hongos, de las cuales, *Penicillium sp.* fue la especie más sensible y *A. azurea* aquella con mayor actividad antifúngica de las dos especies estudiadas.

Dada la escasez de datos previos sobre el valor nutritivo de las plantas silvestres comestibles estudiadas y el potencial biológico que presentan, consideramos de gran relevancia los resultados de este trabajo, que pretenden contribuir a la conservación y a la revalorización del consumo como parte de la ya muy valorada Dieta Mediterránea.

ABSTRACT

The present Doctoral Thesis entitled "*Wild Plants of traditional consumption in Spain. Nutritional value characterization and antifungal activity estimation*", is mainly focus on the characterization of the nutritional value of 20 wild vegetables traditionally consumed in Spain, with the aim to promote their knowledge, revalorize their food use as important elements of the Mediterranean Diet, and allow their incorporation in national or international databases of food composition. To authors' knowledge there is a lack of data about nutritive value (proximal composition and mineral elements) of the wild plants traditionally consumed in the Mediterranean area, and specially those here studied. For that purpose, the following specific objectives have been addressed: 1) Characterization of the nutritional value (proximate composition and mineral elements) of 20 species of wild edible plants, 2) Study of the influence of the culinary treatment on the nutritional value of some species that are traditionally consumed cooked, 3) Analysis of some bioactive compounds (carotenoids and phenolic compounds) in some wild edible plants and 4) Evaluation of antifungal activity of the extracts of some species, as a potential technological application.

20 wild species have been selected among the most used species in Spain, gathered each one in at least two years (period 2007-2009) and two sites in the central area of the Iberian Peninsula, and belonging to different families: Asteraceae (*Chondrilla juncea* L., *Cichorium intybus* L., *Scolymus hispanicus* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn., *Taraxacum obovatum* (Willd.) DC. and *Sonchus oleraceus* L.), Apiaceae (*Apium nodiflorum* (L.) Lag. and *Foeniculum vulgare* Mill.), Boraginaceae (*Anchusa azurea* Mill.), Caryophyllaceae (*Silene vulgaris* (Moench) Garcke.), Chenopodiaceae (*Beta maritima* L.), Papaveraceae (*Papaver rhoeas* L.), Polygonaceae (*Rumex papillaris* Boiss. & Reut. y

Rumex pulcher L.), *Portulacaceae* (*Montia fontana* L.), *Liliaceae* (*Allium ampeloprasum* L. y *Asparagus acutifolius* L.), *Cannabaceae* (*Humulus lupulus* L.), *Cucurbitaceae* (*Bryonia dioica* Jacq.) and *Dioscoreaceae* (*Tamus communis* L.). The edible parts of all of them were subjected to analysis of macro and micronutrient, as well as bioactive compounds study following previously validated and optimized analytical methods.

All of them (except *A. nodiflorum* and *S. marianum*) stand out by their fibre content. *C. juncea* was the species with higher fibre level, and together with *P. rhoeas*. *S. hispanicus*, *T. obovatum* and *R. pulcher* could be considered as a vegetable “with high fibre content”. All the wild plants of this study stand out by their lower Na content. *C. juncea*, *P. rhoeas*, *B. marítima*, *S. vulgaris* and *S. hispanicus* appear as “K source”. *C. juncea*, *S. hispanicus* and *F. vulgare* are also good Ca sources, and these three species present a good relation oxalic acid/Ca. *C. juncea* and *P. rhoeas* are good microelements sources (Cu, Fe, Mn o Zn), and *T. obovatum* y *M. fontana* stand out by their Fe and Mn (respectively) contents.

Rumex pulcher, *S. vulgaris*, *A. acutifolius*, *B. dioica*, *H. lupulus* y *T. communis* were subjected to cooking process, following habitual practices. After cooking, some the contents of some nutrients were reduced, mainly those with a higher solubility in water. Fibre experimented a higher retention, which means that the cooked vegetable still can cover a high amount of adults’ fibre daily requirements. Minerals with higher losses after cooking were Na, K, Mg and Zn; on the other hand, Ca, Cu, Fe and Mn contents experimented higher retentions.

The present study includes four types of wild “asparagus”, which contained higher carotenoids content than other conventional and commercial vegetables. All of them present more xanthophyles (lutein, neoxanthin and violaxanthin) than β -carotene. *B. dioica*, is the species with higher carotenoids content and all could be considered as good neoxanthin and violaxanthin sources, being both of them carotenoids, rarely appear in food databases.

Phenolic compounds were analyzed in all the plants studied. Clorogenic acid was the most abundant phenolic compound in these wild plants, with higher contents in *C. intybus*, *S. hispanicus* and *F. vulgare*. Also, *chicoric acid* stands out in *Asteraceae* species. *A. azurea* is the only one species which presented rosmarinic acid. Due to the interesting phenolic profile of *A. azurea* y *B. maritima*, both phenolic extracts were selected for an estimation of their antifungal activity. Phenolic extracts of *A. azurea* y *B. marítima* showed antifungal activity against 7 different fungi species, being *Penicillium sp.* the most sensitive species, and *A. azurea* the plant with higher antifungal activity.

Due to the lack of previous data about nutrient composition of these vegetables, and the biological potential that they could present, the results of this work are of great relevance for the preservation and revalorization of the food use of these edible wild plants, as a part of the highly valued Mediterranean Diet.

INTRODUCCIÓN

1. IMPORTANCIA DE LAS PLANTAS SILVESTRES EN LA ALIMENTACIÓN

Desde la prehistoria, las plantas silvestres han tenido una gran importancia en la dieta humana. El hombre nómada del paleolítico que consumía directamente lo que recolectaba, o bien lo almacenaba por cortos períodos de tiempo, tenía un gran conocimiento del entorno, de las plantas y de sus ciclos.

Hace entre 12000 y 7000 años (Período pre-Neolítico y principios del Neolítico) en diversas partes del mundo (Oriente Medio, China y Oeste Asiático, Mesoamérica y Sudamérica, África Central), empiezan a aparecer grupos de agricultores primitivos, que recogían cereales silvestres y los almacenaban en silos. Posteriormente se van desarrollando los cultivos de cereales (cebada y trigo) así como de leguminosas (lentejas, guisantes y garbanzos). El desarrollo de la agricultura basada en el cultivo de plantas comestibles, además de la domesticación de los animales, permitió a los humanos pasar de la vida nómada a un estilo más sedentario. Un enfoque diferente considera que fue el aumento de la población el que propició la puesta en práctica de la agricultura (Casañas Artigas, 2010; Nuez Viñals, 2010).

En el sur de Europa, los restos más antiguos del proceso de neolitización (paso del Paleolítico al Neolítico caracterizado principalmente por el cambio a una vida sedentaria) datan del año 6800 a.C. en Grecia y alrededor del 6000 a.C. en el sureste de Italia, Sicilia, en el sur de Francia y el sur de España (Zohary y Hopf 2000).

Es difícil conocer las proporciones entre los alimentos de origen animal y los de origen vegetal que empleaban nuestros antepasados. Eaton y Konner (1985), estudiando

Introducción

distintas sociedades de cazadores-recolectores de la actualidad en ambientes semitropicales, estimaron como valor medio un 65% de alimentos de origen vegetal y un 35% de alimentos de origen animal. Puede decirse, que aunque la introducción en la dieta de la carne y la leche obtenida de la cría de animales durante el período Neolítico fue crucial para la evolución humana, los vegetales siguieron constituyendo una parte muy importante de la misma.

Ya durante la Edad Moderna, las especies de vegetales silvestres han sido un recurso muy importante en época de hambruna o escasez estacional de alimentos, producidos por las malas cosechas o por las guerras. Muchas de estas especies crecían en los mismos ambientes que las plantas cultivadas, y algunas de ellas eran consideradas como “malas hierbas” de los cultivos, por lo que se aprovechaban a la vez que se eliminaban de los mismos. Incluso, ya en pleno siglo XXI, gracias a la disponibilidad de vegetales silvestres, los habitantes de la parte este del desierto de Kalahari, en Bostwana, no pasaron hambre durante los largos períodos de sequía que les afectaron (Grivetti, 2006). Del mismo modo, los habitantes de Sarajevo consiguieron sobrevivir a la escasez de alimentos durante los asedios producidos en la guerra balcánica (Redzic, 2010).

Las plantas pueden ser empleadas tanto como alimento como para un uso medicinal. “Alimentos” y “salud” son desde la Antigüedad dos conceptos interrelacionados por completo. Con independencia de la simple supervivencia, el uso de las plantas silvestres tiene una influencia positiva para la salud, debido a sus propiedades nutricionales y/o medicinales. En el libro de Cervantes (1615), Don Quijote de la Mancha pone de manifiesto este uso tradicional de las plantas silvestres en la alimentación: “...Perdóneme vuestra merced, dijo Sancho, que como yo no sé leer ni

escribir, como otra vez he dicho, no sé ni he caído en las reglas de la profesión caballeresca; y de aquí adelante yo proveeré las alforjas de todo género de fruta seca para vuestra merced, que es caballero, y para mí las proveeré, pues no lo soy, de otras cosas volátiles y de más sustancia. No digo yo, Sancho, replicó Don Quijote, que sea forzoso a los caballeros andantes no comer otra cosa que esas frutas que dices; sino que su más ordinario sustento debía ser de ellas, y de algunas yerbas que hallaban en los campos, que ellos conocían, y yo también conozco. Virtud es, respondió Sancho, conocer esas yerbas, que según yo me voy imaginando, algún día será menester usar de ese conocimiento.”

A veces es complicado delimitar la separación entre ambas categorías (Moerman 1994; Rivera et al., 2005). La consideración de alimentos como medicina la encontramos también en autores griegos, del siglo III a.C. como Teofrasto, o del siglo I como Dioscórides (Laguna, 1555). En Europa, las mujeres eran las depositarias de los saberes de las farmacopeas ligados a las plantas espontáneas, hasta que la Inquisición comenzó a acusarlas de brujas. En la Escuela Salernitana también se ha considerado siempre una buena alimentación como un augurio de buena salud (Petrini, 2007).

Sin embargo, desde el nacimiento de la biomedicina moderna hace 150 años, se ha puesto una especial atención en la especificidad de cada enfermedad y en su tratamiento, dejando a los alimentos, fuera del dominio de las medicinas, pues se pensaba que éstos no tenían relevancia en el proceso de la enfermedad (Etkin, 1996). En 1985, Eaton y Konner formularon la hipótesis de la discordancia evolutiva que postula que ha habido dos momentos en la historia en los que se han producido cambios muy importantes en la dieta humana: la aparición de la agricultura y el inicio de la era industrial, estos cambios en la dieta son los responsables de muchos de los problemas de salud que sufrimos en la actualidad en el mundo occidental, puesto que

Introducción

nuestro organismo no ha incorporado aún los cambios genéticos necesarios para metabolizar correctamente estos alimentos. Desde entonces, se han realizado numerosos trabajos, que parecen confirmar al menos una buena parte de esta teoría (Cordain et al., 2005; Frassetto et al., 2009; Jönsson et al., 2009; Simopoulos, 2003). Entre los problemas de salud típicos de nuestra sociedad actual, se encuentran enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2, las enfermedades cardiovasculares, la hipertensión y la obesidad, así como algunos tipos de cáncer, la enfermedad de Alzheimer, cataratas y deterioro general por envejecimiento. En esta línea, es significativo que la que se considera la primera definición de fibra alimentaria, como hoy día la conocemos, se hizo a raíz de los estudios de Hipsley (1953), que observó una fuerte relación inversa entre la presencia de vegetales (frutas y hortalizas) en la dieta de mujeres gestantes, y la incidencia de eclampsia, indicando variaciones estacionales en relación a la disponibilidad de vegetales, mayores tasas en los períodos de restricciones de productos vegetales por guerras u otros motivos, y una incidencia muy baja en las poblaciones vegetarianas. Esto le llevó a sugerir la presencia de un “factor” dietético en la incidencia de eclampsia, que identificó como “fibra” (incluyendo celulosa, hemicelulosa y lignina).

Numerosos autores hablan de las propiedades medicinales de las plantas silvestres (Johns, 1990; Rivera et al., 2005; Leonti et al., 2006). Así, algunos ejemplos que se pueden encontrar en la bibliografía son el uso de la alcachofa como alimento, pero también para disminuir la glucemia (y así controlar la diabetes tipo II), o como protector del hígado, propiedad que comparte con *Reseda alba* L.

La calidad nutricional de los productos vegetales depende de la cantidad y calidad de los macronutrientes (proteínas, carbohidratos y lípidos) y micronutrientes (vitaminas,

elementos minerales, ácidos grasos y aminoácidos esenciales) que proporcionan, además de la presencia de distintos compuestos bioactivos o fitoquímicos (compuestos de origen vegetal con acción beneficiosa para la salud) que pueden tener un mecanismo de acción complementario y/o superpuesto (Cámara, 2006). Entre dichos mecanismos se incluyen, la modulación de enzimas detoxificantes, estimulación del sistema inmune, reducción de la agregación plaquetaria, modulación de la síntesis de colesterol y del metabolismo hormonal, reducción de la presión sanguínea, efectos antioxidantes, antibacterianos y antivirales (FECYT, 2005).

Así, como se ha comentado anteriormente, el consumo de vegetales se ha asociado a un menor riesgo de enfermedades y por ello se considera que la promoción del consumo de vegetales, especialmente en estado fresco es una estrategia nutricional de gran interés para reducir la incidencia de enfermedades crónicas (Cámara y Sánchez-Mata, 2011)

Por otro lado, la domesticación de las especies vegetales y su puesta en cultivo parece influir a veces de forma negativa en la calidad nutritiva de las mismas respecto de las especies silvestres. Se ha visto que muchas especies silvestres tienen un mayor contenido de antioxidantes, vitaminas, minerales y ácidos grasos omega-3 que el que se encuentra en la mayoría de las plantas cultivadas (Flyman y Afolayan, 2006; Grivetti y Ogle, 2000; Simopoulos, 2004, García-Herrera et al., 2012).

Además, en los últimos 100 años los avances industriales y su aplicación a la agricultura han llevado a desarrollar técnicas agrícolas en las que el interés se fija más en el aumento de producción que en la calidad nutricional de los alimentos, viéndose ésta a veces empeorada. Kimbrell (2002), refleja algunos datos sobre pérdida de biodiversidad los Estados Unidos, como son la extinción del 80,6% de las variedades de

Introducción

tomate entre 1903 y 1983, así como el 86,2% de las variedades de manzana. Todo ello en parte debido a una rápida selección de las variedades más productivas por parte de las industrias.

Según el “Segundo informe del Estado Mundial de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura” publicado por la FAO en 2010, *“Para el año 2050, el mundo necesitará producir el doble de alimentos que lo generado en el 2000, pero tendrá que hacerlo con la misma cantidad de tierra y con menos agua y otros insumos. El cambio climático también está afectando el medio ambiente donde crecen los cultivos y les plantea a los agricultores nuevos desafíos.”* Desde este punto de vista, una mejor conservación y utilización de la diversidad vegetal con fines agroalimentarios puede ayudar a abordar eficientemente estas cuestiones.

De acuerdo con autores como Bonet y Vallés (2002), Pieroni et al. (2002b) y Tardío et al. (2005), el uso de las plantas silvestres como alimento está decreciendo. Hasta la revolución agraria los seres humanos consumíamos una enorme variedad de plantas, mientras que hoy en día el 90% del suministro alimenticio lo obtenemos de solo unas 17 especies, de las cuales los cereales constituyen el mayor porcentaje. Únicamente el trigo, el arroz y el maíz, acaparan el 60% de la producción alimenticia mundial (Cordain, 1999). Este proceso de pérdida de diversidad vegetal en alimentación se conoce como erosión genética. Algunas de las razones de esta pérdida de recursos vegetales es que a menudo, estos alimentos se asocian a clases marginalizadas o a gente de bajo nivel cultural y económico. A pesar de todo, las plantas silvestres siguen siendo utilizadas como plato principal por algunas personas en el ámbito rural. Por otro lado existen algunas plantas y hongos silvestres que son altamente apreciadas en la gastronomía

mundial, debido a su palatabilidad, a su fácil accesibilidad o a su baja toxicidad, como ocurre con el género *Eruca* o con *Tuber nigrum* (trufa negra).

Con todos estos datos, se podría concluir con que hay que dar preferencia a las variedades y a las razas autóctonas. Su supervivencia garantiza la biodiversidad que permite al sistema natural una mejor autorregulación, ya que están introducidas en el ecosistema que las ha visto nacer, y evolucionar, son la garantía de mantenimiento de ese ecosistema. Además, aseguran una mayor variedad de gustos y su patrimonio genético es patrimonio de toda la humanidad (Petrini, 2007).

1.1 Las plantas silvestres y su relación con la dieta mediterránea

La antigua palabra griega “*diaita*”, de la que deriva dieta, significa “régimen de vida” (Real Academia de la Lengua, 2001). En este sentido, la Dieta Mediterránea es un estilo de vida, no solo un patrón alimentario que combina ingredientes de la agricultura local, las recetas y formas de cocinar propias de cada lugar, las comidas compartidas, celebraciones y tradiciones, que unido a la práctica de ejercicio físico moderado pero diario, y favorecido por un clima benigno completan ese estilo de vida que la ciencia a señalado como un excelente modelo de vida saludable. La Dieta Mediterránea es una valiosa herencia cultural, que a partir de la simplicidad y la variedad ha dado lugar a una combinación equilibrada y completa de los alimentos, basada en muchos casos en productos frescos, locales y de temporada (Fundación Dieta Mediterránea, 2012).

La Dieta Mediterránea ha sido transmitida de generación en generación desde hace muchos siglos, y está íntimamente vinculada al estilo de vida de los pueblos

Introducción

mediterráneos a lo largo de su historia. Abarca todos los pueblos de la cuenca mediterránea constituidos por paisajes, cultivos y técnicas de cultivo, mercados, elaboraciones, espacios y gestos culinarios, sabores y perfumes, colores, tertulias y celebraciones, leyendas, innovación y tradiciones. Ha ido evolucionando, acogiendo e incorporando sabiamente, nuevos alimentos y técnicas fruto de la posición geográfica estratégica y de la capacidad de mestizaje e intercambio de los pueblos mediterráneos.

Así, desde la Antigüedad fueron llegando al Mediterráneo desde el Próximo y Medio Oriente los cereales, las legumbres, la zanahoria, la cebolla, los ajos, la ciruela, el melocotón, el cerezo, el albaricoque, el manzano, el peral, el nogal, el avellano y el castaño; de Europa provienen la remolacha, la achicoria, la col y los espárragos; de Lejano Oriente adquirimos los garbanzos, el sésamo, el pepino, la berenjena, la mostaza, la albahaca, los cítricos y el mijo; del Sudeste asiático y Oceanía llegaron el arroz, el romero, la pimienta, el sésamo, el cardamomo, el jengibre, la albahaca, el pepino, la sidra y la caña de azúcar; de África procede el melón, la sandía y los dátiles; y de América, el maíz, la judía, la patata, el tomate, el pimiento, el calabacín y la calabaza. Pocas comidas mediterráneas serían imaginables sin estas aportaciones (Silvestre Castelló, 2011; Fundación Dieta Mediterránea, 2012).

No hay duda de que en el Mediterráneo, cuando hablamos de componentes de su dieta, nos referimos a la trilogía trigo, vid y olivo, además de a legumbres, arroz, verduras, hortalizas, frutas y frutos secos; el consumo moderado de pescado, marisco, aves de corral, huevos y lácteos (quesos y yogures) junto con el consumo de pequeñas cantidades de carnes rojas. Pero hay que añadir un condimento esencial, quizás un ingrediente básico: la sociabilidad. Los alimentos no son, en el Mediterráneo, meramente vehículo de nutrientes, sino que también convocan. Las palabras de

Plutarco en su obra “*Vidas Paralelas*” ilustran con una sencilla perfección esta realidad: “*Los hombres se invitan no para comer y beber, sino para comer y beber juntos*”. La acción de alimentarse se asocia a una experiencia placentera.

Heinrich et al. (2006) propuso que no se debería hablar de “Dieta Mediterránea” sino de “Dietas Mediterráneas”, ya que ésta está compuesta por la suma de los alimentos, culturas, creencias, y desarrollo histórico en cada región del área mediterránea, cuya combinación a dado lugar a la Dieta Mediterránea. Las diferencias en los patrones dietéticos entre países del norte y del sur de Europa son muy evidentes y han sido objeto de numerosos estudios (Giacosa, 2004; Simopoulous, 2001; Trichopoulos et al., 2004; Rumm-Kreuter, 2001; Heinrich et al., 2005). La mayoría de los estudios realizados hasta la fecha han demostrado que las dietas de la mayoría de los países del norte de Europa presentan altos niveles de grasas animales (especialmente de ácidos grasos saturados) y azúcares sencillos, siendo bajas en fibra, lo cual se debe principalmente a un bajo consumo de vegetales. Sin embargo, en los países del sur de Europa, la dieta tradicional es rica en otros alimentos que se detallarán a continuación y que conforman la conocida “Dieta Mediterránea.”

Tanto la Organización Mundial de la Salud (OMS) como la Organización de la ONU para la Agricultura y la Alimentación (FAO) han reconocido la Dieta Mediterránea como un modelo alimentario de calidad, saludable y sostenible. El 17 de noviembre de 2010, el Comité Intergubernamental de la UNESCO para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial, en la reunión que tuvo lugar en Nairobi (Kenia), acordó inscribir la Dieta Mediterránea en la Lista representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad por considerarla patrimonio cultural inmenso y milenario, evolutivo, dinámico y vital en peligro. La candidatura fue presentada de forma conjunta por los

Introducción

gobiernos de España, Grecia, Italia y Marruecos, y coordinada a nivel técnico por la Fundación Dieta Mediterránea. Así, La UNESCO define a la “Dieta Mediterránea” como: “un conjunto de competencias, conocimientos, prácticas y tradiciones relacionadas con la alimentación humana, que van desde la tierra a la mesa, abarcando los cultivos, las cosechas y la pesca, así como la conservación, transformación y preparación de los alimentos y, en particular, el consumo de éstos”. (Fundación Dieta Mediterránea, 2012).

Los Ingredientes que se definen como principales son: “el aceite de oliva, los cereales, las frutas y verduras frescas o secas, una proporción moderada de carne, pescado y productos lácteos, y abundantes condimentos y especias, cuyo consumo en la mesa se acompaña de vino o infusiones, respetando siempre las creencias de cada comunidad”. Además comprende no solamente la alimentación, sino que es “un elemento cultural que propicia la interacción social”.

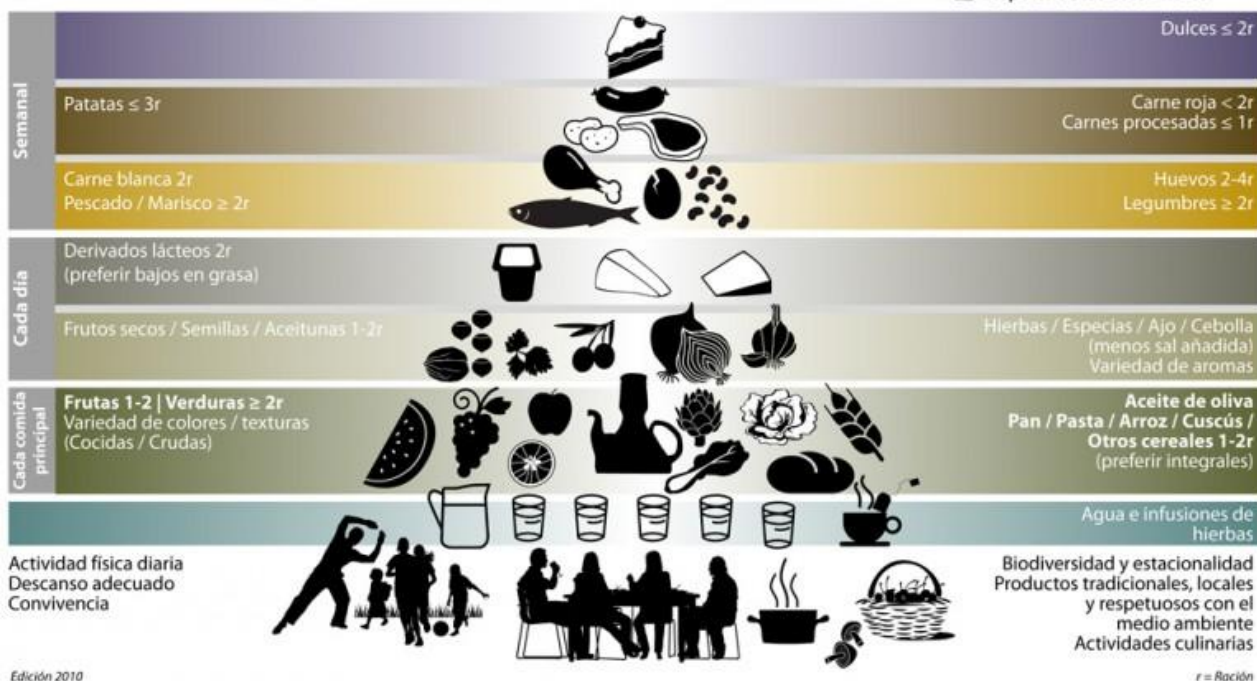
La pirámide de la Dieta Mediterránea (figura 1.1.), refleja todos los aspectos definidos por el comité de la UNESCO (Fundación Dieta Mediterránea, 2012).

Pirámide de la Dieta Mediterránea: un estilo de vida actual
 Guía para la población adulta

Medida de la ración basada en la frugalidad y hábitos locales



Vino con moderación y respetando las costumbres



© 2010 Fundación Dieta Mediterránea. El uso y la promoción de esta pirámide se recomienda sin ninguna restricción.

Figura 1.1. Pirámide de la Dieta Mediterránea (Fundación Dieta Mediterránea, 2012)

Los primeros indicios sobre los beneficios para la salud de la Dieta Mediterránea fueron inicialmente descritos en los años 1950-60 por el Dr. Ancel Keys y colaboradores en el “Estudio de los siete países” donde relataba el papel de esta dieta en la enfermedad coronaria. Los hábitos alimentarios en el área mediterránea y más concretamente en Creta, llamaron la atención como consecuencia de la constatación de que en los países mediterráneos la incidencia de enfermedades coronarias era significativamente menor que en otros países del norte de Europa, Japón o América. Keys (1980), encontró que los bomberos de Nápoles y Madrid presentaban niveles más bajos de colesterol en sangre que sus colegas americanos, y que esto estaba

Introducción

correlacionado con un menor porcentaje de ciertos tipos de grasas en su dieta diaria con una predominancia de ácidos grasos mono- y poliinsaturados, encontrados por ejemplo en el aceite de oliva. Keys (1980), también mostró que además de las diferencias dietéticas, existían diferencias culturales y geográficas que también influían en las diferencias de prevalencia y riesgo de las enfermedades ya anteriormente mencionadas.

En estos estudios el Dr. Keys confirmó que el uso tradicional de los alimentos durante siglos, en cuanto al estilo de vida y modo de alimentarse, era bueno para la salud, para un envejecimiento óptimo y para una mayor longevidad. Esta idea está de acuerdo con las antiguas teorías de Hipócrates, que ya practicaba ese estilo de vida 2400 años antes orientaba sus esfuerzos en la misma dirección: “Debemos procurar que la gente muera joven lo más tarde posible”. Son tales los beneficios de la Dieta Mediterránea para la salud que se ha propuesto como patrón de oro para la prevención de enfermedades crónicas por numerosos investigadores como Curtis et al. (2002) o Trichopoulou et al. (2000).

Pese a la importancia de los vegetales en la Dieta Mediterránea, la diversidad de alimentos a nivel local o regional no es conocida en detalle y existen vegetales, frutos y condimentos que podrían ser usados para enriquecer la dieta fuera de su región o localidad y ser incluidos como un elemento más de la Dieta Mediterránea, como es el caso de muchas plantas silvestres comestibles.

Sin embargo, en la actualidad, el seguimiento y la monitorización del patrón tradicional “Dieta Mediterránea” revelan un progresivo abandono del mismo, sobre todo entre los grupos de edad más jóvenes, por la influencia de nuevos hábitos y costumbres

alimentarias poco saludables, que ya está teniendo repercusiones negativas en los países mediterráneos. La obesidad se considera la epidemia del siglo XXI, especialmente entre los niños. Los datos aportados por la estrategia NAOS (AESAN, 2005) revelan que dentro de la población española, el fenómeno de obesidad en la población infantil y juvenil (2-24 años) se sitúa ya en el 13,9%, y el sobrepeso, en el 26,3%. En este grupo de edad la prevalencia de obesidad es superior en varones (15,6%) que en mujeres (12%). Las mayores cifras se detectan en la prepubertad y, en concreto, en el grupo de edad de 6 a 12 años, con una prevalencia del 16,1%. En comparación con el resto de países de Europa, en lo que se refiere a la población infantil, nuestro país presenta una de las cifras más altas, sólo comparable a las de otros países mediterráneos. Así, en los niños españoles de 10 años la prevalencia de obesidad es sólo superada en Europa por los niños de Italia, Malta y Grecia. Además, las enfermedades cardiovasculares siguen siendo la primera causa de mortalidad. El síndrome metabólico y la diabetes mellitus representan también un problema de salud global entre los países desarrollados. Estos hechos parecen correr en paralelo al abandono de los hábitos que situaron al estilo de vida mediterráneo en el eje de la longevidad entre los países de la cuenca mediterránea. La ciencia moderna ha puesto de manifiesto en la segunda mitad del siglo XX el carácter excepcional del estilo de vida mediterráneo y su influencia en la salud de la población. Algunos autores como Keys, 1980, Trichopoulou et al. 2000, Heinrich et al, 2006 o Alonso Aperte, 2011 coinciden en la afirmación de que la dieta tradicional mediterránea ayuda a mejorar los parámetros de salud. Estos autores correlacionan el consumo de frutas, vegetales, aceite de oliva y vino con una disminución de la tasa de enfermedad coronaria, diabetes, cáncer y en general una mayor longevidad. Por ello evitar el paulatino abandono de la Dieta Mediterránea tendría una repercusión favorable tanto en cuanto a la regresión de las

Introducción

enfermedades descritas como en cuanto a la conservación de la agricultura y el paisaje tradicionales, en suma, del medio ambiente.

Esta situación hace necesario, y urgente, planificar y poner en marcha estrategias eficaces de salud pública en las que participen todos los sectores y actores implicados. Estas estrategias deben contemplar un amplio abanico de medidas: medidas reguladoras encaminadas a favorecer el acceso y disponibilidad a los alimentos y bebidas más saludables, así como la práctica de actividad física; potenciar la creación de entornos proactivos, tanto desde la familia como desde el ámbito escolar, que favorezcan la adopción de hábitos de alimentación y actividad física más saludables, poniendo especial acento en la recuperación y conservación de la Dieta Mediterránea (Pérez Rodrigo et al., 2011).

Algunos países en desarrollo, intentan buscar el equilibrio en la evolución alimentaria que están experimentando y evitar, los efectos no deseados que han acompañado experiencias como las de los países occidentales. Procuran preservar de la mejor manera posible una alimentación y unos hábitos arraigados en la cultura y las tradiciones culinarias, y éste debería ser el sentido y el interés que tendrían que despertar la recuperación de la forma mediterránea de alimentarse.

1.2 Papel de las plantas silvestres en la alimentación y en la gastronomía actual

Con el desarrollo de la agricultura y de una primera y rudimentaria tecnología de los alimentos (en forma de conservas, ahumados, salazones, etc.) se produjo un importante hito en la alimentación: se llegaron a cubrir suficientemente las necesidades alimentarias familiares y grupales. Es en este momento cuando el género humano, dispone de recursos físicos y de tiempo para “jugar” con los alimentos, para investigar sobre las mezclas de unos con otros y sobre las formas de aplicación del calor. Con ello aparece la gastronomía, siempre en un entorno de abundancia sobre lo necesario.

La alimentación, según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua (2001), es “La acción y efecto de alimentar y alimentarse”; corresponde por tanto a una actividad básica, a la necesidad de introducir un alimento en el cuerpo para conseguir que el organismo funcione. La gastronomía por su parte, es “El arte de preparar una buena comida”. La gastronomía, por tanto, es un proceso muy complejo que engloba otras realidades: es un paso más sobre la alimentación, en el que intervienen factores culturales, económicos, intelectuales, emotivos, capacidades organolépticas del individuo, la manipulación y transformación de los alimentos, el conocimiento de unos correctos hábitos dietéticos y nutricionales, etc. Así, el hombre se diferencia en este sentido del animal en el hecho de ser gastrónomo por excelencia. La comida es para él, algo complejo, activo, cambiante, que se relaciona con las emociones y con el placer físico y espiritual (Villegas Becerril, 2008).

Introducción

El consumo de alimentos cocinados y no crudos, facilitan la digestión, eliminan la posible presencia de parásitos y microorganismos, y consiguen un mejor aporte nutricional de los alimentos transformados por la acción del fuego. Las primeras técnicas de cocinado nos acercan al mundo del asado, del alimento en contacto con el fuego en ocasiones sujeto con horquillas o palos sobre brasas o fuego, gracias a lo que se pueden tostar carne, pescado o tubérculos. Posteriormente se desarrolló la transformación de los cereales por el fuego. Con la alfarería aparecieron los utensilios de cocina y con la aparición de los recipientes de barro, comenzaron a desarrollarse los procesos de cocinado propiamente dicho. Es este el momento en el que el hombre comenzó a experimentar, como se ha mencionado antes, calentando líquidos, cocinando piezas de carne o vegetales en agua, etc. Desde entonces, se han desarrollado las diferentes técnicas de cocinado, cuyo uso depende de las características del producto, del objetivo que se quiere conseguir, del tiempo necesario para obtener las condiciones organolépticas idóneas... (Villegas Becerril, 2008).

En la actualidad existen nuevos conceptos en la cocina como son la *Nouvelle cuisine* de Gault y Millau, de la que otros cocineros han aprendido. En España han surgido movimientos paralelos, como el de la “*Nueva cocina Vasca*” (creado por Juan Mari Arzak), o los conceptos de “*Nhube*” y “*Fast Good*” de Ferrán Adriá. En ellos se mezcla el hecho de comer platos sencillos (zumos de frutas y vegetales, bocadillos o platos más sólidos) con el entretenimiento (prensa, internet, televisión, música...) y/o la comida para llevar (Villegas Becerril, 2008).

Otro nuevo concepto es el mundialmente conocido “*Slow Food*”, creado por Carlo Petrini, y contrapuesto al conocido “*Fast Food*”, cuya filosofía va más allá de lo

gastronómico; el autor, en su libro *“Bueno, limpio y justo”* (2007) menciona que con toda esta revolución gastronómica, los productos espontáneos (plantas silvestres usadas como alimento tradicionalmente) o derivados de la agricultura tradicional, se convierten en auténticas exquisiteces para quienes no pueden conseguirlos fácilmente.

Este hecho ha sido corroborado por cocineros de reconocimiento mundial como Grant Achatz, Adriá, Eneko Atxa y muchos otros, que en el Foro Madrid Fusión 2009 (foro de estudio y debate sobre gastronomía de reconocido prestigio) presentaron platos de un elevado valor culinario y en el que hicieron uso de muchos vegetales de este tipo (Madrid Fusion, 2009). De este modo, encontramos las especies silvestres usadas de forma tradicional en alimentación, incluidas dentro de recetas culinarias de innovación, ejemplos de ello serían algunas recetas incluidas en este foro, como puede ser el caso de la acedera sanguina, incluida en la elaboración de remolacha cocida con sus tallos cristalizados, crema de queso de cabra y hojas secas, o la elaboración de un consomé tibio y dulce de hongos y hierbas silvestres, donde se emplean los brotes tiernos de rúcula, albahaca y pétalos de caléndula.

Así, en estos últimos tiempos, las plantas silvestres comienzan a revalorizarse de nuevo en la alta gastronomía debido a su potencial “innovador”, así como por sus propiedades nutritivas en las que se profundizará posteriormente.

OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

2. OBJETIVOS

Tal como se ha indicado, el uso tradicional, tanto alimentario como medicinal de las plantas silvestres, forma parte de la herencia cultural de todas las civilizaciones, y ha contribuido al desarrollo de sus hábitos alimentarios, aportando nutrientes y compuestos bioactivos fundamentales para el mantenimiento de su estado de salud.

Si bien España es uno de los países con cultura y dieta mediterránea por excelencia, y con una importante tradición de uso de numerosas plantas silvestres, son escasos los estudios científicos que abordan estas especies desde el punto de vista nutricional.

El presente estudio forma parte del proyecto MEC (Plan Nacional I+D+i) CGL2006-09546/BOS: “Valoración productiva y nutricional de plantas silvestres comestibles de uso tradicional en España”, cuyo investigador principal es el Dr. Francisco Javier Tardío Pato, del Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA) y su realización ha sido posible gracias a la obtención de una Beca Complutense predoctoral para Formación de Personal Investigador (FPI-UCM), concedida para este fin en la convocatoria del año 2008.

El presente trabajo presenta como **objetivo principal**:

“La caracterización del valor nutritivo de 20 plantas silvestres de consumo tradicional en España, con el fin de fomentar su conocimiento, potenciar de nuevo su uso como elementos importantes de la Dieta Mediterránea y permitir su incorporación en bases de datos de composición de alimentos a nivel nacional e internacional”

Objetivos y plan de trabajo

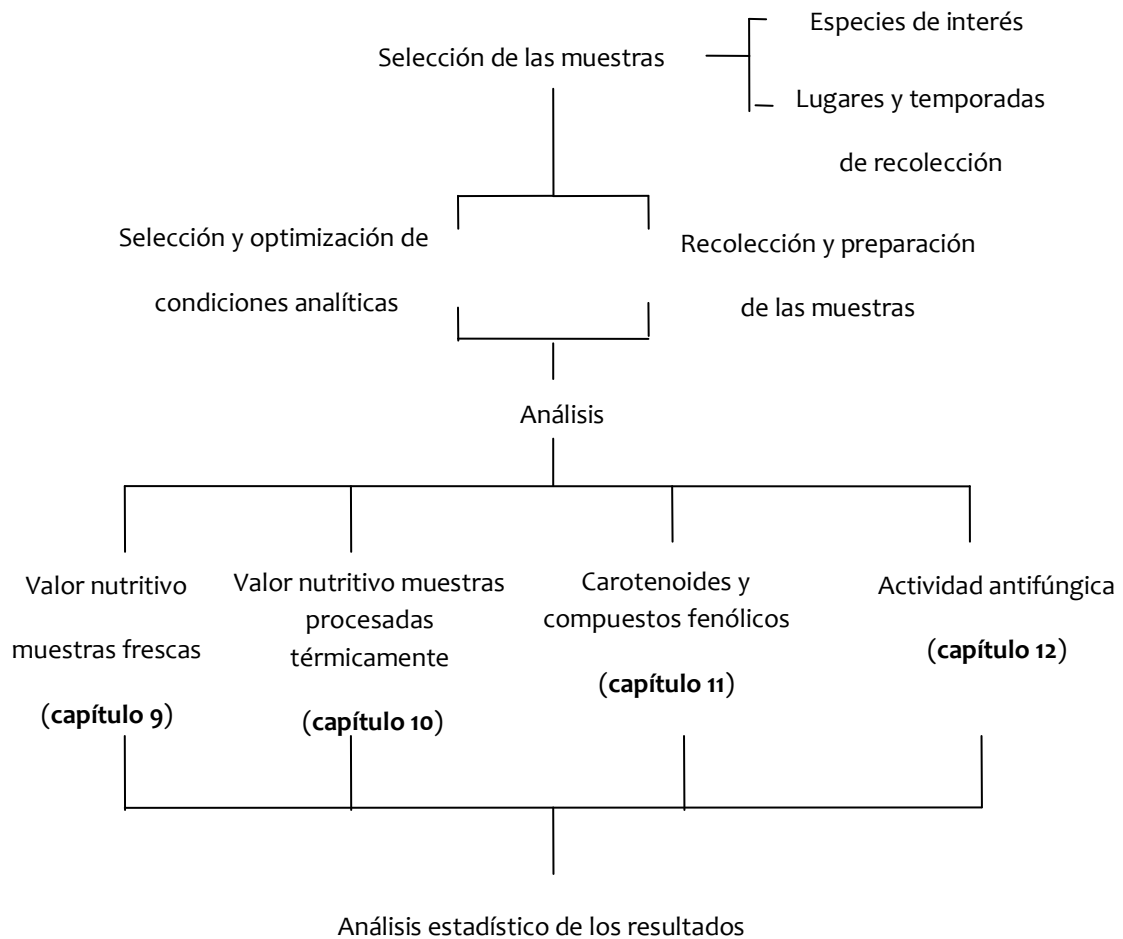
Para llevar a cabo este objetivo se plantean los **objetivos específicos** siguientes:

- I. Caracterización del valor nutricional (composición centesimal y elementos minerales) de 20 especies de plantas silvestres comestibles,
- II. Valoración de la influencia del tratamiento culinario sobre los distintos parámetros nutricionales de algunas especies que tradicionalmente se consumen cocinadas,
- III. Determinación de algunos compuestos bioactivos (carotenoides y compuestos fenólicos),
- IV. Valoración de la actividad antifúngica de los extractos de *A. azurea* y *B. vulgaris*, para su potencial uso tecnológico.

Aunque la mayor parte del trabajo ha sido llevado a cabo en el Dpto. de Nutrición y Bromatología II (Bromatología) de la Facultad de Farmacia de la UCM, una parte de las determinaciones analíticas se han realizado en el Departamento de Metabolismo y Nutrición del Instituto del Frío (ICTAN) del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de Madrid, bajo la supervisión de la Dra. Begoña Olmedilla Alonso, y otra parte de ellas, en el laboratorio del Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari (ISPA) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) de Bari, bajo la supervisión del Dr. Donato Di Venere, gracias a la obtención de una Ayuda para estancias breves UCM (convocatoria de 2011).

3. PLAN DE TRABAJO

Para dar cumplimiento a los objetivos anteriormente expuestos, se estableció el siguiente plan de trabajo:



MATERIALES Y METODOS

4. MUESTREO

La selección, identificación y recolección de las muestras en sus hábitats naturales fue realizada por miembros del grupo de etnobotánica del equipo investigador del proyecto del que forma parte este trabajo, bajo la coordinación del Dr. F.J. Tardío. Dicho grupo estuvo formado por investigadores del IMIDRA, Real Jardín Botánico de Madrid y Universidad Autónoma de Madrid.

Como objeto de estudio, se seleccionaron 20 especies silvestres de consumo tradicional en España, atendiendo a los datos obtenidos en estudios etnobotánicos previamente realizados (Tardío et al, 2006), donde se puso de manifiesto los distintos usos alimentarios de las mismas, así como su frecuencia de consumo.

Para la recolección de cada una de las especies estudiadas, se seleccionaron al menos dos localidades situadas todas ellas en la zona central de la Península Ibérica (figura 4.1.). Los lugares de recolección de cada una de las especies y las partes de la planta analizadas se especifican en la tabla 4.1.

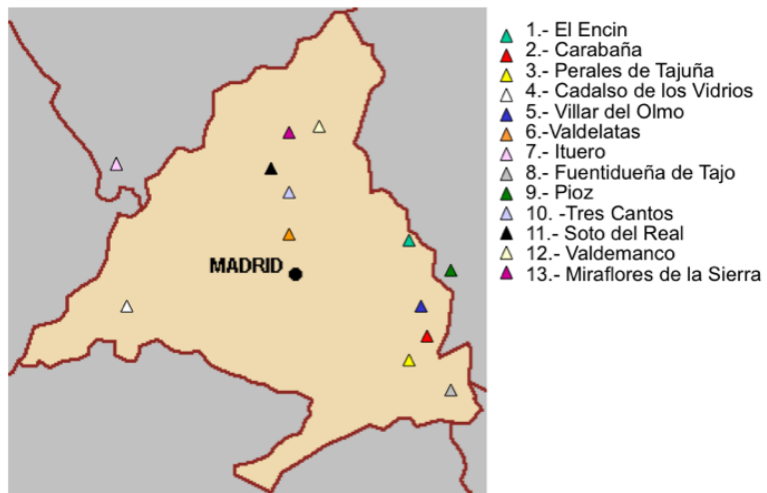


Figura 4.1. Mapa representativo de la situación de las localidades en las que se recolectaron las muestras

Tabla 4.1. Localidades donde se realizó la recolección para cada especie y año de muestreo

Familia	Especies	Parte comestible	Localidad 1			Localidad 2		
			2007	2008	2009	2007	2008	2009
Asteraceae	<i>Chondrilla juncea</i> L.	Hojas basales	Valdelatas		----	Pioz		----
	<i>Cichorium intybus</i> L.	Hojas basales	El Encín		----	Valdelatas		----
	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Hojas basales peladas	Valdelatas		----	Fuentidueña		----
	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Hojas basales peladas	El Encín		----	Valdelatas		----
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Hojas basales	----	Cadalso de los Vidrios		----	El Encín	
	<i>Taraxacum obovatum</i> (Willd.)	Hojas basales	Villar del Olmo		----	Valdelatas		----
Apiaceae	DC.							
	<i>Apium nodiflorum</i> (L.) Lag.	Tallos tiernos con hojas	Perales de Tajuña		----	Villar del Olmo		----
	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Tallos tiernos con hojas	Perales de Tajuña		----	Valdelatas		----
Boraginaceae	<i>Anchusa azurea</i> Mill.	Hojas basales	----	Cadalso de los Vidrios		Villar del Olmo		----
Caryophyllaceae	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke.	Tallos tiernos con hojas	Cadalso de los Vidrios		----	Villar del Olmo		----
Chenopodiaceae	<i>Beta maritima</i> L.	Hojas basales	El Encín		----	Carabaña Tajuña		----
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Hojas basales	El Encín		----	Valdelatas		----
Polygonaceae	<i>Rumex papillaris</i> Boiss. & Reut.	Hojas basales	Cadalso de los Vidrios		Valdelatas	Valdemanco		----
	<i>Rumex pulcher</i> L.	Hojas basales	El Encín		----	Valdelatas		----
Portulacaceae	<i>Montia fontana</i> L.	Tallos tiernos con hojas	Ituero y Lama (Segovia)		----	Pto Canencia		----
Liliaceae	<i>Allium ampeloprasum</i> L.	Bulbo y parte inferior del tallo	El Encín		----	Cadalso de los Vidrios		----
	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Brotes tiernos con o sin hojas	----	El Encín		Valdelatas		----
Cannabaceae	<i>Humulus lupulus</i> L.	Brotes tiernos con o sin hojas	El Encín		----	Miraflores de la Sierra		----
Cucurbitaceae	<i>Bryonia dioica</i> Jacq.	Brotes tiernos con o sin hojas	Valdelatas		----	El Encín		----
Dioscoreaceae	<i>Tamus communis</i> L.	Brotes tiernos con o sin hojas	Tres Cantos		----	Soto del Real		----

Materiales y métodos

La recolección se llevó a cabo en el estadio de desarrollo de la planta, más adecuado para el consumo (en general, de mediados de marzo a finales de mayo), durante al menos dos años consecutivos dentro del período 2007-2009. Esto supuso el análisis de un total de 97 muestras frescas, de las cuales algunas fueron utilizadas para el estudio de tratamiento térmico.

De cada una de ellas se recolectaron al menos 500 gramos de porción comestible incluyendo, al menos, 25 individuos de cada especie, escogidos al azar, todos ellos en condiciones óptimas para el consumo. Las plantas se limpiaron “in situ” separando la parte comestible (en el caso de *Scolymus hispanicus* y *Silibum marianum* se pelaron de la manera habitual para dejar únicamente la vaina comestible). Todas ellas fueron transportadas al laboratorio de análisis en un tiempo inferior a 24 horas, manteniéndolas en refrigeración para que llegasen en estado óptimo. Una vez en el laboratorio, se llevó a cabo el análisis de la humedad sobre la muestra fresca.

El resto del producto fresco fue sometido a congelación, liofilización (Figura 4.2.) y posteriormente a trituración y homogeneización. Las muestras liofilizadas y homogeneizadas fueron envasadas en recipientes herméticos en oscuridad y a -20°C para asegurar su conservación y evitar la alteración del producto durante todo el período que duraron los análisis.



Figura 4.2. Imagenes del proceso de liofilización llevado a cabo en las especies silvestres estudiadas

4.1. Descripción de las especies estudiadas

Antes de describir las especies utilizadas en el presente estudio, se establecen los criterios seguidos para la definición de las mismas desde el punto de vista bromatológico:

La Real Academia Española de la Lengua (2001), define como **vegetal** al “ser orgánico que crece y vive, pero no muda de lugar por impulso voluntario” y otra acepción de la misma palabra es “hortaliza en general.” La **planta silvestre** sería aquel “vegetal criado naturalmente y sin cultivo en selvas o campos.”

Siendo más específico, el Código Alimentario Español (2006), define como:

- **hortaliza** a “cualquier planta herbácea hortícola en sazón que se puede utilizar como alimento, ya sea en crudo o cocinada”.
- **verdura** a “un grupo de hortalizas en las que la parte comestible está constituida por sus órganos verdes (hojas, tallos o inflorescencia)”

Según estas definiciones, todas las muestras objeto del presente estudio pueden calificarse como vegetales o plantas silvestres; no así como hortalizas puesto que no son cultivadas, y en un sentido estricto tampoco podrían ser calificadas como verduras, puesto que este término implicaría ser una hortaliza. No obstante, aun conociendo esta limitación, y al tratarse de partes verdes (con la excepción de *Allium ampeloprasum*) el término verdura se ha utilizado en ocasiones de forma general.

***Chondrilla juncea* L.**

Nombre vulgar: *ajonjera, alijonjera, talleres, mástec.*

Se trata de una planta vivaz, con roseta de hojas basales que suele secarse cuando se desarrolla el tallo florífero. Sus hojas de aspecto lanceolado, presentan el borde ampliamente dentado y con algunas protuberancias marginales de escasa consistencia. Los tallos floríferos son de color blanquecino con pequeñas espinas rígidas en su parte inferior, que posteriormente ramifica ampliamente dando ramas de aspecto junquero, lineal, alargadas y estrechas. Las flores son pequeñas, reunidas en capítulos paucifloros y rematan en un prolongado pappus.



Figura 4.3. *Chondrilla juncea* (autor: J. Tardío)

Según los estudios etnobotánicos realizados en España, concretamente en la Comunidad de Madrid y en la zona de Zamora y Salamanca, en alimentación se

Materiales y métodos

emplean sus hojas basales o brotes tiernos con hojas (según la región) crudas en ensalada, solas o con otras de las mismas características (por ejemplo achicoria) (Font Quer, 2005; González et al., 2010; Tardío et al., 2002, 2010).

***Cichorium intybus* L.**

Nombre vulgar: *achicoria*, *camarroja*.

Es una hierba perenne, cubierta de tricomas cortos. Consta de una potente raíz pivotante de la que todos los años en primavera brota una roseta de hojas caducas. Las hojas basales son de aspecto lanceolado, ampliamente dentadas hasta hacerse pinnatipartidas, con dientes agudos; sin embargo las hojas superiores son enteras, algo lobuladas, sésiles y que abrazan al tallo; presenta tallos floríferos rígidos, de hasta 1 m de altura y con recorrido zigzagueante; las flores se recogen en capítulos y son liguladas de coloración azul intensa, a veces blanquecinas. Florece en verano y el fruto es de 2 a 3 mm, y el vilano se reduce a unas escamitas que no le sirven para volar.



Figura 4.4. *Cichorium intybus* (autor: J. Tardío)

Desde el punto de vista de la medicina tradicional la achicoria posee propiedades tónicas, aperitivas y estomacales. En la antigua Roma la achicoria se usaba para de curar anemias e infertilidad. Font-Quer (2005) también habla de su uso como expectorante y diurético. En las antiguas farmacopeas españolas aparecen jarabes de achicorias empleados para desobstruir el bazo, el hígado y todas las vísceras; además de utilizarse contra la hidropesía, caquexia, ictericia y como laxante suave sobre todo en medicina infantil, empleándose las hojas basales y en algunos casos los brotes tiernos, en función del país o la región.

Desde el punto de vista culinario, de esta especie se cocinan sus hojas basales cocidas en guisos y ensaladillas populares aperitivas, aunque también se pueden encontrar junto con flores y raíces en infusión. La raíz de achicoria se emplea en la industria alimentaria, como sucedáneo del café y principalmente como fuente de fructooligosacáridos como es la inulina (Font Quer, 2005; Letcher Lyle, 2010; Guarrera et al., 2005; Pieroni, 2005; Conforti et al., 2009; Benítezet al., 2010; Tardío et al., 2002, 2006, 2010).

***Scolymus hispanicus* L.**

Nombre vulgar: *cardillo*, *tagarnina*

Se trata de una planta herbácea perenne, que desarrolla una gruesa raíz. Presenta las hojas basales en roseta, con un largo y grueso pecíolo, tomentoso y frecuentemente coloreado de rojo. El limbo foliar es hendido, con marcas de color verde claro y bordes algo espinosos. Los tallos floríferos pueden alcanzar hasta 1 m y tienen muchas hojas sésiles, alternas, rígidas y punzantes. Los capítulos están situados en las axilas de las

Materiales y métodos

hojas y protegidos por fuertes brácteas espinosas. Cada capítulo está constituido por numerosas flores liguladas de color fuertemente amarillo-anaranjando. Sus flores aparecen en época estival y presenta un fruto de vilano rudimentario.



Figura 4.5. *Scolymus hispanicus* (autor: J. Tardío)

Esta planta es apreciada medicinalmente como diurético. Los estudios etnobotánicos realizados en España (Comunidad de Madrid y la zona de Zamora y Salamanca), indican que para el uso alimentario de esta especie se emplean sus hojas basales, previamente peladas, en guisos y/o rehogadas con aceite, o bien con huevos revueltos o en tortilla. A veces también se consumen crudas o en ensaladas. Como curiosidad hay que mencionar que las flores de esta especie se utilizan para la adulteración del azafrán (Font Quer, 2005; González et al., 2010; Tardío et al., 2002, 2006, 2010).

Silybum marianum (L.) Gaertn.

Nombre vulgar: *cardincha*, *cardo borriquero*

Esta planta anual es muy vigorosa, con hojas basales de gran tamaño, alabeadas, de color verde oscuro con extensas vetas blancas en las nervaduras, y con el borde espinoso. Su gran inflorescencia es similar a una alcachofa, aunque a diferencia de ésta las brácteas involucrales más externas presentan fuertes y largas espinas. Sus flores son de color rosa o púrpura, con cinco estambres soldados. Florece a partir de mayo. Sus frutos son aquenios de 6 a 7 mm, de color oscuro, con un vilano simple y fugaz.



Figura 4.6. *Silybum marianum* (autor: J. Tardío y M. Molina)

Al cardo se le atribuyen propiedades descongestivas del hígado. En gastronomía se emplean sus hojas basales previamente peladas, cocidas, tanto rehogadas, fritas, como en sopas. También se pueden consumir crudas en ensaladas y como aperitivo (Font Quer, 2005; Pieroni et al., 2002a,b; Tardío et al., 2006, 2010).

***Sonchus oleraceus* L.**

Nombre vulgar: *cerraja, cerrajon, lecheras*

Esta especie se presenta como hierba anual, laticífera, que no alcanza los 2 m de altura, con hojas lampiñas, generalmente pinnado-lobuladas o pinnado-divididas, con lóbulos triangulares sin espinas o casi inapreciables, con el lóbulo terminal mayor que los laterales. Los capítulos presentan flores liguladas de color amarillo limón. Florece casi todo el año y el fruto es de color parduzco, dilatados hacia lo alto, comprimidos, estriados a lo largo y con arruguitas transversales muy finas. Carecen de pico pero poseen un vilano de pelos muy finos.



Figura 4.7. *Sonchus oleraceus* (autor: M. Molina)

De esta especie se consumen sus hojas basales crudas en ensalada o cocinada a modo de guisos (Pieroni et al., 2002 a,b; Font Quer, 2005; Scherrer et al., 2005; Tardío et al., 2006; Cornara et al., 2009).

***Taraxacum obovatum* (Willd.) DC.**

Nombre vulgar: *diente de león, pajitos*

Hierba perenne, laticífera, con una importante raíz carnosa. Las hojas son numerosas y pecioladas, dispuestas en una roseta basal, con forma de obovada a ovado-lanceolada, a veces enteras, pero generalmente dentadas, con los dientes desiguales dirigidos hacia la base, profundos, que llegan hasta el nervio; lampiñas o, a veces, tomentoso-aracnoideas en el nervio central. Los capítulos floríferos son solitarios en el extremo de tallos huecos de hasta 40 cm de longitud; todas las flores son liguladas, de color amarillo dorado a azafranado, con el envés verdoso. Posee aquenios con un largo pico en cuyo extremo presentan vilano (Galán in Flora ibérica, vol. 16 inéd.; Tardío et al., 2002).



Figura 4.8. *Taraxacum obovatum* (autor: J. Tardío)



Materiales y métodos

Desde el punto de vista culinario, se emplean sus hojas basales tanto crudas (como aperitivo o en ensalada), como cocidas (Pieroni et al., 2002 a,b; Cornara et al., 2009; Tardío, 2006, 2010; Pardo de Santayana et al., 2007).

***Apium nodiflorum* (L.) Lag.**

Nombre vulgar: *berraza*, *berra*

Se trata de una planta herbácea perenne, glabra. Sus tallos presentan nudos inferiores prostrados y enraizantes, pero erectos en el resto, finamente asurcados. Las hojas son compuestas e imparipinnadas. Las flores son diminutas con pétalos blanquecinos, agrupadas en umbelas compuestas, y opuestas a las hojas (Knees in Flora ibérica, Vol. 10, 2003; Tardío et al., 2002).



Figura 4.9. *Apium nodiflorum* (autor: M. Molina)

Para el uso alimentario y gastronómico de esta especie, se emplean sus hojas basales, crudas en ensaladas (Tardío et al., 2006).

***Foeniculum vulgare* Mill.**

Nombre vulgar: *hinojo*

Es una planta vivaz, perenne, aromática, de olor y sabor anisado, cuyos tallos son erectos, estriados, sólidos, ramificados en la mitad superior, glaucos, glabros y sin restos fibrosos en la base. Sus hojas basales y medias son pinnatisectas, de contorno triangular, pecioladas, glabras, ampliamente divididas y las hojas superiores se reducen a un pequeño apéndice más corto que la vaina y son glabras. Sus flores, son pequeñas de color amarillo, en umbelas compuestas terminales y laterales. Los frutos son ovoides y glabros (Aedo *in* Flora ibérica, Vol. 10, 2003; Tardío et al., 2002).



Figura 4.10. *Foeniculum vulgare* (autor: M. Molina)

Materiales y métodos

Desde el punto de vista medicinal su virtud más importante es la carminativa (se puede emplear en problemas gastrointestinales, en forma de infusión), seguida de la diurética (raíz fresca o en infusión) y la aperitiva. Hasta hace pocos años, las farmacopeas españolas incluían el jarabe de las cinco raíces, una de las cuales era la de esparraguera, y las otras, las de apio, rusco, hinojo y perejil. También se describe su uso como sedante, empleándose la parte apical de los tallos, así como en problemas dermatológicos, respiratorios y mentales. Algunos autores le atribuyen propiedades estimulantes de la secreción láctea en las mujeres lactantes. Puede aparecer asociado al ácido bórico en colirios contra las inflamaciones de los ojos, y los frutos, tomados en cantidad excesiva, pueden provocar la menstruación (Font Quer, 2005).

Del hinojo se puede consumir tanto sus hojas y tallos (parte aérea) como sus semillas, tanto de forma cruda, aperitivos y en ensaladas, como previamente cocinado, formando parte de diferentes guisos italianos como “risotto”, “minestra”, pastel “castagneccio” (semillas), “pasnoti” y “gattatin”, así como aromatizante en el aceite de oliva, diferentes licores e infusiones.

El uso del hinojo, se remonta a los antiguos egipcios. Sus virtudes han sido elogiadas por autores como Dioscórides, Laguna, Galeno... En la Edad Media, acrecentó su fama y fue llevado por los benedictinos desde tierras mediterráneas a Europa Central. Posteriormente se cultivó en Sudamérica y todavía hoy goza de gran fama en Argentina, donde madres campesinas mascan hinojo y echan su aliento a los ojos de sus hijos, en la creencia de que les preservan de contraer oftalmías (Font Quer, 2005; Pieroni et al., 2002a; Viegí et al., 2003; Scherrer et al., 2005; Pardo-de-Santayana, 2007; González-Tejero, 2008; Conforti et al., 2009; Cornara et al., 2009; Carvalho y Morales, 2010; González et al., 2010; Tardío et al., 2002, 2010).

***Anchusa azurea* Mill.**

Nombre vulgar: *lenguaza, lengua de buey, chupamiel*

Se trata de una planta perenne con uno o varios tallos, hispida, con indumento simple de pelos rígidos. Hojas basales lanceoladas que forman una roseta caduca en la fructificación; los tallos de hasta 120-150 cm. de altura, erectos y abundantemente ramificados en la parte superior; sus hojas son caulinares y agudas, con un margen ligeramente sinuado-dentado, rara vez oblanceoladas. Florece de mayo a julio y sus flores tienen la corola azul o azul-violáceo intenso, son brillantes y rara vez blancas o rosadas. En el fondo del cáliz, cuando se cae la corola, el fruto se compone de cuatro granitos de color grisáceo, más largos que anchos (Font Quer, 2005; Valdés in Flora ibérica, vol. 11, 2012; Tardío et al., 2002).



Figura 4.11. *Anchusa azurea* (autor: J. Tardío)

En el Líbano se emplean sus inflorescencias y hojas a modo de infusión para el tratamiento de problemas gastrointestinales y como sudoríficas.

Materiales y métodos

Hoy en día la lengua de buey tiene un uso menos frecuente, pero se le reconocen varias virtudes medicinales. Se recoge sobre todo por sus propiedades emolientes y expectorantes, para combatir la tos, catarros de los bronquios y vías respiratorias altas. También alivia los dolores inflamatorios, y se utiliza popularmente como diurética y contra la diarrea. La raíz y las semillas, además de expectorantes son depurativas. Para el uso culinario y gastronómico de esta especie se emplean sus hojas basales cocinadas formando parte de diferentes guisos, o simplemente aderezadas con aceite y vinagre.

En el “Dispensatorium pro Pharmakopoies Viennensibus” de Viena de 1570, aparecen las flores de lengua de buey junto con la borraja, la violeta y la rosa, siendo las cuatro flores cordiales (mezcla de flores para tisanas sudoríficas) de las farmacopeas hispanas (Font Quer, 2005; Tardío et al., 2002; El Beyrouthy et al., 2008).

***Humulus lupulus* L.**

Nombre vulgar: *lúpulo*, *espárrago de zarza*.

Es una planta rizomatosa, trepadora, con tallos aéreos anuales largos y volubles, de hasta 5-10 m de altura, lampiños pero con prominencias duras; hojas relativamente grandes, generalmente opuestas, pecioladas y ampliamente cordadas en la base. Es una planta dioica que florece en verano, con pies masculinos que incluyen flores pequeñas, verdosas, dispuestas en racimos ramificados. Los pies femeninos presentan inflorescencias femeninas con flores reducidas únicamente al pistilo, solitarias o en pequeñas cimas dispuestas en las axilas de brácteas fuertemente imbricadas y cortamente pedunculadas (Catalán *in* Flora ibérica, vol. 3, 1993; Tardío et al., 2002).



Figura 4.12. *Humulus lupulus* (autor: J. Tardío)

Es diurético, hipnótico y sedativo; a pequeñas dosis tonifica el estómago. Destaca el importante uso de las inflorescencias del lúpulo en la industria cervecera. Las flores femeninas son empleadas para la elaboración de la cerveza y son las resinas amargas y los aceites esenciales de éstas, los responsables del aroma y sabor amargo característico de la cerveza (Carrillo et al, 2002). Se consumen sus brotes tiernos previamente cocidos, en guisos, en tortilla, o en revuelto (Font Quer, 2005; Tardío et al., 2006; 2010).

Silene vulgaris (Moench) Garcke

Nombre vulgar: *colleja*, *coletas*

Planta herbácea vivaz, de 35-80 cm de altura, glabra, a veces estolonífera, con raíces gruesas y tuberosas; tallos erectos, fuertes, blanquecinos o verdosos en la mitad inferior; hojas coriáceas, agudas, de hasta 85 × 22 mm, las inferiores pecioladas y frecuentemente con un margen cubierto de pelos cortos. Inflorescencia generalmente multiflora con flores de pétalos blancos o rosa pálido, de limbo hendido; cáliz globoso característico que persiste en la fructificación (Talavera *in* Flora ibérica, vol. 2, 1990; Tardío et al., 2002).



Figura 4.13. *Silene vulgaris* (autor: M. Molina)

De ésta especie, en alimentación, se emplean sus tallos tiernos con hojas cocinadas, en tortilla o añadiéndolas al potaje muy extendidos en España. También se emplean en la elaboración del pastel vegetal italiano “erbete” y a veces incluso crudas en ensalada (Tardío et al., 2002; 2006; Pardo-de-Santayana, 2007; Cornara et al., 2009).

***Beta maritima* L.**

Nombre vulgar: *acelga silvestre, acelga de campo, acelguilla*

Se trata de una hierba perenne, anual, glabra o ligeramente hirsuta, con tallos de 20 a 80 cm, ramificados, a veces desde la base, postrados o erectos. Hojas ovado-rómbicas o lanceoladas, cuneadas; las hojas inferiores están claramente pecioladas y presentan el margen algo crespo; las superiores son pequeñas y subsésiles. Su inflorescencia es espiciforme, a veces muy ramificada, constituida por glomérulos axilares de 1-8 flores; brácteas floríferas lanceoladas o lineares, menores que los glomérulos e incluso poco perceptibles hacia el ápice. Las flores son muy pequeñas, con 5 tépalos verdosos o rojizos, con margen escarioso estrecho, aquillado y de ápice incurvo (Gutiérrez Bustillo in Flora ibérica, vol. 2, 1990; Tardío et al., 2002).



Figura 4.14. *Beta maritima* (autor: J. Tardío)

Los usos de esta especie desde el punto de vista de la medicina tradicional, son relativos al tratamiento de problemas digestivos, dolor de garganta, quemaduras y abscesos, así como en el tratamiento de la anemia. La mayoría de los estudios

etnobotánicos sobre la acelga silvestres han sido realizados en Italia, seguido de España (estudios en la Comunidad de Madrid, Zamora/Salamanca y en Granada), y Chipre. En estos países, tradicionalmente se consumen sus hojas basales cocinadas, en tortilla o como ingrediente en la “minestra” italiana (Pieroni et al., 2002a,b; Scherrer et al., 2005; Guarrera et al., 2005; González-Tejero et al., 2008; González et al., 2010; Benítez et al., 2010; Tardío et al., 2002, 2010).

***Bryonia dioica* Jacq.**

Nombre vulgar: *espárrago de nuez*

Es una planta herbácea vivaz, con raíz tuberosa. Los tallos son trepadores volubles, de sección cuadrangular y más o menos tomentosos y fibrosos. Posee hojas pecioladas, similares a las de la vid aunque menos consistentes, palmatilobadas, acorazonadas en la base, con zarcillos muy retorcidos simples. Es una especie dioica, donde la inflorescencia masculina se presenta en racimos de hasta 17 flores y pedúnculos glandulosos; las femeninas, en corimbos de hasta 7 flores y pedúnculos glabros o glandulosos. Florece en verano, a partir del mes de mayo. El fruto es una baya, roja, de las dimensiones de un guisante o algo menos, y con cuatro o seis semillas (Font Quer, 2005; Catalán *in* Flora Ibérica, vol. 3, 1993; Tardío et al., 2002).



Figura 4.15. *Bryonia dioica* (autor: J. Tardío)

La raíz presenta el glucósido brionina que le confiere propiedades purgantes violentas. Se recomienda en los estados congestivos hepáticos, así como en inflamaciones crónicas de las membranas serosas. Este glucósido así como la brionidina son irritantes en aplicaciones locales y absorbidas por vía oral, actúan a nivel del sistema nervioso central y como vasodilatadores. La raíz en dosis excesivas puede producir vómitos, cólicos, diarreas, vértigos y excitación nerviosa hasta incluso poder llegar a producir la paralización del sistema nervioso central. Estas acciones han derivado en su uso en medicina tradicional como diurético o para provocar una derivación intestinal y evacuaciones serosas.

La costumbre de comer los brotes tiernos se remonta a los tiempos de Plinio y Dioscórides. De dicha especie se consumen tradicionalmente en nuestro país sus brotes tiernos con hojas cocidos (guisados) salteados con aceite y vinagre o en sopas de ajo (Font Quer, 2005; Tardío et al., 2002; Pardo de Santayana et al., 2007; Carvalho y Morales, 2010).

Tamus communis L.

Nombre vulgar: *lupio, esparraguilla, espárragos de culebra*

Es una hierba vivaz y perenne, glabra, con tubérculo de 20 cm o más de longitud, cilíndrico o irregular, de color oscuro, y tallos de hasta 4 m o más de altura, trepadores, volubles, cilíndricos, longitudinalmente estriados y ramificados. Las hojas son generalmente enteras, a veces notablemente trilobadas, agudas, de un verde brillante. Se trata de una especie dioica cuyas inflorescencias masculinas son ramificadas, laxas, de hasta 35 cm, plurifloras, mientras que las femeninas son más cortas, miden hasta 7 cm y son paucifloras; los tépalos de las flores masculinas miden son de color verde amarillento; los tépalos de las flores femeninas son verdosos. Florece en primavera. Los frutos son globosos o subglobosos y de un color rojo intenso en la madurez (Segarra & Catalán *in* Flora ibérica, vol. 21, 2005; Tardío et al., 2002).



Figura 4.16. *Tamus communis* (autor: J. Tardío)

La raíz ha sido muy empleada en forma de cataplasmas para resolver los derrames sanguíneos consecutivos a las contusiones, hasta el punto de que en Francia se le atribuyó el nombre de “raíz de la mujer golpeada”. Hasta finales del siglo pasado se ha empleado contra las equimosis y cardenales, así como para sanar la ciática y el reumatismo. Laguna comenta que esta especie ahuyenta a los milanos, gavilanes y halcones, protegiendo así a las aves domésticas (Font Quer, 2005).

Desde el punto de vista gastronómico, a pesar de ser una planta que contiene diosgenina (saponina tóxica para el ser humano), se han empleado tradicionalmente sus brotes tiernos (por ser la parte de la planta con menor contenido tóxico), los cuales al ser cocinados en diferentes guisos, así como en tortillas, pierden su toxicidad, debido al proceso de cocinado (Tardío et al., 2002; Hadad Chi and Moradi 2005; Lin et al., 2006).

***Allium ampeloprasum* L.**

Nombre vulgar: *ajoporro, porro, puerro silvestre*

Planta vivaz de hasta 1 metro de altura, cuyos bulbos son de esféricos a ovoides, solitarios; por lo general con 1 a 30-50 bulbillos sésiles o cortamente pedunculados, con una túnica externa coriácea, lisa, de un color grisáceo. Su tallo es de 12 a 138 cm, de sección circular y macizo. Sus hojas están dispuestas a lo largo de la mitad inferior del tallo, son glabras y carecen de pecíolo. Tiene inflorescencias en umbela esférica o hemisférica, densa, con alrededor de 32-360 flores ovoides, a veces sustituidas parcialmente por bulbillos. Sus tépalos son más o menos ovados, obtusos o apiculados, en general presentan un gran número de papilas en el dorso y en los

Materiales y métodos

márgenes, blanquecinos, rosados o purpúreos, con el nervio medio de un color más intenso (Aedo in Flora ibérica, vol. 20, 2014; Tardío et al., 2002).



Figura 4.17. *Allium ampeloprasum* (autor: M. Molina)

Para el uso gastronómico de esta especie se emplea su bulbo, consumiéndose crudo directamente o con ensalada, guisado y/o en tortilla a modo de revuelto (Tardío et al., 2002).

***Asparagus acutifolius* L.**

Nombre vulgar: *espárrago triguero, esparraguera silvestre*

Es una planta perenne, arbustiva, con tallos leñosos en la parte inferior, de hasta 2 m de longitud. Posee un rizoma grueso y carnoso del cual brotan, generalmente en primavera, los nuevos tallos con hojas escamosas dispuestas en espiral, lo que vulgarmente se conoce como “espárragos”. Estos tallos al desarrollarse producen numerosas ramas, en las que las hojas, apenas perceptibles, son estrechas y

escamosas y están acompañadas de numerosas espinas rígidas y cortas. Las flores son pequeñas, amarillas y pedunculadas y, tras la fecundación, desarrollan una baya esférica negra y tóxica (Tardío et al., 2002).



Figura 4.18. *Asparagus acutifolius* (autor: J. Tardío)

Desde hace miles de años los espárragos se consideran aperitivos y diuréticos. Como ya se ha comentado, hasta hace pocos años, las farmacopeas españolas incluían el jarabe de las cinco raíces, una de las cuales era la de esparraguera, y las otras, las de apio, brusco, hinojo y perejil.

La parte comestible, en este caso, son los brotes tiernos cocidos, en guisos o en tortilla y/o revuelto (Font Quer, 2005; Tardío et al., 2002). Este uso se extiende a las especies cultivadas, ampliamente usadas en alimentación.

Materiales y métodos

***Papaver rhoeas* L.**

Nombre vulgar: *amapola*, *babaol*

Es una planta anual, hispida, rara vez glabrescente. Sus tallos miden de entre 7 a 100 cm, erectos, más o menos ramosos. Posee hojas pinnatífidas, pinnatipartidas; segmentos foliares oval-lanceolados, más o menos acuminados, el terminal por lo general es de 1 a 3 veces mayor que los laterales. Los pecíolos foliares y los tallos están cubiertos con pelos patentes blancos, amarillentos o purpúreos. Las corolas tienen pétalos de 0,8-5 × 0,5-8 cm, de color rojo intenso, raramente blancos, generalmente rosados o violáceos y con manchas basales purpúreo-negruczas. Florece al comenzar la primavera. Los frutos son en cápsulas subglobosas, redondeadas en la base, más o menos estriadas, glabras o con tricomas esparcidos.



Figura 4.19. *Papaver rhoeas* (autor: M. Molina)

A modo de curiosidad los capullos de la amapola, si aún están poco hechos, tienen, dentro de sí, los pétalos blancos (“monjas”); pero enrojecen rápidamente, y cuando

están a punto de reventar se vuelven de un rojo encendido (“frailes”). Adivinar si un capullo trae monja o fraile es el quid de un juego infantil que tuvo muchos entusiastas hace años (Font Quer, 2005; Díaz González *in* Flora ibérica, vol. 1, 1986).

En medicina tradicional, se puede emplear en problemas respiratorios, digestivos, contra sarampión y principalmente como somnífero y tranquilizante. Se han realizado estudios etnobotánicos sobre el uso de esta especie, en diversos países de la cuenca mediterránea, principalmente en Italia, Argelia, Albania, Chipre y en España (Comunidad de Madrid y Granada).

En ellos se describen sus usos en alimentación, empleándose las hojas basales de la amapola cocinadas en diferentes guisos como la “minestra” y pasteles como es el “frittate” italiano y a veces crudas en ensaladas. En Cataluña y en las zonas colindantes de Aragón, se comen en ensalada (“les ruelles”), mezclándose con otras hierbecillas silvestres o con lechugas y escarolas. Las semillas también se utilizan en panadería y repostería (Font Quer, 2005; Viegi et al., 2003; Pieroni et al, 2005; Scherrer et al., 2005; González-Tejero et al., 2008; Conforti et al., 2009; Benítez et al., 2010; Tardío, 2002, 2010).

***Rumex papillaris* Boiss. & Reut.**

Nombre vulgar: *acedera*

Planta vivaz, densamente papilosa o glabrescente, de hasta 100-120 cm de longitud, con tallos numerosos, erectos, simples y estriados. Sus hojas basales miden entre 25-165 × 6-45 mm, con limbo oblongo u oblongo-lanceolado, más o menos carnosas; sus hojas caulinares son oblongas u oblongo-triangules, las medias y superiores son

Materiales y métodos

subsésiles. Las inflorescencias son oblongas, con ramas medias e inferiores repetidamente ramificadas, y las inferiores a veces son distantes. Las flores masculinas y femeninas son pequeñas y verdosas, agrupadas en racimos abiertos y laxos. Los frutos son secos, monospermos, nucciformes, de sección triangular y rodeados de tres valvas membranosas (López González *in* Flora ibérica, vol. 2, 1990; Tardío et al., 2002).



Figura 4.20. *Rumex papillaris* (autor: J. Tardío)

Las hojas basales de esta especie se consumen tanto crudas, a modo de aperitivo o en ensaladas de manera que se aprovecha su alto contenido en vitamina C. También se come como verdura cocinada, pero debido a su alto contenido en ácido oxálico, se recomienda tirar el agua de cocción, ya que queda en gran parte disuelto en ella. No se aconseja, por este motivo su consumo a personas propensas a formar cálculos biliares o renales (Tardío et al., 2002; Morales, 2011; Sánchez Mata et al, 2012).

***Rumex pulcher* L.**

Nombre vulgar: romaza, romanza

Es una planta vivaz, perenne, de hasta 60 a 80 cm de longitud, papilosa en los pecíolos y nervios de las hojas (envés foliar). Los tallos son erectos, surcado-estriados, más o menos torcidos o doblados. Hojas basales de 10-200 × 5-60 mm, ovado-oblongas o lanceolado-oblongas, algo carnosas, redondeadas o subcordadas en la base; los márgenes foliares son, con frecuencia, ondulados; las primeras hojas (externas) generalmente son panduriformes. La inflorescencia es laxa, con ramas divaricadas, arqueadas o flexuosas; las inferiores a veces son ramosas; las piezas externas del perianto fructífero miden entre 1,5 a 2 mm con valvas de ovado-trianguares u ovado-oblongas a ovado-orbiculares, gruesas, y con nervadura muy gruesa y prominente. Frutos secos, monospermos, nucciformes, de 2 a 3,5 mm y color pardo-rojizo oscuro (López González in Flora ibérica, vol. 2, 1990; Tardío et al., 2002).



Figura 4.21. *Rumex pulcher* (autor: J. Tardío)

Materiales y métodos

Según los estudios etnobotánicos realizados sobre la romaza en España (Comunidad de Madrid y la zona de Zamora y Salamanca), para uso culinario, se emplean sus hojas basales que se consumen cocinadas en diferentes guisos con otros vegetales, sopas, como condimento en salsas, etc. (González et al., 2010; Tardío et al., 2002, 2010).

***Montia fontana* L.**

Nombre vulgar: *corujas*, *borujas*

Hierba anual o vivaz de hábitat anfibio, con tallos generalmente de 5 a 50 cm, ramificados en los nudos inferiores y con ramas muy delgadas. Sus hojas son uninervias, oblongo-espátuladas o linear-espátuladas, de ordinario redondeadas en el ápice, atenuadas en la base y con margen hialino. Las inflorescencias son cimas terminales y laterales con flores muy pequeñas, de color blanco y reunidas en grupos terminales o laterales; la flor consta de 3 sépalos ovados u ovado-orbiculares, redondeados en el ápice; corola de 5 pétalos, desiguales, ovados, unidos en la base. El fruto es una cápsula subglobosa (Paiva & Villanueva *in* Flora ibérica, vol. 2, 1990; Tardío et al., 2002).



Figura 4.22. *Montia fontana* (autor: M. Molina)

Desde el punto de vista medicinal, se emplea por sus propiedades diuréticas y antirreumáticas (Carvalho y Morales, 2010). En alimentación, se consumen las hojas y tallos tiernos de esta especie, tanto crudas, en ensalada, como cocinada en guisos (Tardío et al., 2002; Carvalho y Morales, 2010).

5. METODOLOGÍA ANALÍTICA PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO Y CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS

De forma previa al análisis de las muestras todos los métodos analíticos fueron optimizados y puestos a punto de forma específica para el análisis de este tipo de matriz. Los métodos definitivos aplicados al análisis de las muestras objeto de estudio fueron los que se indican a continuación.

5.1 Humedad

Se determinó por desecación en estufa a 105°C durante 6-7 horas hasta pesada constante, según el método oficial de la AOAC 984.25 (Horwitz y Latimer, 2006).

5.2 Proteínas

La determinación del nitrógeno total se realizó por el método Kjeldahl (AOAC 984.13, 2006) y a partir de éste se calculó el porcentaje de proteína, multiplicando por el factor 6,25 (Horwitz y Latimer, 2006).

El método consiste en la destrucción de la materia orgánica por ataque de un ácido (H_2SO_4 concentrado) que retiene el nitrógeno proteico en forma de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Posteriormente, tras la adición de NaOH se libera en forma de NH_3 , que se recoge sobre H_2SO_4 N/10. El líquido obtenido se sometió a una valoración volumétrica ácido-base por retroceso con NaOH N/10, utilizando rojo de metilo como indicador.

Los resultados finales se expresaron como g de proteína/100g de muestra fresca.

5.3 Grasa (Extracto etéreo)

El contenido de grasa fue determinado gravimétricamente después de ser sometida la muestra a un proceso de extracción continua con éter de petróleo a 120°C durante 3 horas aproximadamente. Para dicha extracción se empleó un equipo Soxtec System HT 1043 (Tecator) (Método AOAC 983.23, Horwitz y Latimer, 2006). El contenido de grasa se expresó como g de grasa por 100g de muestra fresca.

5.4 Hidratos de carbono totales

La cuantificación del contenido en hidratos de carbono disponibles totales se llevó a cabo por colorimetría mediante el método de la antrona tras hidrólisis con ácido perclórico al 52% (Osborne y Voogt, 1986) . Este método se basa en la medida de la coloración verde característica producida al reaccionar el reactivo antrona (9, 10-dihidro-9-oxoantraceno) con los productos formados por degradación de los carbohidratos, en presencia de ácido sulfúrico en caliente.

La cuantificación mediante curva de calibración se realizó con un patrón comercial de glucosa a partir del cual se realizaron diluciones hasta concentraciones finales comprendidas entre 10-100 µg/ml, que fueron sometidas a la misma reacción de color que las muestras. Se obtuvo una recta de calibrado que se ajustó a un modelo lineal como se aprecia en la figura 5.1.

El contenido total de azúcares de las muestras se obtuvo al extrapolar la absorbancia obtenida de la lectura espectrofotométrica del extracto de las mismas en la curva patrón de glucosa, y se expresó como g de glucosa en 100g de muestra fresca.

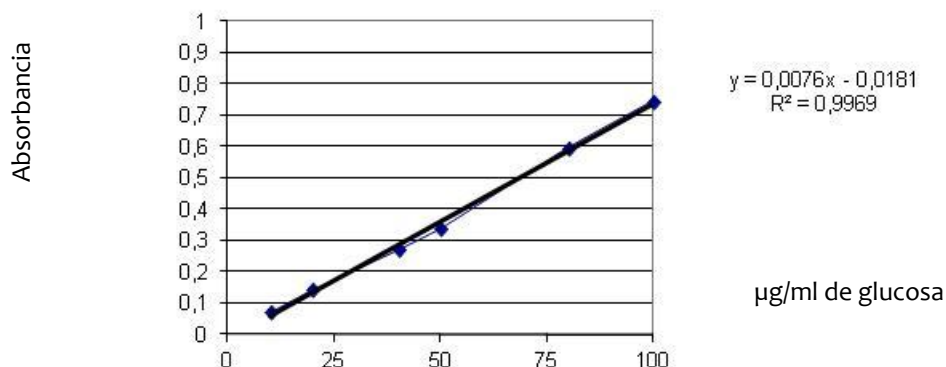


Figura 5.1. Recta de calibrado de glucosa

5.5 Fibra total

Considerando la naturaleza de las muestras analizadas, en cuanto a bajo contenido de almidón, la determinación del contenido en la fibra total de las muestras se realizó siguiendo un método no enzimático-gravimétrico (AOAC 993.21, Horwitz y Latimer, 2006).

Se pesó la muestra liofilizada en un matraz erlenmeyer (4 réplicas) al que se le añadieron 20ml de agua destilada para cubrir la muestra. Se agitó en un baño de agua a 37°C durante 90 minutos, eliminándose los compuestos solubles en agua y favoreciendo la extracción de la fibra, y posteriormente se enfrió con hielo. Se añadió al matraz una cantidad de 100ml de etanol de 96° y se dejó a temperatura ambiente durante 60min, para precipitar toda la fibra. Se filtró a vacío en crisoles de placa filtrante previamente preparados con 0,5g de celite secados y tarados. Para eliminar residuos de glucosa o maltodextrinas se realizaron 3 lavados con 20ml de etanol de

78°, 20ml etanol 96°, y 10ml de acetona y el filtrado resultante se secó durante 22h a 105°C en estufa. Tras ese tiempo, se enfriaron y pesaron cada uno de los crisoles y se llevó a cabo la determinación de cenizas y proteínas en el residuo obtenido.

El contenido de fibra, se calculó a partir del peso del residuo obtenido, corrigiendo la posible interferencia de la fracción de proteínas (determinadas posteriormente por el método de Kjeldahl) y minerales (determinados posteriormente por incineración y gravimetría) retenidos en el mismo, y se expresó en g de fibra por 100 gramos de muestra fresca.

5.6 Cenizas y Elementos Minerales

Se llevó a cabo la determinación gravimétrica del contenido mineral total (AOAC 930.05, Horwitz y Latimer, 2006). Para ello, se pesó la muestra liofilizada en cápsulas previamente lavadas con ácido nítrico (HNO_3), secas y pesadas. Se sometieron a incineración las muestras, por triplicado, en un horno-microondas de alta presión (Muffle Furnace mls1200) durante 24horas a 550°C o hasta que las cenizas tornaron a color blanquecino. Las cenizas resultantes fueron de nuevo pesadas, y se obtuvo por diferencia de peso el contenido mineral total.

Para la determinación de los distintos elementos minerales se trataron las cenizas anteriormente obtenidas con mezcla ácida formada por 2ml HCl 50% v/v y 2ml HNO_3 50% v/v, completando con agua hasta 50ml (Torija, 1981).

Los microelementos Cu, Fe, Mn y Zn fueron determinados directamente sobre esta solución. Para la cuantificación de los macroelementos Na y K, y con el fin de evitar

interferencias, se llevó a cabo una dilución posterior 1/10 (v/v) con CsCl₂ (0,4%) y para Ca y Mg se realizó una dilución 1/10 (v/v) con una disolución que contenía 1,16% La₂O₃ + 1,75% HCl (que da lugar a la formación de LaCl₃).

Los distintos elementos minerales fueron cuantificados por espectroscopia de absorción atómica (EAA) en un equipo Analyst 200 Perkin Elmer. Como fuente de emisión se utilizaron lámparas de cátodo hueco, de intensidad 25mA en la lámpara múltiple (Cu, Fe, Mn y Zn), 12mA en la lámpara para Na y K, y 15mA para Ca y Mg. Como sistema atomizador se empleó una llama de aire/acetileno de carácter oxidante. Las condiciones de medida de los elementos minerales y curvas patrón de cada uno de ellos se presenta en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Condiciones de medida y curvas patrón de los elementos minerales

	λ (nm)	Rendija (mm)	Rango de concentración (mg/100g)	R ²	Ecuación de la recta
K	404,4	0,7	20-100	0,9941	y = 47,99x + 709,24
Na	330,9	0,7	10-50	0,9991	y = 0,003x + 0,008
Ca	423,0	0,7	0,5-10	0,9996	y = 0,0427x + 0,0107
Mg	285,4	0,7	0,5-5	0,9967	y = 0,1398x + 0,0521
Cu	325,0	0,7	0,2-2	0,9988	y = 0,2499x + 0,0103
Fe	248,3	0,2	0-2	0,9962	y = 0,1153x + 0,0148
Mn	279,5	0,2	0,2-2	0,9986	y = 0,2449x + 0,0095
Zn	213,9	0,7	0,1-1	0,9969	y = 0,564x + 0,011

5.7 Carotenoides

La determinación de carotenoides se llevó a cabo sobre muestra liofilizada (alícuotas de aproximadamente 0,25g) siguiendo el método de extracción y análisis descrito por Granado et al, (1992) con ligeras modificaciones. La extracción, se llevó a cabo con 100ml de tetrahidrofurano:metanol (1:1) estabilizado con butilhidroxitolueno (BHT) al 0,01%, y en agitación magnética y oscuridad, durante 15min., en atmósfera de nitrógeno y añadiendo $MgCO_3$ (10% de la cantidad de la muestra). El extracto fue sometido a filtración a vacío y posterior evaporación en rotavapor hasta sequedad a 40°C como máximo. El residuo obtenido fue reconstituido con 50ml de tetrahidrofurano:etanol (1:2 v/v) y la solución resultante se filtró a través de filtros de tamaño de poro de 0,45 μ m. De este filtrado se inyectaron 10 μ l en el sistema cromatográfico HPLC.

El equipo utilizado para el análisis de carotenoides fue un sistema HPLC-PDA, formado por: bomba de gradiente modelo 600, inyector Rheodyne y detector fotodiodo array PAD 2998 (Waters, Milford, Connecticut, USA). La columna empleada fue Spheri-5 ODS 5 μ m (220mm x 4,6mm) (Brownlee Labs, Applied Biosystem, Santa Clara, CA, USA), con una precolumna (Aquapore ODS type RP-18).

El flujo de elución fue de 1,8ml/min utilizándose un gradiente lineal, de 5 a 23 min, de dos fases móviles (I y II), ambas estabilizadas con acetato de amonio (0,025 M) tal como se indica a continuación:

Tabla 5.2. Gradiente empleado en la extracción de carotenoides

Tiempo (min)	% Fase móvil I	% Fase móvil II
	acetonitrilo:metanol (85:15; v:v)	acetonitrilo:diclorometano:metanol (70:20:10; v:v:v),
5	98	2
6	95	5
18	2	98
23	98	2

Todos los cromatogramas fueron procesados usando el software Empower 2 (Waters, Milford, USA).

Los carotenoides presentes en las muestras objeto de estudio fueron identificados por comparación con los espectros de absorción y los tiempos de retención de patrones comerciales de cada uno de ellos.

Dada la gran diversidad de carotenoides presentes en las plantas, para asegurar la correcta identificación de los picos cromatográficos, de forma complementaria al HPLC-DAD, se aplicó un análisis por Espectrometría de Masas (HPLC/Q-TOF-MS), comparando los resultados obtenidos de la fragmentación de los compuestos con patrones comerciales de los carotenoides. Para ello un extracto de carotenoides fue resuspendido en acetonitrilo:metanol 80:15 inyectando 10 μ l en un equipo HPLC/Q-TOF-MS, constituido por una columna Agilent ZORBAX Eclipse XDB-C18, 4.6 mm X 150 mm X 5 μ m; un QTOF de polaridad positiva y un fragmentador 200V. La fase móvil empleada fue de acetonitrilo con un 0,1% de ácido fórmico; flujo de 0,6ml/min.

Materiales y métodos

Mediante estos procedimientos se pudieron identificar 4 carotenoides diferentes en las muestras objeto de estudio, cuyas estructuras químicas se muestran en la figura 5.2., y su perfil cromatográfico aparece recogido en las figuras 5.3 y 5.4.

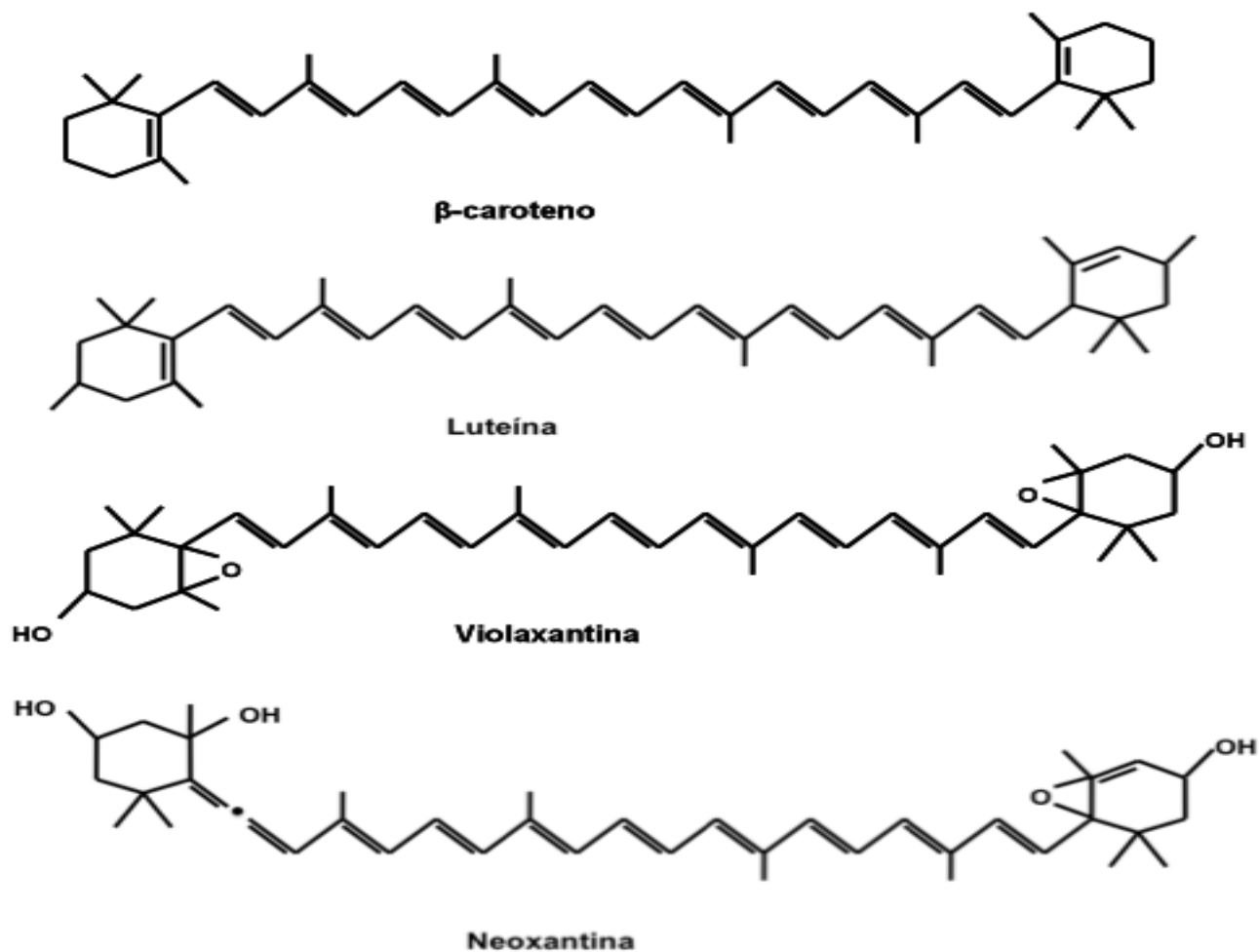


Figura 5.2. Estructura química de los carotenoides identificados en las muestras objeto de estudio

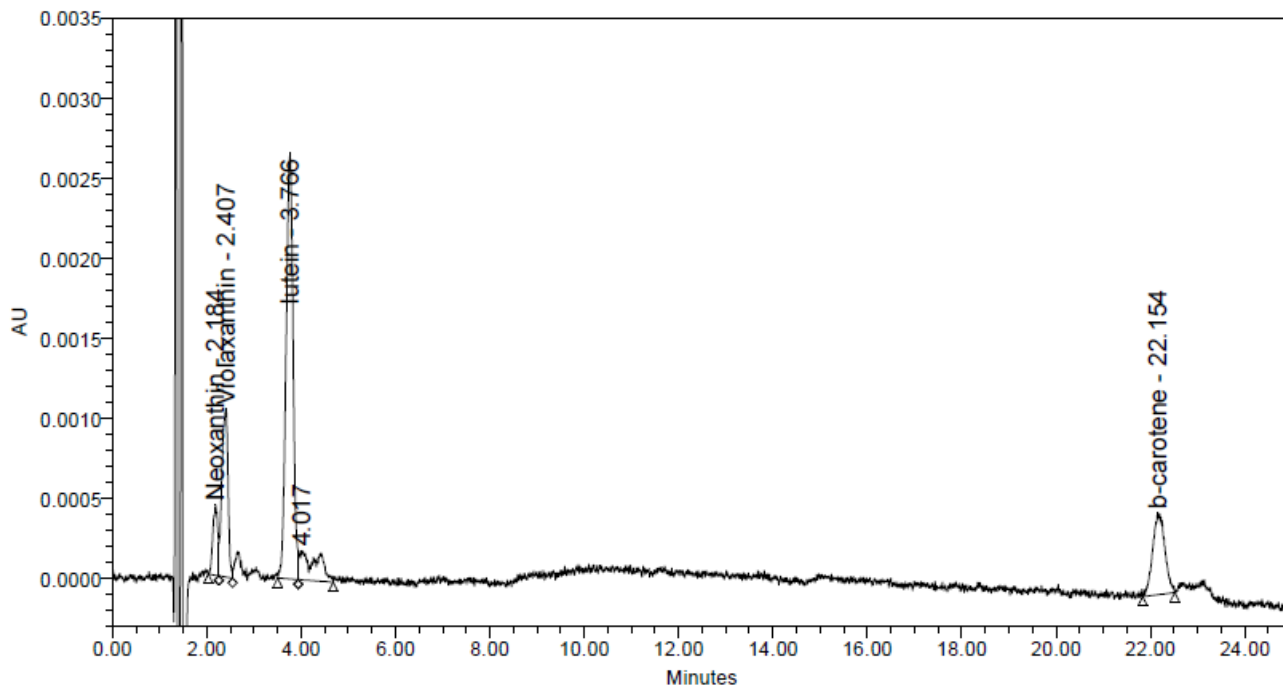


Figura 5.3. Perfil cromatográfico de un patrón múltiple de carotenoides a $\lambda=450\text{nm}$

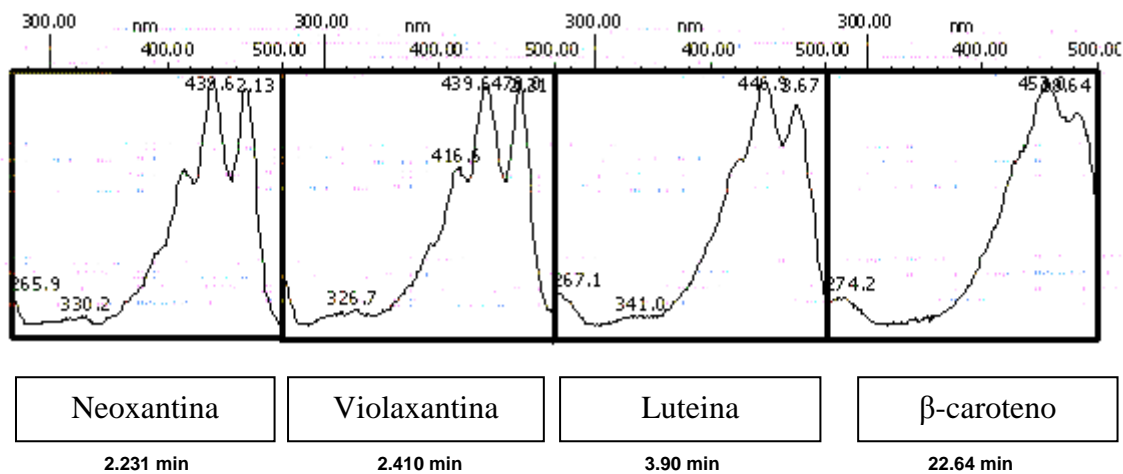


Figura 5.4. Espectros de absorción (DAD) de los compuestos detectados en el análisis cromatográfico de carotenoides en las muestras estudiadas

Materiales y métodos

Su cuantificación se llevó a cabo mediante una recta de calibrado hecha con un patrón múltiple de los carotenoides identificados (luteína, β -caroteno, violaxantina y neoxantina) a partir de los datos de absorptividad ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$) descritos para los mismos (De Ritter y Purcell, 1981). En la Tabla 5.3. se detallan estos valores y la longitud de onda de medida.

Tabla 5.3. Características de los patrones de carotenoides (luteína, β -caroteno, violaxantina y neoxantina)

	λ (nm)	$E_{1\text{cm}}^{1\%}$	Rango de concentración ($\mu\text{g/ml}$)	R^2	Ecuación de la Recta
Luteína	445	2550	0,27 - 1,36	0,999	$y=7,59x+7,42$
β-caroteno	453	2592	0,18 - 0,89	0,999	$y=6,78x+2,19$
Violaxantina	441	2443	0,07- 0,669	0,995	$y= 5,45x+1,37$
Neoxantina	437	2320	0,09 - 0,23	0,996	$y=3,07x+2,62$

5.8 Polifenoles

La identificación de los distintos compuestos fenólicos presentes en las 20 especies objeto de estudio se realizó por HPLC previa extracción metanólica de las mismas en estado liofilizado, según el método descrito por Gatto et al., 2011. Para la preparación de los extractos se mezcló 1g de muestra con 50ml de MeOH puro y se llevó a cabo dos veces la extracción a baño maría a 65°C durante 1h, (la primera vez) y 30min (la segunda). Se procedió a la filtración de los extractos con papel de filtro y se llevó a sequedad en el rotavapor a una temperatura menor de 40°C. Se reconstituyó con 20ml de MeOH:H₂O (1:1). Este extracto se filtró con filtros de 0,45µm de tamaño de poro (Millipore, Bedford, MA, USA), y posteriormente se procedió a la inyección en el sistema HPLC.

El sistema HPLC utilizado, Agilent 1100 Series liquid (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA), estaba equipado con una bomba de gradiente binario (Agilent P/N G1312A) y un detector espectrofotométrico fotodiodo array (DAD) (Agilent P/N G1328A). Para la separación de los compuestos de interés se empleó una columna analítica Phenomenex (Torrance, California, USA) Luna C18 5µm (250mm×4,6mm) a 35 °C (utilizando un horno termostático, Agilent P/N G1316A). Como fase móvil se empleó un gradiente binario de elución, con un flujo de 1mL/min, tal como se indica a continuación:

Tabla 5.4. Gradiente en la determinación de polifenoles

Tiempo (min)	%A metanol 100%	%B ácido acético 5%
0	15	85
25	40	60
30	40	60
45	63	37
47	63	37
52	100	0
56	100	0

El software utilizado para el procesamiento de datos y espectros fue The Agilent ChemStation (Rev. A.06.03). Los polifenoles presentes en las muestras objeto de estudio fueron identificados por comparación con los espectros de absorción y los tiempos de retención de los patrones disponibles: ácido cafeico, ácidos rosmarínico y clorogénico procedentes de Sigma (Sigma–Aldrich, Milan, Italy); ácido chicórico, verbascósido, e isoverbascósido de Phytolab GmbH & Co. KG (Vestenbergsgreuth, Germany); apigenina-7-glucósido, luteolin-7-glucósido, quercetin-3-glucósido, y kempferol-3-glucósido de Extrasynthèse (Genay, France). Todos los patrones presentaron una pureza cromatográfica >95%. La determinación de los derivados de ácido cafeico, cumárico, cinámico, apigenina, luteolina, quercetina, y kempferol se llevó a cabo a partir del espectro UV que presentaban, que fue característico de las diferentes clases de compuestos fenólicos (Marston and Hostettmann, 2006). El ácido cafeico, fue añadido a cada muestra como un patrón interno y usado para calcular el tiempo de retención relativa de cada pico en los cromatogramas obtenidos por HPLC.

6. METODOLOGÍA ANALÍTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA

La actividad antifúngica in vitro de los extractos polifenólicos fue determinada siguiendo el método propuesto por Gatto, (2006) con ligeras modificaciones.

El ensayo se realizó sobre vidrios portaobjetos (2 por cada muestra) incluyendo tres réplicas por cada ensayo. Las muestras fueron tratadas bajo campana de flujo laminar (condiciones asépticas) con un líquido de cultivo, en eppendorf (volumen final de 400µl), utilizando una suspensión conídica del hongo (10^5 conidios/ml), PDB (potato-dextrose-broth) y el extracto fenólico a ensayar.

El proceso de preparación se detalla a continuación:

Control:

- 300 µl de tampón 0,5M, pH5
- 50 µl de PDB
- 50 µl de suspensión conídica del hongo (10^5 conidios/ml)

Muestra:

- 300 µl del extracto fenólico
- 50 µl de PDB
- 50 µl de suspensión conídica del hongo (10^5 conidios/ml)

En una placa petri (Ø 100mm), con ayuda de una pinza, se introdujo un trozo de papel de filtro esterilizado bañado en agua destilada estéril y un vidrio portaobjetos. Después de agitar la suspensión, se extrajeron 30 µl (3 repeticiones) y se depositaron en el vidrio. Estas placas se incubaron durante 18h a 15°C.

En la Figura 6.1. se muestra el resultado del proceso de preparación.

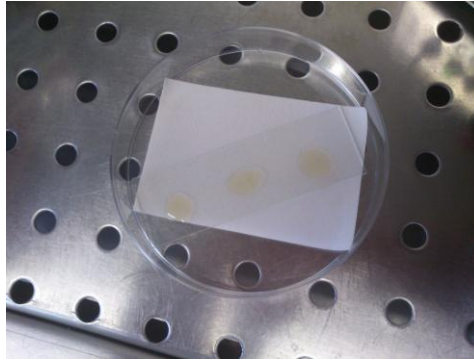


Figura 6.1. Preparación de una prueba antifúngica

La lectura de los vidrios fue efectuada con un microscopio óptico a 400 aumentos, obteniéndose dos parámetros:

- Para cada repetición se contaron los conidios totales y los germinados en 10 campos distintos y se calculó el **porcentaje de germinación conídica** de las muestras respecto del control.
- También se midió el alargamiento del túbulo germinativo de 30 conidios utilizando una escala micrométrica ocular. La medida del alargamiento del túbulo permitió calcular el **porcentaje de crecimiento del túbulo de elongación** encontrado en las muestras respecto al control.

7. TRATAMIENTO CULINARIO

En aquellas especies que presentaron un mayor interés por su composición nutricional y/o presencia de compuestos bioactivos, y que se consumen tradicionalmente cocinadas, se ha llevado a cabo un tratamiento térmico estándar en medio acuoso (cocción) estudiando la influencia del mismo sobre los parámetros de la composición centesimal y contenido mineral.

El método de cocción aplicado a las muestras fue semejante a las condiciones domésticas de cocinado, las plantas troceadas se sometieron a cocción añadiéndolas sobre agua hirviendo durante 10 minutos a 100°C en una olla convencional, con una proporción de planta / agua de 0,2 Kg/l.

Para la evaluación de la retención de los compuestos estudiados en el alimento se ha empleado el parámetro % de pérdida, calculado a partir del parámetro “retención aparente” (RA) descrito por Murphy et al. (1975) y Bergström (1994):

$$RA (\%) = 100 \times \frac{\text{contenido por g alimento cocinado}}{\text{contenido por g alimento crudo}}$$

$$\% \text{ de pérdida} = 100 - RA (\%)$$

El resultado del proceso de cocción se muestra en la figura 7.1.

Materiales y métodos

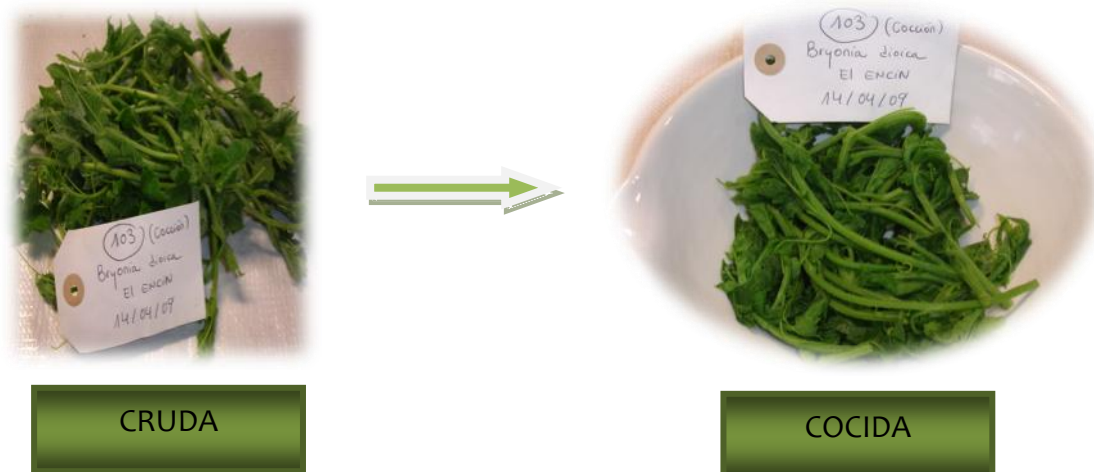


Figura 7.1. Imágenes de *Bryonia dioica* cruda y sometida a proceso de cocción.

8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para una interpretación objetiva de los resultados se llevaron a cabo diferentes análisis estadísticos.

El tratamiento de los datos mediante el test de análisis de la varianza, permite determinar si las diferencias entre medias de dos o más grupos son o no debidas al azar. El test ANOVA simple (univariante), permite comprobar si existen o no diferencias estadísticamente significativas entre las poblaciones comparadas. El estadístico utilizado en el análisis ANOVA fue el estadístico F de Fisher, que es el cociente de la estimación entre los grupos o dentro de ellos. Se obtiene en cada caso el nivel de significación; si el p-valor es ≤ 0.05 , se rechazaría la hipótesis nula (todas las medias son iguales) y se aceptaría la hipótesis alternativa de que existen diferencias estadísticamente significativas entre las poblaciones comparadas.

Además, se determinó qué medias son significativamente similares o diferentes unas de otras, utilizando un test de contraste múltiple de rango. En este caso fue el test de Duncan o procedimiento de las menores diferencias significativas entre medias (LSD), que establece un nivel de confianza del 95% ($p < 0.05$), de manera que se atribuyen letras iguales para poblaciones similares y diferentes para aquellas con variaciones estadísticamente significativas.

Para ello se ha utilizado el programa estadístico *STATGRAPHICS plus versión 5.1* para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9. VALORACIÓN NUTRICIONAL DE PLANTAS SILVESTRES COMESTIBLES

Teniendo en cuenta que los vegetales son un elemento indispensable en la dieta, es de gran interés el conocimiento de la composición de macro y micronutrientes de aquellas plantas silvestres que han formado parte de la alimentación humana desde tiempos ancestrales y que hoy día pueden suponer una rica fuente de nutrientes como alternativa a las verduras cultivadas convencionales, o incluso para intentar su adaptación al cultivo. Como se ha mencionado anteriormente, las verduras que se han escogido en el presente estudio, han sido escasamente estudiadas en lo que a su valor nutritivo se refiere. Salvo algunas excepciones, la mayoría de los trabajos disponibles en la literatura científica se centran en el estudio de los compuestos con actividad biológica o farmacológica (en su mayoría orientados a su uso como plantas medicinales), o en la valoración de su contenido en algunas vitaminas (vitamina C, B9, E), trabajos que han sido en muchos casos realizados por nuestro grupo de investigación.

Los avances en el conocimiento de la composición de los alimentos, la disponibilidad de datos de consumo y las numerosas evidencias científicas acerca de la influencia que la alimentación y los distintos nutrientes tienen sobre la salud, han incidido en el concepto y establecimiento de valores de referencia, en cuanto a ingesta de nutrientes, para conseguir que la dieta que consumen tanto individuos como grupos de población sea equilibrada y nutricionalmente adecuada para cubrir las necesidades fisiológicas y metabólicas del organismo humano, y conseguir un estado de salud óptimo.

Resultados y discusión

Originalmente, dichos valores de referencia fueron establecidos con el objetivo principal de prevenir las enfermedades carenciales de origen nutricional de la población. Actualmente, gracias a los avances científicos en relación al análisis de la composición de los alimentos y al conocimiento de los procesos metabólicos que éstos sufren en el organismo, los valores de referencia en cuanto a ingesta de nutrientes se centran, no solo en la prevención de riesgos asociados al déficit de nutrientes, sino también en la prevención de enfermedades crónicas y degenerativas, teniendo como objetivo final la promoción de la salud.

Las recomendaciones sobre ingesta de nutrientes más utilizadas en la actualidad son las del *Food and Nutrition Board* del *American Institute of Medicine* (FNB-IOM) que estableció las llamadas *Recommended Dietary Allowances* (RDA), las cuales fueron estudiadas para la población de EE.UU.

La *Food and Agriculture Organization* (FAO) y la *Organización Mundial de la Salud* (OMS) recogen las recomendaciones sobre la ingesta de nutrientes a nivel mundial (RNI= Recomendad Nutrient Intake).

Algunos de los países que configuran la Unión Europea se han unido por las semejanzas socio-culturales que existen entre ellos. De esta forma existen las recomendaciones de los países nórdicos (NNR) que incluyen a los cinco países escandinavos (Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega, y Suecia), la de los países de habla germana que incluye a Alemania, Austria y Suiza, las de Reino Unido, Irlanda, Francia, Bélgica, Italia y España. En este último existen diversos organismos que han determinado las ingestas de nutrientes recdomendadas, donde cabe destacar las

establecidas por la FESNAD (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética).

Para la realización de este trabajo, se han tomado como valores de referencia de nutrientes los determinados por el FNB (Trumbo et al., 2002), ya que se encuentran dentro de los valores más exigentes y por tanto los contenidos encontrados si cubren un alto porcentaje de las recomendaciones por este organismo, también cubrirán (en mayor medida) prácticamente cualquier otra recomendación establecida por otro organismo. En el caso de fibra y minerales hemos tomado también como referencia las recomendaciones de nutrientes determinadas en los Reglamentos (CE) nº 1994/2006 y 1169/2011 (IDR= Ingestas Diarias de Referencia), específicas para el etiquetado, ya que son un valor medio de entre los valores establecidos para hombres y mujeres adultos definidos por el FNB y nos permiten identificar nuestras especies como alimentos “fuente de”, “alto contenido de”, “bajo en Na” o “muy bajo en Na”.

Los resultados obtenidos se exponen a continuación, agrupando las plantas por familias (para poner de manifiesto posibles características comunes debidas a la proximidad filogenética de las especies), o bien por similitud en cuanto a la parte comestible o forma de uso.

9.1 Valor nutritivo de las hojas de especies silvestres comestibles de Asteraceae: *Chondrilla juncea* L., *Cichorium intybus* L., *Scolymus hispanicus* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn., *Sonchus oleraceus* L. y *Taraxacum obovatum* (Willd.) DC.

La familia *Asteraceae* es una de las familias más grandes que existen en el reino vegetal, con más de 1.600 géneros y aproximadamente 23.000 especies, la mayoría de ellas concentradas en las zonas templadas del planeta. La flora de la Península Ibérica recoge 719 especies de *Asteraceae*, de las cuales 65 han sido empleadas como vegetales silvestres comestibles (Jeffrey, 2007). El alto número de especies de *Asteraceae*, bien silvestres o cultivadas, utilizadas tradicionalmente como alimentos puede ser debido a sus agradables propiedades sensoriales (Guil-Guerrero et al., 1998a). Así, existen algunas referencias etnobotánicas de España (Tardío et al., 2006) y de otros países (Hadjichambis et al. 2008; Leonti et al. 2006) que confirman el uso tradicional de las hojas de muchas *Asteraceae* como alimento, fresco o cocinado, en las zonas donde crecen. Sin embargo, y a pesar de la importancia que tienen en la alimentación, no existen estudios de la composición nutricional y el valor nutritivo de los representantes silvestres que se incluyen en el presente capítulo de manera extensa, ya que de todos los trabajos realizados ninguno lleva a cabo con detalle la composición de estas plantas y en el caso de realizar un análisis detallado de todos los parámetros nutricionales reducen el número de especies analizadas. Así, el presente estudio es aquel que presenta mayor número de especies y mayor cantidad de parámetros analizados (Guil-Guerrero et al., 1998a,b; Femenia, et al., 1998; Escudero et al., 2003; Maynard y Hochmuth, 2007; Souci et al., 2008; Jan et al., 2011).



Figura 9.1. Imágenes de las especies analizadas de la familia Asteraceae:

a) *C. juncea*, b) *C. intybus*, c) *S. hispanicus*, d) *S. marianum*, e) *S. oleraceus*, f) *T. obovatum*.

Los resultados correspondientes a la composición centesimal completa, además del perfil de macro y microelementos minerales de las hojas comestibles de distintas especies de *Asteraceae* silvestres recolectadas en diferentes lugares y años, siguiendo el procedimiento de muestreo explicado previamente, se muestran en las tablas 9.1 a 9.6.

Resultados y discusión

Tabla 9.1. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de las hojas basales de *Chondrilla juncea* (ajonjera)

Chondrilla juncea						
	2007		2008		X	DE
	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	89,7±0,1 ^d	75,2±2,9 ^b	66±1,2 ^a	85,5±0,2 ^c	79,1	9,7
Proteínas (g)	2,2±0,3 ^a	2,0 ±1,2 ^a	6,1±0,4 ^b	2,1±0,2 ^a	3,1	1,9
Grasa (g)	0,09±0,0 ^a	0,36±0,05 ^b	0,79±0,07 ^d	0,44±0,02 ^c	0,42	0,29
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	2,7±0,1 ^b	4,6±0,2 ^c	9,7±1 ^d	1,5±0,1 ^a	5,2	3,5
Fibra (g)	4,1±0,2 ^a	13,4±0,7 ^c	13,3±0,7 ^c	7,7±0,1 ^b	9,6	4,1
Cenizas (g)	1,4±0,0 ^a	3,5±0,0 ^c	4,3±0,1 ^d	2,3±0,0 ^b	3,0	1,1
K (mg)	433±6 ^a	868±20 ^b	1221±142 ^c	494±30 ^a	754	366
Na (mg)	10,6±0,4 ^a	36,7±1,5 ^b	58,0±0,7 ^c	11,3±0,2 ^a	29,2	22,7
Ca (mg)	22±1 ^a	472±16 ^d	391±56 ^c	318±18 ^b	301	196
Mg (mg)	2,7±0,0 ^a	49,0±0,4 ^c	73,5±2,6 ^d	38,2±2,4 ^b	40,8	29,4
Cu (mg)	0,12±0,09 ^a	0,41±0,02 ^b	0,90±0,15 ^c	0,26±0,02 ^{ab}	0,43	0,34
Fe (mg)	1,5±0,1 ^a	6,6±0,6 ^d	5,1±0,6 ^c	2,7±0,3 ^b	4,0	2,3
Mn (mg)	0,81±0,11 ^b	1,45±0,01 ^d	1,05±0,15 ^c	0,57±0,05 ^a	0,97	0,40
Zn (mg)	0,53±0,00 ^a	1,23±0,03 ^b	3,81±0,46 ^c	0,96±0,05 ^a	1,63	1,48

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estandar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Tabla 9.2. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de las hojas basales de *Cichorium intybus* (achicoria)

	Cichorium intybus					
	2007		2008		X	DE
	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	87,9±0,2 ^d	87,3±0,1 ^c	84,8±0,5 ^a	85,6±0,3 ^b	86,4	1,4
Proteínas (g)	1,5±0,0 ^a	4,3±0,5 ^c	2,2±0,2 ^{ab}	2,7±0,0 ^b	2,8	1,2
Grasa (g)	0,11±0,01 ^a	Trazas	0,25±0,02 ^c	0,16±0,01 ^b	0,13	0,10
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	4,2±0,5 ^c	2,9±0,4 ^b	4,7±0,3 ^c	1,8±0,2 ^a	3,5	1,2
Fibra (g)	5,1±0,4 ^a	5,8±0,1 ^b	6,7±0,2 ^c	6,6±0,0 ^c	6,0	0,7
Cenizas (g)	1,6±0,0 ^a	1,6±0,1 ^a	2,1±0,0 ^b	1,7±0,0 ^a	1,8	0,2
K (mg)	1085±30 ^c	591±45 ^b	583±43 ^{ab}	535±38 ^a	699	259
Na (mg)	43,6±5,9 ^{bc}	21,6±0,9 ^a	52,8±2,6 ^c	37,2±4,6 ^b	35,5	12,6
Ca (mg)	45±2 ^a	119±6 ^c	136±5 ^d	98±12 ^b	100	39
Mg (mg)	9,8±0,1 ^a	25,3±0,4 ^b	33,9±1,9 ^c	33,0±3,3 ^c	25,5	11,1
Cu (mg)	0,07±0,01 ^a	0,12±0,01 ^b	0,06±0,00 ^a	0,21±0,03 ^c	0,11	0,07
Fe (mg)	0,4±0,0 ^a	0,6±0,1 ^b	1,7±0,0 ^c	2,0±0,0 ^d	1,2	0,8
Mn (mg)	0,17±0,01 ^a	0,19±0,01 ^a	0,47±0,27 ^b	0,22±0,02 ^a	0,26	0,14
Zn (mg)	0,08±0,01 ^a	0,36±0,0 ^b	0,51±0,03 ^c	0,51±0,01 ^c	0,37	0,2

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estandar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Resultados y discusión

Tabla 9.3. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de las hojas basales peladas de *Scolymus hispanicus* (cardillo).

Scolymus hispanicus						
	2007		2008		X	DE
	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	81,8±2,7 ^b	71,8 ±3,1 ^a	90,2±0,5 ^c	92,7±0,1 ^c	84,1	8,7
Proteínas (g)	5,2±0,1 ^c	1,2±0,2 ^b	1,2±0,1 ^b	0,3±0,1 ^a	1,7	1,9
Grasa (g)	0,11±0,02 ^{ab}	0,08±0,00 ^a	0,10±0,00 ^b	0,08±0,01 ^a	0,09	0,01
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	5,2±0,3 ^c	9,2±0,2 ^d	1,5±0,3 ^b	1,1±0,0 ^a	3,4	3,2
Fibra (g)	8,2±0,1 ^c	12,3±0,1 ^d	4,4±0,1 ^b	3,1±0,2 ^a	7,0	3,7
Cenizas (g)	3,9±0,0 ^c	5,2±0,1 ^d	2,0±0,0 ^b	1,7±0,0 ^a	3,2	1,5
K (mg)	1213±45 ^b	1772±14 ^c	559±36 ^a	617±57 ^a	1040	571
Na (mg)	56,8±6,9 ^b	65,3±12,6 ^b	23,1±2,7 ^a	11,2±0,7 ^a	39,1	26,0
Ca (mg)	410±20 ^c	205±12 ^b	202±13 ^b	124±3 ^a	235	122
Mg (mg)	103,8±5,7 ^c	210,0±12,5 ^d	44,2±3,8 ^b	17,5±0,4 ^a	93,9	85,4
Cu (mg)	0,13±0,02 ^b	0,11±0,03 ^b	0,06±0,00 ^a	0,05±0,00 ^a	0,09	0,04
Fe (mg)	1,4±0,2 ^a	3,1±0,1 ^c	2,8±0,3 ^c	2,1±0,2 ^b	2,4	0,8
Mn (mg)	0,53±0,00 ^c	0,57±0,01 ^d	0,20±0,02 ^b	0,16±0,01 ^a	0,37	0,21
Zn (mg)	0,39±0,02 ^a	0,92±0,06 ^b	0,34±0,03 ^a	0,36±0,02 ^a	0,50	0,28

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estandar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Tabla 9.4. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de las hojas basales peladas y brotes tiernos de *Silybum marianum* (cardincha).

Silybum marianum						
	2007		2008		X	DE
	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	93,5±0,2 ^a	92,9±1,2 ^a	93,8±0,3 ^a	93,5±0,2 ^a	93,4	0,7
Proteínas (g)	0,7±0,2 ^b	0,6±0,0 ^b	0,8±0,0 ^b	0,5±0,0 ^a	0,6	0,1
Grasa (g)	0,01±0,00 ^a	trazas	0,02±0,00 ^b	0,03±0,00 ^c	0,01	0,01
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	1,7±0,1 ^d	1,4±0,1 ^c	0,5±0,04 ^a	0,8±0,2 ^b	1,1	0,5
Fibra (g)	2,3±0,0 ^a	2,9±0,0 ^d	2,4±0,0 ^b	2,6±0,0 ^c	2,5	0,2
Cenizas (g)	1,0±0,2 ^a	1,9±0,0 ^c	1,7±0,1 ^b	1,5±0,0 ^b	1,5	0,3
K (mg)	1300±19 ^c	558±16 ^b	582±21 ^b	432±41 ^a	718	393
Na (mg)	127,8±4,7 ^c	86,9±6,9 ^b	24,7±1,3 ^a	84,2±6,7 ^b	80,9	42,4
Ca (mg)	42±0 ^a	170±5 ^c	147±9 ^b	171±6 ^c	132	61
Mg (mg)	10,3±0,3 ^a	20,7±0,9 ^c	22,6±1,7 ^c	15,6±0,5 ^b	17,3	5,5
Cu (mg)	0,17±0,03 ^c	0,06±0,01 ^b	0,01±0,00 ^a	0,08±0,00 ^b	0,08	0,07
Fe (mg)	0,49±0,01 ^a	0,50±0,14 ^a	0,55±0,07 ^a	0,47±0,06 ^a	0,50	0,04
Mn (mg)	0,21±0,01 ^c	0,10±0,01 ^b	0,04±0,00 ^a	0,03±0,00 ^a	0,10	0,08
Zn (mg)	0,21±0,02 ^a	0,35±0,01 ^c	0,22±0,01 ^a	0,26±0,02 ^b	0,26	0,06

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estandar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Resultados y discusión

Tabla 9.5. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de las hojas basales de *Sonchus oleraceus* (cerraja)

Sonchus oleraceus						
	2008		2009		X	DE
	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	83,2±1,4 ^a	90,8±0,1 ^c	88±0,3 ^b	90,8±0,4 ^c	88,2	3,3
Proteínas (g)	3,5±0,3 ^c	1,3±0,1 ^a	2,1±0,1 ^b	2±0,1 ^b	2,2	0,8
Grasa (g)	0,41±0,02 ^c	0,2±0,02 ^a	0,25±0,03 ^a	0,33±0,0 ^b	0,3	0,09
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	2,5±0,2 ^b	4,2±0,5 ^c	2,4±0,1 ^b	0,9±0,0 ^a	2,5	1,2
Fibra (g)	5,6±0,1 ^d	3,8±0,2 ^b	4,5±0,0 ^c	3,5±0,0 ^a	4,4	0,8
Cenizas (g)	2,7±0,0 ^d	1,6±0,0 ^a	2,1±0,0 ^c	1,8±0,0 ^b	2,0	0,4
K (mg)	790±62 ^b	501±26 ^a	512±50 ^a	494±41 ^a	574	144
Na (mg)	269,6±18,8 ^c	43,5±1,3 ^a	224,1±17,5 ^b	66,4±2,8 ^a	150,9	112,7
Ca (mg)	230±12 ^c	132±4 ^a	169±15 ^b	127±4 ^a	164	48
Mg (mg)	48,2±5,5 ^b	27,5±0,9 ^a	28,0±3,2 ^a	31,2±1,2 ^a	33,7	9,8
Cu (mg)	0,02±0,00 ^a	0,05±0,00 ^b	0,10±0,01 ^c	0,03±0,01 ^a	0,05	0,03
Fe (mg)	1,2±0,1 ^b	1,0±0,2 ^b	0,7±0,0 ^a	0,6±0,0 ^a	0,9	0,3
Mn (mg)	0,63±0,05 ^b	0,43±0,03 ^a	0,39±0,01 ^a	0,37±0,04 ^a	0,46	0,12
Zn (mg)	0,84±0,07 ^c	0,44±0,05 ^a	0,59±0,05 ^b	0,46±0,03 ^a	0,59	0,18

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estandar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Tabla 9.6. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de las hojas basales de *Taraxacum obovatum* (diente de león).

Taraxacum obovatum						
	2007		2008		X	DE
	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	86,7±0,2 ^b	79,2±4,3 ^a	86,7±0,2 ^b	80,6±1,2 ^a	83,3	4,1
Proteínas (g)	1,5±0,1 ^b	2,1±0,2 ^c	1,6±0,2 ^{bc}	1,0±0,2 ^a	1,6	0,4
Grasa (g)	0,19±0,02 ^a	0,22±0,01 ^a	0,27±0,02 ^b	0,21±0,03 ^a	0,22	0,03
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	5,0±0,4 ^c	5,4±0,3 ^c	1,6±0,1 ^a	2,4±0,2 ^b	3,3	1,6
Fibra (g)	5,4±0,3 ^a	8,6±0,1 ^d	5,9±0,2 ^b	8,1±0,1 ^c	7,0	1,5
Cenizas (g)	1,7±0,2 ^a	2,5±0,4 ^b	1,9±0,0 ^a	2,4±0,1 ^b	2,1	0,4
K (mg)	375±26 ^a	685±50 ^c	569±68 ^b	634±45 ^{bc}	566	136
Na (mg)	5,1±2,7 ^a	61,7±2,3 ^d	29,0±5,2 ^b	43,8±4,5 ^c	34,9	23,9
Ca (mg)	50±2 ^b	16±1 ^a	269±8 ^d	134±6 ^c	117	113
Mg (mg)	4,5±0,1 ^a	2,3±0,2 ^a	34,6±1,4 ^c	31,3±1,4 ^b	18,2	17,1
Cu (mg)	0,12±0,03 ^b	0,16±0,03 ^b	0,08±0,01 ^a	0,22±0,00 ^c	0,15	0,06
Fe (mg)	2,6±0,2 ^a	4,1±0,8 ^b	3,4±0,4 ^b	4,2±0,6 ^b	3,6	0,7
Mn (mg)	0,24±0,02 ^a	0,53±0,07 ^c	0,15±0,02 ^a	0,41±0,05 ^b	0,33	0,17
Zn (mg)	0,22±0,05 ^a	0,29±0,01 ^a	0,90±0,08 ^c	0,59±0,01 ^b	0,50	0,31

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estandar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Resultados y discusión

En la figura 9.2. se muestran los valores medios de los distintos parámetros que incluye la composición centesimal (expresados sobre sustancia seca, sss) Los parámetros más destacables de dicha composición fueron, en todos los casos, la fibra, las cenizas y los hidratos de carbono.

El contenido de **agua** en todas las plantas estudiadas, osciló entre 71,8-93,8 g/100g, con ligeras variaciones dentro de la misma especie. Como cabía esperar, la humedad produce un efecto de dilución sobre el resto de nutrientes. Este hecho fue especialmente evidente en las hojas peladas de la cardincha, la cual presentaba un contenido más constante y elevado (la parte comestible está constituida por las vainas de las hojas peladas, de textura más carnosa que el resto de la hoja), y un menor contenido de grasa, proteínas, hidratos de carbono, fibra y cenizas. Bianco et al., (1998) encontró valores de humedad superiores en muestras de *S. marianum* procedentes de Italia (96,8 g/100g). Respecto a otras especies, Guil-Guerrero et al. (1998a), indicaron valores de humedad (87,13 g/100g) para *Sonchus asper*, *S. tenerrimus* y *S. oleraceus* dentro de un rango similar a la especie *S. oleraceus* de este estudio. Bianco et al. (1998), también publicaron valores similares para *S. oleraceus* (89,3 g/100g). El diente de león presentó un menor contenido hídrico que el hallado por Escudero et al. (2003) en *T. officinale* (91,53 g/100 g). Souci et al., (2008) en *C. intybus* un 94,1 g/100g, superior a la humedad hallada para la misma especie en el presente trabajo.

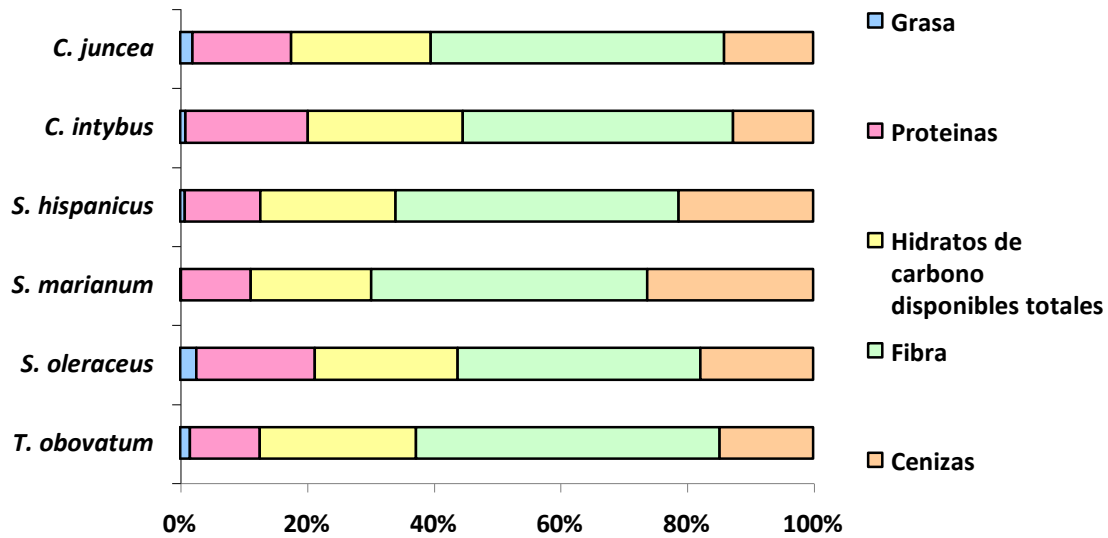


Figura 9.2. Composición centesimal media (% sobre sustancia seca) de las hojas de Asteraceae estudiadas

El contenido de **proteínas** en esta familia osciló entre 0,3 g/100g (*S. hispanicus*) y 6,1 g/100g (*C. juncea*). Estos resultados fueron similares a los encontrados en otros estudios en plantas silvestres comestibles de esa misma familia, como *Sonchus spp.* con 3,2 g/100g (Guil-Guerrero et al., 1998a), y *Taraxacum sp.* con 1,3 g/100g para (Escudero et al., 2003). Para *C. intybus*, las tablas de Souci et al., (2008), indican cantidades mucho menores de proteínas (0,20 g/100g), mientras que Jan et al. (2011) encontró un contenido más bajo en las hojas de esta misma especie, si bien dicho autor expresa sus resultados sobre sustancia seca (14,1 g/100g sss vs 19.6 g/100 g sss en el presente estudio).

El contenido de **grasa** se encontró, por lo general, en el mismo rango que los datos publicados para otras especies cultivadas (Maynard y Hochmuth, 2007). Comparando con los resultados de otras especies silvestres del género *Sonchus* descritos por Guil-Guerrero et al. (1998a) con un contenido de grasa de 0,5-0,7 g/100g (peso fresco), el contenido de grasa de la cerraja de este estudio fue ligeramente más bajo (0,20-0,41 g/100g). El cardillo y la cardincha presentaron los contenidos más bajos de grasa, atribuible a que, como ya se ha indicado, los tejidos de la planta utilizados son diferentes (peciolo y nervadura media). Las principales reacciones metabólicas tienen lugar en el mesófilo de las hojas, de ahí la variación en la composición de las plantas entre vaina y mesófilo. Este hecho, está de acuerdo con los estudios previos realizados por Morales et al. (2012), que muestra la variación en la distribución de ácidos grasos saturados e insaturados en estas dos especies respecto a las especies en las que la parte comestible analizada fue la hoja completa. En dicho estudio, se aprecia que los ácidos grasos más abundantes en estas plantas son los ácidos α y γ -linolénico y palmitoleico.

Respecto a la fracción de **hidratos de carbono**, la ajonjera fue la especie con el contenido más elevado (5,2 g/100g, ver Tabla 9.1.), valores muy cercanos a los encontrados por (Maynard y Hochmuth, 2007), Sin embargo otros autores indican, para la misma especie, un contenido de 2,44 g/100g (Souci et al., 2008). Guil-Guerrero et al. (1998a) indicó un valor medio de 1,66 g/100g para las diferentes especies de *Sonchus* analizadas. Dicho valor es menor que los resultados hallados en el presente estudio. En *T. obovatum* el contenido de carbohidratos es de 3,3 g/100g, más cercano al publicado para *T. officinale* (4,94 g/100g) por Escudero et al., 2003. Se encontró una notable variabilidad intra-especie para los hidratos de carbono, debida probablemente

a la alta implicación de los carbohidratos en el metabolismo de la planta, lo que puede hacer que pequeñas diferencias en el estadio de crecimiento o madurez de la misma provoquen cambios importantes en dichos contenidos.

Las especies silvestres incluidas en este estudio presentaron elevados contenidos de **fibra**, como se puede ver en las tablas 9.1.-9.6. (4,4-9,6 g/100g), excepto *S. marianum*, con 2,5 g/100g (posiblemente atribuible al efecto de dilución por su elevado contenido en humedad), y destacando *C. juncea* con los valores más altos (figura 9.2.). Otros autores indicaron niveles de fibra menores o similares para hojas de especies del género *Sonchus* y hojas de achicoria cultivada (Femenia, et al., 1998; Guil-Guerrero et al., 1998^a; Souci et al., 2008). Para esta última especie, Jan et al. (2011), indicó un contenido de fibra de 17,6 g/100g sss frente al 44, 4 g/100g sss hallado en nuestro estudio para esta misma especie (figura 9.2.).

También se debe destacar el contenido de fibra de *T. obovatum* (7 g/100g), el cual es más elevado que el encontrado por Escudero et al., 2003 para *T. officinale* (4g/100g). La contribución que estas verduras podrían suponer al incremento de la ingesta de fibra en la población es clara, ya que el aporte de fibra por 100g de parte comestible en *S. hispanicus* y *C. juncea*, en algunos casos es casi del 50 % de las recomendaciones diarias de consumo de fibra, estimado en 25 g/día (EFSA, 2010) (ver tablas 9.1. y 9.3.).

Cichorium intybus y *S. marianum* mostraron los menores contenidos medios de **cenizas** (1,5 y 1,8g/100g respectivamente), mientras que los contenidos más altos los presentó *S. hispanicus* (3,19g/100g). Resultados semejantes fueron indicados por Guil-Guerrero et al. (1998a,b), para *Sonchus sp.* y otras especies silvestres. Sin embargo otros

Resultados y discusión

estudios (Jan et al., 2011; Escudero et al., 2003) revelaron un contenido de cenizas totales menor en *T. officinale* y *C. intybus* que en las especies del presente estudio.

Respecto al contenido mineral destaca la marcada variabilidad en los contenidos de elementos minerales de forma individual, entre muestras recolectadas en distintos años y localidades. Esto puede ser debido al hecho de que el contenido de minerales puede verse influenciado por determinadas condiciones medioambientales como son, entre otros factores, la composición del suelo. Otros autores coinciden en el hecho de encontrar una gran variabilidad dentro de la misma especie en el caso de los minerales. Así, Bianco et al., (1998), encontró un rango de entre 43 y 121 mg/100g de Na, y de 348 a 492 mg/100g en el Mg en hojas de *S. oleraceus*; mientras que en *C. intybus* halló valores comprendidos entre 83 y 276 mg/100g de Ca.

En las figuras 9.3. y 9.4. se puede apreciar que *C. intybus* fue la especie que presentó los niveles más bajos de minerales, con la excepción del K, que se encontró en niveles relativamente similares al resto de especies estudiadas. Por su parte, *T. obovatum* destacó primordialmente por su contenido de Fe, así como en menor medida *S. hispanicus* y *C. juncea*, superiores al de otras especies. El cardillo presentó valores destacables de K, y la cerraja y la ajonjera de Mn, presentando esta última también valores de Zn superiores al resto de especies estudiadas.

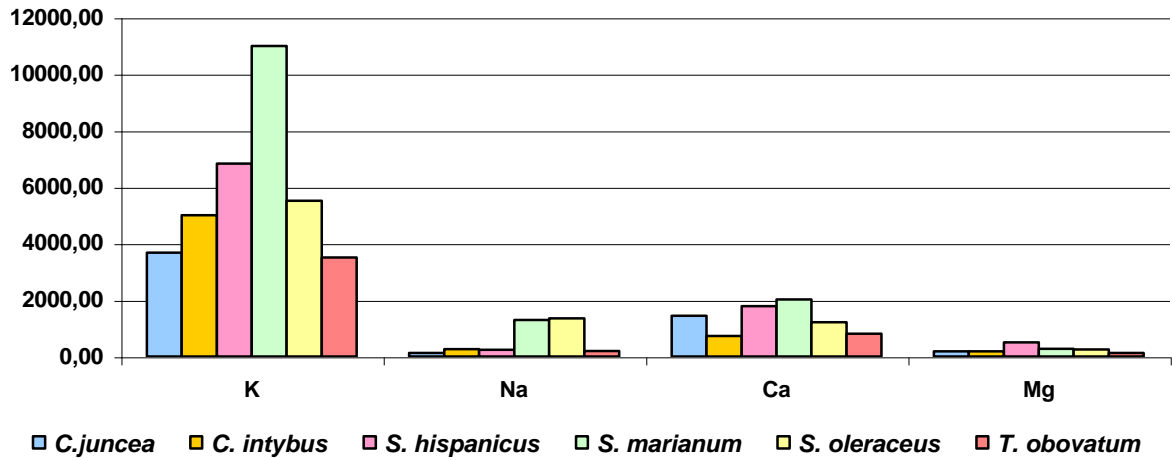


Figura 9.3. Macroelementos de las hojas de las especies de *Asteraceae* estudiadas (mg/100g sobre sustancia seca)

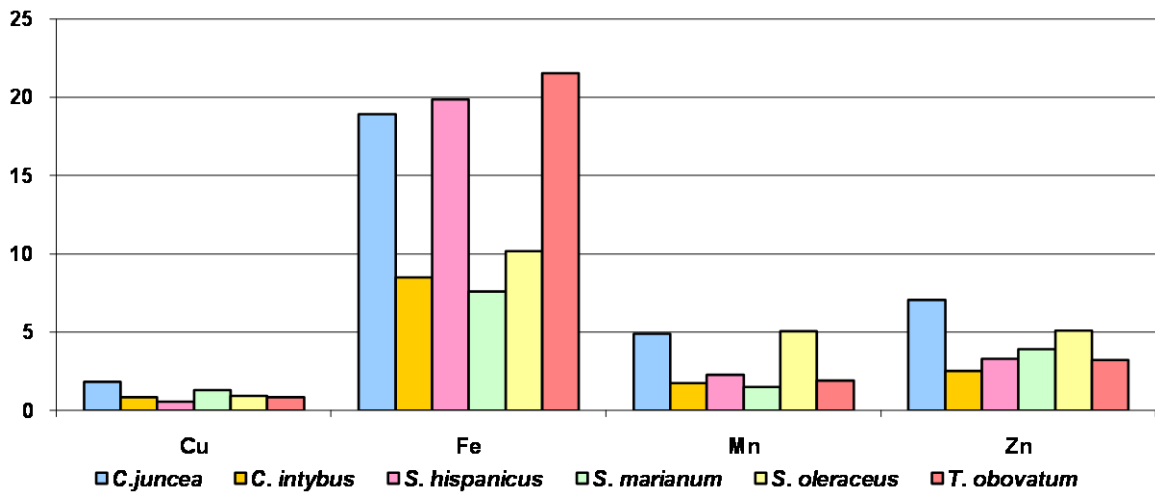


Figura 9.4. Microelementos de las hojas de la especies de *Asteraceae* estudiadas (mg/100g sobre sustancia seca)

Resultados y discusión

Los contenidos de **K** son considerablemente más elevados que los contenidos de **Na**, tendencia habitual en las plantas, haciendo de las verduras una buena elección para dietas pobres en sodio. El rango de K en las hortalizas de hoja se encuentra entre 190-1000mg/100g de porción comestible, y los niveles de K de nuestras especies se encuentran en los niveles más elevados de dicho rango. Los niveles medios de sodio encontrados en las muestras de *S. oleraceus* (150 g/100g) fueron más elevados que los valores normales dentro de las verduras de hoja, pero menores que los publicados por Guil-Guerrero et al. (1998a) para varias especies del género *Sonchus*, de forma similar a lo observado con los niveles de Cu, Fe, Mn y Zn (Tabla 9.5.). Por otro lado, cabe destacar los contenidos variables de K, **Ca** y **Mg** para el diente de león (Tabla 9.6.) respecto a *T. officinale* (213,4, 58,9 y 39,8 mg/100g respectivamente) descritos por Escudero et al. (2003). El cardillo, por su parte presentó un contenido de Mg muy elevado en la localidad 2 y el año 2007, que hace que el valor medio sea más alto de lo habitual en la mayoría de verduras.

Los contenidos de **Cu** también se encuentran acordes a los encontrados por otros autores (Guil-Guerrero et al., 1998b; Jan et al., 2011).

Por tanto, de entre las seis especies de *Asteraceae* estudiadas, *C. juncea* se reveló como una verdura con un elevado contenido de minerales, contribuyendo de forma apreciable a los requerimientos nutricionales de microelementos, en concreto 100 g de porción comestible de la misma aportan un 45,8% del valor de referencia de Mn dado por el Reglamento 1169/2011. Esta especie también proporciona ingestas interesantes de Cu, Fe y Zn (43%, 28,3% y 16,3% de los valores de referencia respectivamente).

9.2 Valor nutritivo de las hojas y tallos tiernos de *Apium nodiflorum* (L.) Lag. y *Foeniculum vulgare* Mill. (Apiaceae)

La familia *Apiaceae*, o *Umbelliferae* presenta aproximadamente 455 géneros y unas 3700 especies. Es una familia ubicua, aunque se distribuye ampliamente en regiones templadas. Su importancia radica en que muchas de las especies incluidas en esta familia se utilizan por sus propiedades aromáticas en alimentación como es el caso del hinojo, el eneldo, el cilantro, el apio, la zanahoria, el anís, el comino o el perejil entre otros (Downie et al., 1996). La mayoría son especies cultivadas y de las especies silvestres se han realizado pocos estudios sobre su composición química o valor nutricional (Trichopoulou et al., 2000; Ozcan et al., 2007; Souci et al., 2008; Barros et al., 2010).



Figura 9.5. Imágenes de las especies analizadas de la familia Apiaceae:

a) *Apium nodiflorum*, b) *Foeniculum vulgare*

En las tablas 9.7. y 9.8. se muestran los resultados correspondientes a la composición centesimal completa, además del perfil de macro y microelementos minerales de las hojas y tallos tiernos comestibles de dichas plantas silvestres recolectadas en diferentes lugares y años, tal como se ha explicado anteriormente.

Resultados y discusión

Tabla 9.7. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de las hojas y tallos tiernos de *Apium nodiflorum* (berraza)

	Apium nodiflorum						X	DE
	2007	2008		2009				
	L1	L1	L2	L1	L2			
Humedad (g)	90,0±0,5 ^a	94,0±0,5 ^d	92,4±0,3 ^{bc}	91,6±0,3 ^b	92,8±0,7 ^c	92,0	1,4	
Proteínas (g)	2,1±0,3 ^c	1,5±0,0 ^b	1,1±0,2 ^a	1,7±0,1 ^b	1,8±0,0 ^b	1,6	0,3	
Grasa (g)	0,10±0,01 ^{bc}	0,11±0,01 ^c	0,14±0,01 ^d	0,08±0,00 ^{ab}	0,07±0,01 ^a	0,10	0,03	
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	2,1±0,2 ^c	1,3±0,2 ^b	0,7±0,1 ^a	1,4±0,0 ^b	0,7±0,0 ^a	1,2	0,5	
Fibra (g)	3,4±0,1 ^d	1,9±0,0 ^a	2,8±0,1 ^c	2,5±0,4 ^b	2,6±0,1 ^{bc}	2,7	0,5	
Cenizas (g)	3,3±0,4 ^c	1,0±0,0 ^a	1,4±0,0 ^b	1,3±0,0 ^{ab}	1,4±0,0 ^b	1,7	0,8	
K (mg)	105±6 ^a	138±11 ^b	225±22 ^c	114±6 ^{ab}	219±9 ^c	165	56	
Na (mg)	379±6 ^d	142±7 ^a	237±3 ^b	312±6 ^c	137±4 ^a	244	104	
Ca (mg)	183±3 ^d	64±5 ^a	246±3 ^e	140±4 ^c	124±7 ^b	152	60	
Mg (mg)	29,1±0,9 ^b	16,4±1,2 ^a	18,8±2,0 ^a	26,6±0,3 ^b	44,9±2,9 ^c	28,0	10,8	
Cu (mg)	0,15±0,01 ^d	0,06±0,01 ^b	0,04±0,00 ^a	0,09±0,00 ^c	0,06±0,01 ^b	0,08	0,04	
Fe (mg)	1,1±0,0 ^a	2,2±0,4 ^b	3,1±0,1 ^c	0,8±0,1 ^a	1,9±0,1 ^b	1,8	0,8	
Mn (mg)	0,32±0,02 ^c	0,17±0,02 ^a	0,25±0,04 ^b	0,33±0,01 ^c	0,34±0,01 ^c	0,29	0,07	
Zn (mg)	0,43±0,01 ^a	0,42±0,08 ^a	0,70±0,04 ^b	0,44±0,01 ^a	0,48±0,01 ^a	0,50	0,12	

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estandar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Tabla 9.8. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de las hojas y tallos tiernos de *Foeniculum vulgare* (hinojo)

	Foeniculum vulgare					
	2007		2008		X	DE
	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	86,4±0,4 ^b	90,1±0,1 ^c	85,1±0,1 ^a	86±0,2 ^b	86,9	2,0
Proteínas (g)	2,0±0,0 ^{bc}	0,6±0,1 ^a	2,3±0,2 ^c	1,9±0,2 ^b	1,7	0,7
Grasa (g)	0,18±0,02 ^b	0,08±0,01 ^a	0,23±0,01 ^c	0,20±0,01 ^{bc}	0,17	0,06
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	1,9±0,2 ^b	1,4±0,3 ^a	3,9±0,2 ^d	3,2±0,2 ^c	2,2	1,0
Fibra (g)	5,7±0,1 ^b	4,5±0,1 ^a	5,8±0,2 ^b	6,2±0,2 ^c	5,5	0,7
Cenizas (g)	1,7±0,0 ^a	1,9±0,0 ^c	1,8±0,0 ^b	2,3±0,0 ^d	1,9	0,2
K (mg)	266±6 ^a	459±64 ^b	434±14 ^b	463±49 ^b	406	92
Na (mg)	126,4±9,6 ^c	46,8±0,6 ^a	72,7±2,5 ^b	116,2±11,6 ^c	90,5	34,4
Ca (mg)	221±15 ^a	218±5 ^a	215±12 ^a	254±21 ^b	227	20
Mg (mg)	43,3±4,5 ^c	30,4±1,7 ^a	37,0±2,4 ^b	35,2±3,2 ^{ab}	36,5	5,5
Cu (mg)	0,01±0,02 ^a	0,05±0,01 ^b	0,03±0,00 ^{ab}	0,03±0,01 ^a	0,03	0,02
Fe (mg)	0,80±0,06 ^c	0,39±0,01 ^b	0,07±0,01 ^a	0,44±0,03 ^b	0,45	0,26
Mn (mg)	0,49±0,02 ^b	0,53±0,01 ^b	0,30±0,00 ^a	0,97±0,05 ^c	0,57	0,26
Zn (mg)	0,3±0,04 ^b	0,25±0,0 ^a	0,37±0,01 ^c	0,4±0,02 ^c	0,33	0,06

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estandar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Resultados y discusión

La **humedad** en estas especies osciló entre 85,1 y 94 g/100g. El hinojo, *F. vulgare*, fue la especie de menor contenido de agua por término medio (86,9 g/100g). Comparando con otros estudios, el hinojo muestra en el presente trabajo un mayor contenido de humedad que el indicado por Barros et al., 2010 (76,4 g/100g). No así comparando la especie *Apium graveolens* (Souci et al., 2008) con su análogo silvestre, donde se encontró un valor de humedad de 92,8 g/100g, muy cercano al hallado en este estudio.

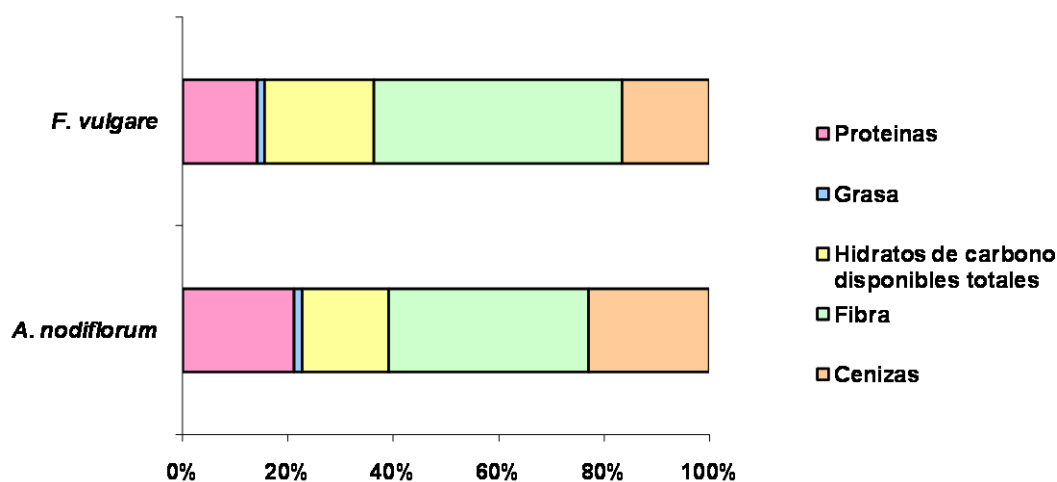


Figura 9.6. Composición centesimal media (% sobre sustancia seca) de las hojas y tallos tiernos de *F. vulgare* y *A. nodiflorum* estudiadas

El valor medio de proteínas es bastante próximo para ambas especies (1,6-1,7 g /100g) y los valores encontrados en la literatura para *F. vulgare* y *A. graveolens* (Barros et al., 2010; Souci et al., 2008) se encuentran dentro del rango que se presenta en este trabajo (1,2 g/100g en ambas especies). Sin embargo, el contenido de **grasa** es muy superior en *F. vulgare* del estudio realizado por Barros et al., 2010 (0,6 g/100g frente a 0,17 g/100g). Entre los ácidos grasos del hinojo, cabe destacar su contenido de ácido

linoleico así como sus contenidos de ácido eicosatrienoico, eicosapentanoico y docosahecanoico, todos ellos estudiados por nuestro grupo de investigación en las mismas especies empleadas para este estudio (Morales et al., 2011). En el caso del apio, el contenido de grasa en la especie cultivada (0,20 g/100g) es superior a la hallada en la berraza.

El contenido de **hidratos de carbono** muestra fluctuaciones entre años y localidades de recolección para ambas especies, oscilando entre 0,7-3,9 g/100g. Estos valores están muy por debajo de los indicados por Barros et al. (2010) con valores medios para *F. vulgare* de 18,4 g/100g y también por debajo del hallado por Trichopoulou et al., (2000) para la misma especie (4,9 g/100g). El contenido de hidratos de carbono disponibles totales en las partes comestibles de *A. nodiflorum* también se encuentra por debajo de los datos de Souci et al. (2008) en la especie *A. graveolens* (2,18 g/100g).

Destaca el contenido en **fibra** mayor en el hinojo (5,5 g/100g) que en la berraza (2,7 g/100g), si bien ambos se encuentran dentro del rango normal de las verduras (1,3-6 g/100g) y la berraza presenta contenidos de fibra similares al rango de 2,33-2,64 g/100g mencionados por Souci et al. (2008) para esta misma especie. Comparando con Trichopoulou et al., (2000) se observa que el contenido en fibra del hinojo es superior en el presente estudio que en el realizado por dicho autor (5,5 g/100g vs 3,5 g/100g respectivamente).

Las **cenizas** en las especies estudiadas presentan un valor medio cercano (1,7 y 1,9 g/100g respectivamente), pero bastante menor al descrito por Barros et al., 2010 de 3,4 g/100g.

Resultados y discusión

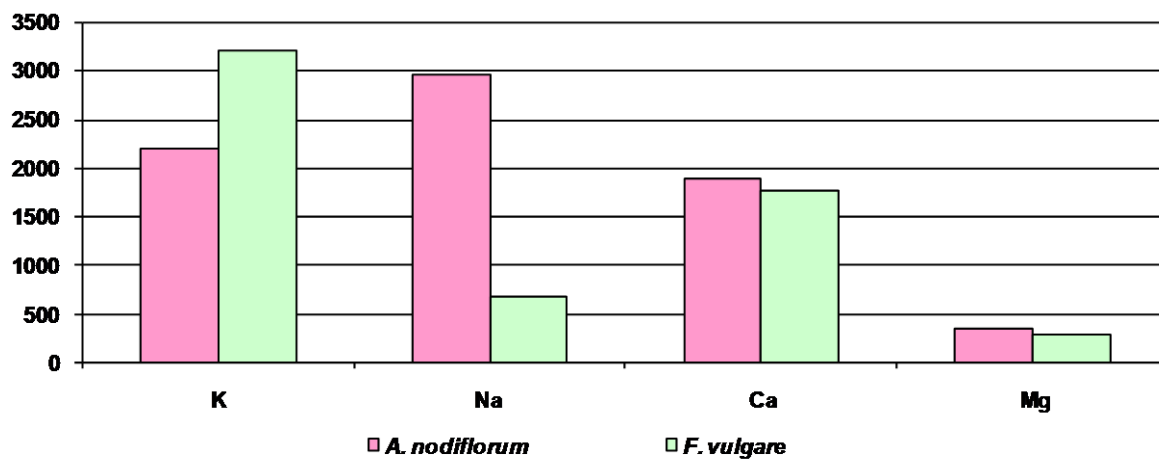


Figura 9.7. Macroelementos de las hojas y tallos tiernos de *Apiaceae* estudiadas (mg/100g sobre sustancia seca)

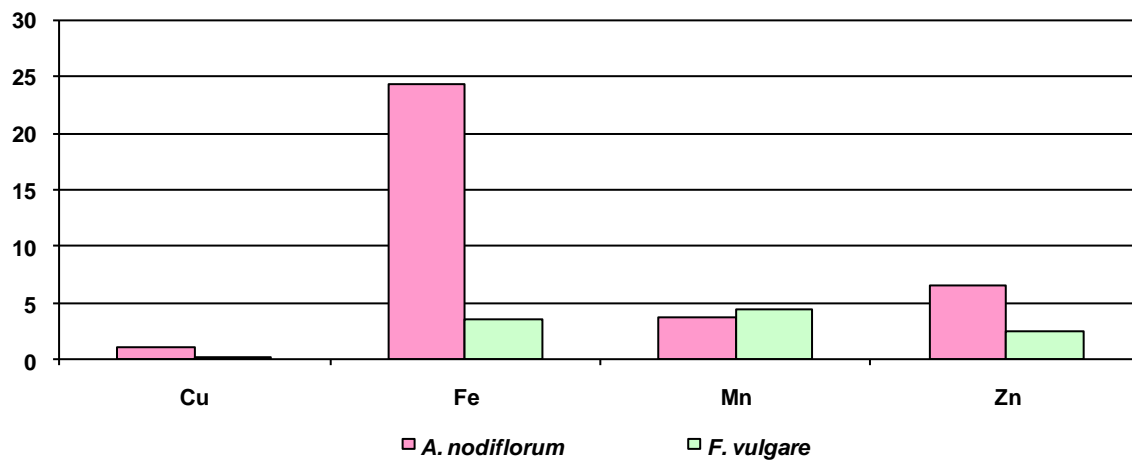


Figura 9.8. Microelementos de las hojas y tallos tiernos de *Apiaceae* estudiadas (mg/100g sobre sustancia seca)

La berraza, a diferencia de otros vegetales comestibles, presentó un contenido de sodio superior al de potasio, por lo que no es una verdura de elección en una dieta pobre en sodio, siendo más recomendable el consumo de hinojo, que se encuentra entre los vegetales con mayor contenido de potasio y menor contenido de sodio. Comparando con el apio cultivado, se aprecia que *A. graveolens* sigue una tendencia inversa a la berraza, con un mayor contenido de **K** que de **Na** (329 vs 125 mg/100g).

Entre ambas especies cabría destacar el contenido de **Fe** de la berraza (0,8-2,2 mg/100g), mucho más elevado que en el hinojo (0,4 mg/100g) y 10 veces superior a *A. graveolens*. El resto de minerales se encontraron en mayor proporción en este estudio que en el realizado por Souci et al. (2008) para *A. graveolens*.

Comparando con otros autores que han estimado el contenido mineral en diversas especies vegetales, entre ellas *F. vulgare spp. piperitum* (Ozcan et al., 2007), se puede ver que *F. vulgare* en este estudio presenta valores muy cercanos a los encontrados por dichos autores para **Mg**, **Mn** y Na.

Otros autores han hallado valores superiores de K para *F. vulgare* (618,9 mg/100g; Trichopoulou et al., 2000). El contenido de Na, Ca y K en este estudio para el hinojo (691, 512 y 1750 mg/100g sss respectivamente) es mayor que en la misma especie estudiada por Ozcan et al. (2008), donde los valores obtenidos son 67,58; 1730,84 y 3096,03 mg/100g sss respectivamente.

El Ca también es mayor que el del hinojo en las tablas de composición de alimentos de Souci et al., 2008, (109 mg/100g), menor que los valores obtenidos por otros autores

Resultados y discusión

(Trichopoulou et al., 2000) donde el Ca alcanza valores de 341,3 mg/100g. En cualquier caso se trata de niveles altos y bastante estables dentro de la misma especie (214-254 mg/100g), que suponen cubrir con 100 g de hinojo el 19,5-23% de las RDA de Ca (Trumbo et al., 2002).

Ozcan et al. (2007) publicó valores de minerales sobre sustancia seca, donde indicó que el Ca y el K (1645,29 y 2398,89 mg/100g sss respectivamente) están por debajo de los hallados en este trabajo (1730,8 y 3096 mg/100g sss respectivamente).

Por otro lado, el Fe está en mucha mayor proporción (1,3 y 2,7 mg/100g respectivamente) en el hinojo estudiado por otros autores (Trichopoulou et al., 2000; Souci et al., 2008).

Hay que destacar que el **Zn** (3,45 mg/100g sss) y el Fe (32,87 mg/100g sss) presentan un mayor contenido en la especie estudiada por Ozcan et al. (2007) que en *F. vulgare* del presente trabajo (2,52 y 3,43 mg/100g sss respectivamente).

9.3 Valor nutritivo de las hojas de *Anchusa azurea* Mill. (Boraginaceae)

La familia *Boraginaceae* se encuentra distribuida en el mundo fundamentalmente en zonas templadas y subtropicales. Presenta 142 géneros y 2450 especies (Mabberley, 2008). Muchas especies silvestres de esta familia son consideradas a menudo como “malas hierbas”, y al ser hispídas, son poco atractivas para el consumo como alimentos, a excepción de *Borago officinalis* (comúnmente denominada borraja), que es una de las especies más conocida y consumida.

Existen datos etnobotánicos que muestran el uso alimentario de *Anchusa azurea* en diferentes zonas de España (Tardío et al., 2002). Hasta la fecha no ha sido objeto de estudio su composición nutricional, a excepción de los trabajos realizados previamente en este grupo de investigación (Morales, 2011; Sánchez-Mata et al., 2012), y que estudian su contenido de ácidos grasos, ácidos orgánicos y vitamina C, además de su interesante actividad antioxidante asociada a la presencia de compuestos fenólicos.



Figura 9.9. *Anchusa azurea*

En la tabla 9.9. se presentan los datos de composición centesimal, macro y microelementos de las hojas de esta planta silvestre.

Resultados y discusión

La lenguaza es una especie con una elevada **humedad** como es normal en las verduras de hoja, pero algo menor que la reportada por Bianco et al. (1998) para *B. Officinalis* (87,7 g/100g).

Cabe destacar su contenido de **fibra**, que se encuentra en valores elevados dentro del rango de fibra que es habitual en la mayoría de las verduras de hoja, y que cubriría con 100g de porción comestible un 10,4% de las cantidades diarias requeridas en hombres y un 18,8% de las cantidades diarias requeridas en mujeres según las tablas de requerimientos diarios de fibra del *Food Nutrition Board* (Trumbo et al., 2002).

El contenido de **cenizas** también se encuentra dentro de los valores comunes en verduras de hoja, aunque también con valores elevados dentro de este rango, existiendo como es habitual, una gran variabilidad entre años y localidades.

Respecto a los micronutrientes, se observó un contenido de **K** elevado (valor medio de 527 mg/100g), alcanzándose en el año 2007 un valor de 1,17 g/100g. El K encontrado por Bianco et al. (1998) para la borraja (567 mg/100g) se encuentra muy próximo al hallado en este estudio. El **Ca** de la lenguaza está muy por debajo del contenido de Ca de la borraja (344 mg/100g), mientras que el Mg está muy por encima (8 mg/100g).

Comparando con análisis realizados sobre metales pesados en esta especie, se puede observar que la cantidad de **Cu** hallada en este estudio es menor al estudio realizado por Del Rio et al., (2002) que encontró una cantidad de cobre de 21 mg/kg sss vs 8,8 mg/kg sss en este estudio. Con el contenido de Zn ocurre lo mismo, 95 mg/kg (Del Río et al., 2002) vs 37,7 mg/kg sss en este estudio.

Tabla 9.9. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de hojas basales de *Anchusa azurea* (lenguaza)

	Anchusa azurea						X	DE
	2007	2008		2009				
	L1	L1	L2	L1	L2			
Humedad (g)	92,7±0,1 ^c	90±0,3 ^b	88,9±0,6 ^a	90,2±0,6 ^b	89,7±0,1 ^{ab}	91,2	1,5	
Proteínas (g)	1,1±0,01 ^a	2,8±0,6 ^c	1,9±0,1 ^b	2±0,05 ^b	1,8±0,2 ^b	1,9	0,6	
Grasa (g)	0,07±0,0 ^a	0,23±0,02 ^d	0,15±0,01 ^b	0,17±0,0 ^{bc}	0,18±0,01 ^c	0,15	0,06	
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	1,2±0,1 ^b	1,6±0,2 ^c	1,2±0,1 ^b	0,9±0,1 ^a	1,8±0,1 ^c	1,3	0,4	
Fibra (g)	3,5±0,0 ^a	3,5±0,0 ^a	4,4±0,0 ^d	4,1±0,1 ^b	4,2±0,1 ^c	3,9	0,4	
Cenizas (g)	1,8±0,1 ^a	1,9±0,0 ^{ab}	1,9±0,2 ^{ab}	2,1±0,0 ^b	1,8±0,0 ^{ab}	1,9	0,1	
K (mg)	1172±63 ^c	538±31 ^a	678±69 ^b	488±57 ^a	521±21 ^a	563	86	
Na (mg)	13,8±5,6 ^a	14,1±3 ^a	26,9±1,6 ^{ab}	37,4±7,4 ^b	36,6±5,9 ^b	28,7	10,8	
Ca (mg)	219±27,9 ^c	164±9,5 ^b	198±15 ^c	126±6 ^a	133±3 ^a	158	31	
Mg (mg)	35,1±2,3 ^c	17,8±1 ^a	29±3,3 ^b	18,8±1,5 ^a	33,5±0,9 ^c	25,3	7,2	
Cu (mg)	0,28±0,02 ^b	0,09±0,02 ^a	0,11±0,01 ^a	0,09±0,02 ^a	0,1±0,01 ^a	0,1	0,01	
Fe (mg)	2,6±0,4 ^c	1,4±0,2 ^b	2,7±0,2 ^c	2,7±0,0 ^c	0,6±0,0 ^a	1,9	1,0	
Mn (mg)	0,41±0,06 ^c	0,31±0,05 ^b	0,31±0,04 ^b	0,15±0,02 ^a	0,15±0,01 ^a	0,24	0,09	
Zn (mg)	0,86±0,22 ^c	0,44±0,03 ^{ab}	0,56±0,05 ^b	0,32±0,03 ^a	0,37±0,02 ^a	0,43	0,1	

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estándar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

9.4 Valor nutritivo de las hojas y tallos tiernos de *Silene vulgaris* (Moench) Garcke. (Caryophyllaceae)

Esta familia presenta 86 géneros y 2200 especies (Fior et al., 2006) y se trata de una familia ubicua, abundante en las regiones templadas del mundo (Izco, 1998). En ella, se localizan algunas especies importantes desde el punto de vista ornamental, como por ejemplo, *Dianthus caryophyllus* L. (clavel) o *Gypsophila elegans* M. Bieb. (flor de ilusión). Entre las especies silvestres comestibles pertenecientes a esta familia también se encuentra *Stellaria media* (pamplinas).

La colleja (*Silene vulgaris*) es, sin embargo, una de las verduras silvestres más conocidas y utilizadas en las zonas rurales del área Mediterránea, aunque existen escasos estudios acerca de su composición (Alarcón et al., 2006 ; Nadgórska-Socha et al., 2011 ; Egea-Gilabert et al., 2013).



Figura 9.10. *Silene vulgaris*

En la tabla 9.10. se detalla tanto la composición centesimal como los principales minerales que contiene la parte tradicionalmente comestible (tallos tiernos con hojas).

Tabla 9.10. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de los tallos tiernos con hojas de *Silene vulgaris* (colleja)

	<i>Silene vulgaris</i>					
	2007		2008		X	DE
	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	86,7±0,2 ^b	88,1±0,1 ^c	88,4±0,2 ^c	80,4±0,7 ^a	86,6	2,6
Proteínas (g)	1,9±0,1 ^a	2,0±0,3 ^a	3,2±0,0 ^b	3,2±0,0 ^b	2,6	0,7
Grasa (g)	0,36±0,02 ^a	0,35±0,01 ^a	0,41±0,02 ^b	0,63±0,06 ^c	0,41	0,09
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	1,3±0,2 ^b	1,0±0,1 ^a	2,5±0,1 ^c	1,5±0,1 ^b	1,7	0,6
Fibra (g)	6,0±0,1 ^c	4,9±0,0 ^a	5,0±0,0 ^b	7,0±0,1 ^d	5,7	0,9
Cenizas (g)	0,5±0,1 ^a	2,2±0,0 ^c	2,0±0,0 ^b	3,8±0,0 ^d	2,1	2,2
K (mg)	748±50 ^b	775±7 ^b	619±8 ^a	1583±59 ^c	986	417
Na (mg)	19,2±2,6 ^{ab}	26,1±0,7 ^b	17,9±1,8 ^a	53,2±4,6 ^c	29,1	15,4
Ca (mg)	22,1±2,3 ^a	144,8±5,1 ^d	82,2±0,2 ^b	120,7±9,0 ^c	93,4	51,0
Mg (mg)	13,2±0,3 ^a	94,0±3,3 ^c	53,0±0,5 ^b	106,9±7,4 ^d	68,0	40,2
Cu (mg)	0,11±0,00 ^b	0,10±0,00 ^b	0,05±0,02 ^a	0,04±0,01 ^a	0,07	0,03
Fe (mg)	1,1±0,2 ^b	0,5±0,0 ^a	0,8±0,4 ^{ab}	1,0±0,2 ^b	0,8	0,3
Mn (mg)	0,92±0,02 ^c	0,75±0,03 ^b	0,75±0,00 ^b	0,59±0,03 ^a	0,75	0,13
Zn (mg)	0,36±0,03 ^a	0,31±0,02 ^a	0,30±0,04 ^a	1,21±0,03 ^b	0,57	0,41

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estandar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Resultados y discusión

El valor medio de **humedad** que presentó *S. vulgaris* fue de 86,65 g/100g, valor que se encuentra muy próximo al rango de valores hallados por otros autores (Alarcón et al., 2006) para esta misma especie (87-88,5 g/100g). Los contenidos medios de **proteínas** (2,57 g/100g) y **grasa** (0,41g/100g) están por debajo de los encontrados por Alarcón et al. (2006), que halló 3,3 g/100g de proteína y 0,70 g/100g de grasa.

Silene vulgaris presentó una cantidad media de **hidratos de carbono totales** de 1,73 g/100g, por debajo de los hallados por Alarcón et al. (2006), que fueron de 3,4 g/100g. No ocurre así con la **fibra y cenizas**, cuyo contenido está por encima de lo esperado en verduras, llegando a alcanzar valores de 7,04 g/100 en el caso de la fibra, mientras que otros estudios aportan valores máximos de 3,1 g/100g (Alarcón et al., 2006). Las cenizas en este estudio presentan un valor muy superior al publicado por Alarcón et al. (2006), que halló un contenido medio de cenizas de 0,3 g/100g.

De la fracción mineral cabe destacar el alto contenido en **K**, que en el año 2008, en la localidad 2 (Villar el Olmo) alcanzó valores de hasta 1,582 g/100g y que junto con el Mg (valor medio de 68,0 mg/100g), se encuentran por encima del contenido habitual en verduras. Estas diferencias son aun más acusadas en las plantas recolectadas en la localidad 2. (107 mg/100g).

Como era de esperar, por su contenido en cenizas, los contenidos minerales son más elevados que los presentados por otros autores. Egea-Gilabert et al. (2013) estudió el contenido de K y Na en *S. vulgaris* (476,43 mg/100g y 11,4 mg/100g respectivamente) y Nadgórska-Socha et al. (2011) realizó un estudio expresando los resultados sobre sustancia seca, de metales pesados en *S. vulgaris*, entre ellos el **Zn**, encontrando

valores que oscilaban entre 5,71-7,71 mg/100g sss. En este último caso, la cantidad de Zn es superior a la hallada en este estudio (4,27 mg/100g sss).

9.5 Valor nutritivo de las hojas de *Beta maritima* L. (*Chenopodiaceae*)

Las *Chenopodiaceae* son plantas originarias de ambientes esteparios, como desiertos salados de Asia central; pese a ello, están ampliamente distribuidas, adaptándose particularmente a ambientes con elevada concentración salina, como la costa marina, los pantanos salobres, las zonas arcillosas, y, secundariamente, los asentamientos humanos, donde han sabido aprovechar la elevada concentración de sustancias nitrogenadas presentes en el terreno. A esta familia pertenecen importantes especies de consumo, la primera de todas, la acelga (*Beta vulgaris*), con numerosas variedades, como la var. *altissima*, de cuya gruesa raíz se extrae azúcar (remolacha); la var. *cicla*, utilizada como verdura, con las hojas provistas de una gruesa nervadura blanca (costillas) o la var. *rapa*, de la que se consume cocida su raíz de color rojo vino (nabo rojo). La forma silvestre de las acelgas, *Beta maritima*, también se consume como verdura. Asimismo, las espinacas (*Spinacia oleracea*), muy conocidas y ampliamente cultivadas también pertenecen a esta familia. (Font Quer, 2005; Casseres, 1980; Ecke, 1990; Tardío et al., 2002; Kim et al., 2003). Existen algunos trabajos que previamente han determinado algunos nutrientes en la acelga silvestre (Bianco y Santamaría, 1998; Guil y Torija, 2002).

En la tabla 9.11. se muestran los resultados correspondientes a la composición centesimal completa, además del perfil de macro y microelementos minerales de las hojas basales comestibles de dicha especie.



Figura 9.11. *Beta maritima*

El contenido de **humedad** es ligeramente menor al encontrado por otros autores (Bianco y Santamaría, 1998; Guil y Torija, 2002), que en la misma especie indican valores de 86,3 g/100g y 89 g/100g respectivamente. Otras especies de la misma familia, como *Chenopodium album*, *C. murale* y *C. opulifolium* presentan un contenido menor al de este estudio (máximo 82,02 g/100g; Guil y Torija, 1998).

La **grasa** se encuentra en el mismo rango que la hallada por Guil y Torija, 2002 (0,2 g/100g ssf), pero es mucho menor a la hallada para otras especies de la misma familia (Guil y Torija, 1998) que encontraron un contenido de grasa que oscilaba entre 0,40-0,68 g/100g.

Tabla 9.11. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de las hojas basales de *Beta maritima* (acelga silvestre)

Beta maritima						
	2007		2008		X	DE
	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	89,1±0,4 ^c	85,0±0,1 ^b	85,5±0,4 ^b	75,4±2,9 ^a	84,5	4,9
Proteínas (g)	1,8±0,2 ^a	3,3±0,0 ^c	2,4±0,2 ^b	3,6±0,4 ^c	2,6	0,8
Grasa (g)	0,18±0,01 ^a	0,18±0,02 ^a	0,16±0,01 ^a	0,40±0,02 ^b	0,24	0,11
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	3,2±0,2 ^b	4,3±0,2 ^d	3,9±0,3 ^c	2,9±0,1 ^a	3,6	0,6
Fibra (g)	3,9±0,1 ^a	5,2±0,1 ^b	5,2±0,1 ^b	9,5±0,1 ^c	5,9	2,2
Cenizas (g)	2,0±0,0 ^a	3,4±0,0 ^c	2,7±0,0 ^b	5,6±0,1 ^d	3,4	1,4
K (mg)	993,3±20,6 ^b	2356,4±36,5 ^d	710,8±25,0 ^a	1459,7±49,8 ^c	1380,1	652,3
Na (mg)	284,7±3,0 ^c	45,0±7,5 ^a	288,2±7,2 ^c	245,7±24,2 ^b	231,4	94,7
Ca (mg)	29,5±0,6 ^a	53,0±1,5 ^b	127,1±6,0 ^c	250,3±13,8 ^d	114,9	90,1
Mg (mg)	13,2±0,0 ^a	41,1±0,4 ^b	117,3±3,6 ^c	135,5±7,4 ^d	76,8	53,4
Cu (mg)	0,25±0,02 ^b	0,35±0,07 ^c	0,09±0,01 ^a	0,22±0,01 ^b	0,23	0,10
Fe (mg)	1,69±0,05 ^b	2,22±0,10 ^c	1,42±0,11 ^a	1,91±0,25 ^b	1,80	0,34
Mn (mg)	0,94±0,03 ^c	0,57±0,02 ^a	0,79±0,04 ^b	1,23±0,04 ^d	0,88	0,25
Zn (mg)	0,64±0,00 ^a	0,97±0,01 ^c	0,71±0,02 ^b	1,26±0,24 ^d	0,86	0,25

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estandar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Resultados y discusión

La **fracción hidrocarbonada** de *B. maritima* presenta una gran dispersión de valores en función de la especie y autor del estudio. En el presente trabajo se encuentra entre 2,9-4,3 g/100g. Este valor se encuentra muy por debajo del hallado por Souci et al. (2008) o Guil y Torija (1998) que reportan valores de 8,38 g/100g (*B. Vulgaris* L. var. cruenta Alef.) y 8,83 g/100g (*C. album*), respectivamente. Estos últimos, también hallaron valores cercanos a los de este estudio (3,23 g/100g en *C. murale* y 3,56 g/100g en *C. opulifolium*). Guil y Torija (2002), para *B. maritima* encontraron un contenido de hidratos de carbono de 0,8 g/100g.

El contenido medio de **fibra** de nuestras muestras (5,9 g/100g) está muy por encima del valor máximo para las verduras de hoja (4,3 g/100g, según Souci et al., 2008), y superior al encontrado por otros autores para la misma especie. (3,6 g/100g; Guil y Torija, 2002). Souci et al. (2008) refleja un valor inferior para otra variedad de *Beta vulgaris* (2,53 g/100g). Solamente la especie *C. album* presentó valores superiores a los hallados en este trabajo (6,38 g/100g), según Guil y Torija, 1998.

El contenido de **cenizas** también es superior al rango de valores de cenizas en verduras de hoja (0,7-1,9 g/100g). Es menor el contenido de cenizas en los estudios realizados por Bianco y Santamaría (1998); Guil y Torija (2002) y Souci et al. (2008), donde *Beta* sp. presentó un contenido de cenizas de 0,1-2,8 g/100g. Sin embargo otras especies de la familia Chenopodiaceae como *C. album*, *C. murale* o *C. opulifolium*, presentaron valores de 4,04-5,04 g/100g (Guil y Torija, 1998).

En cuanto a los micronutrientes, cabe destacar el contenido de **K**, cuyo valor medio fue de 1,38 g/100g, similar al reportado por Guil y Torija (1998) para *C. album* y *C.*

opulifolium (1,32 y 1,443 g/100g respectivamente). Dista sin embargo notablemente del contenido de otras especies como *Beta vulgaris* (407 mg/100g; Souci et al., 2008), o *Beta maritima* (483 mg/100g; Bianco y Santamaría, 1998 y 597 mg/100g; Guil y Torija, 2002). El **Na**, a excepción de la localidad 2 (Carabaña) del año 2007, presenta valores muy superiores a los habituales en verduras de hoja (4-90 g/100g).

Los valores medios de **Ca** y el **Mg**, (114,9 y 76,8 mg/100g respectivamente), se encontraron por encima de los valores hallados por Bianco y Santamaría (1998) para la acelga silvestre (68 y 69 mg/100g respectivamente). Las muestras de *Beta maritima* estudiadas por Guil y Torija (2002), presentaron un contenido de Ca y de Mg en el rango del presente estudio (190 mg/100g y 57 mg/100g respectivamente). *C album* (Guil y Torija, 1998) presentó contenidos de Ca y Mg mayores a los encontrados en este estudio (312,9 y 392,9 mg/100g respectivamente).

El **Cu**, cuyo contenido medio fue 0,23 mg/100g, está por debajo del encontrado por Guil y Torija (2002) que presentan valores de Cu de 4 mg/100g, pero por encima del reportado por Souci et al. (2008) que halló un contenido de Cu de 0,08 mg/100g.

El **Zn** (0,86 mg/100g), que se encuentra dentro de los valores más altos pero habituales en verduras de hoja, es mucho más elevado que el Zn de *B. maritima* estudiada por Guil y Torija (2002) cuyo valor es de 0,2 mg/100g. Souci et a (2008) indica valores igualmente más bajos que los hallados en este estudio (0,35 mg/100g). Sin embargo otras especies del género *Chenopodium* (Guil y Torija, 1998) presentan contenidos mayores (1,6 mg/100g).

Resultados y discusión

La acelga silvestre destaca por su contenido en **Mn**, por encima de otras especies en este trabajo estudiadas.

Existe variabilidad entre localidades y años para todos los parámetros, siendo interesante destacar el aumento que se produce en el segundo año en la fibra, las cenizas, el Ca y el Mg.

9.6 Valor nutritivo de las hojas de *Papaver rhoeas* L. (*Papaveraceae*)

Esta familia consta de 23 géneros y 200 especies, de las cuales las más utilizadas son *P. somniferum* (para la obtención del opio), y especies de los géneros *Papaver*, *Meconopsis* y *Argemone*, por su uso ornamental (Watson y Dallwitz, 1992).

En cuanto a su uso alimentario, de *P. rhoeas* (amapola) se pueden utilizar las semillas en repostería, y las hojas como verdura, existiendo escasos estudios científicos sobre su composición nutricional (Bianco et al., 1998; Trichopoulou et al., 2000). En la tabla 9.12. se presenta la composición nutricional y mineral de las hojas de esta especie.



Figura 9.12. *Papaver rhoeas*

La **humedad**, que en el presente trabajo es de 84,9 g/100g como valor medio, es menor que la hallada por dichos autores (Bianco et al., 1998; Trichopoulou et al., 2000) para la misma especie, siendo de 89,1 g/100g y 91 g/100g respectivamente. Sin embargo, las **proteínas** y los **hidratos de carbono** que indican estos autores (2,9 y 3,1 g/100g respectivamente) se encuentran en el mismo rango de valores que los hallados en el presente trabajo (1,5-5,9 g/100g y 2,9-5,3 g/100g respectivamente).

Resultados y discusión

Tabla 9.12. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de las hojas basales de *Papaver rhoeas* (amapola)

	Papaver rhoeas					
	2007		2008		X	DE
	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	89,0±0,1 ^c	85,7±0,1 ^b	86,8±0,3 ^{bc}	68,5±0,5 ^a	84,9	6,9
Proteínas (g)	1,5±0,1 ^a	5,6±0,3 ^c	2,4±0,2 ^b	5,9±0,7 ^c	4,1	2,0
Grasa (g)	0,15±0,01 ^a	0,23±0,02 ^b	0,25±0,01 ^b	0,38±0,01 ^c	0,25	0,08
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	2,9±0,3 ^a	3,3±0,3 ^a	3,0±0,4 ^a	5,3±0,5 ^b	3,6	1,0
Fibra (g)	3,7±0,0 ^a	5,5±0,2 ^c	4,8±0,1 ^b	11,1±0,1 ^d	6,3	2,9
Cenizas (g)	2,6±0,3 ^b	2,2±0,1 ^b	1,9±0,0 ^a	5,2±0,1 ^c	3,1	1,4
K (mg)	1673±125 ^b	618±41 ^a	479±8 ^a	1530±146 ^b	1075	561
Na (mg)	76,9±5,0 ^c	54,3±4,8 ^b	62,7±4,3 ^b	32,9±5,1 ^a	56,4	16,4
Ca (mg)	50±2 ^a	201±3 ^c	143±3 ^b	545±23 ^d	235	196
Mg (mg)	8,6±0,6 ^a	40,1±0,9 ^c	31,7±1,6 ^b	74,1±6,3 ^d	38,6	27,1
Cu (mg)	0,47±0,14 ^b	0,16±0,01 ^a	0,13±0,06 ^a	1,07±0,16 ^c	0,48	0,42
Fe (mg)	3,8±0,1 ^b	1,8±0,4 ^a	1,8±0,0 ^a	4,9±0,5 ^c	3,2	1,4
Mn (mg)	1,06±0,06 ^c	0,43±0,02 ^a	0,39±0,00 ^a	0,58±0,03 ^b	0,62	0,28
Zn (mg)	2,64±0,10 ^c	1,76±0,05 ^b	0,71±0,03 ^a	3,19±0,05 ^d	2,08	0,99

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estándar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Cabe destacar el contenido en **fibra** de la especie aquí estudiada, ya que en algunos casos, se encuentra muy por encima de los valores habituales en verduras de hoja (hasta 4,3 g/100g, según Souci et al; 2008). Las muestras estudiadas en este trabajo presentaron un contenido de fibra mayor del doble (2,5 g/100g) del hallado por Trichopoulou et al. (2000) para la misma especie.

La cantidad de **cenizas** es también elevada dentro de las verduras de hoja y superior a la hallada por Bianco et al. (1998), los cuales indican un valor de cenizas de 1,79 g/100g.

En cuanto a la fracción mineral, podemos destacar el elevado contenido de **K** de esta especie, que en algunos casos es superior a lo que cabe esperar de una verdura de hoja (máximo 1000 mg/100g), frente a la misma especie estudiada por los dos autores previamente mencionados, los cuales hallaron valores de K de 470 mg/100g (Bianco et al., 1998) y de 188,1 mg/100g (Trichopoulou et al., 2000). En el caso del **Na**, únicamente Trichopoulou et al. (2000) encontró valores dentro del rango hallado en este estudio (32,9-76,9 mg/100g).

Los contenidos de **Ca** y **Mg** hallados fueron de 50,4-545,5 mg/100g y 8,6-74,1 mg/100g respectivamente, siendo los valores obtenidos en el año 2008 en la localidad 2 (Valdelatas), muy superiores a los hallados tanto para el resto de localidades y años, como para los indicados por otros autores.

El **Zn** en el año 2008 y en la localidad de Valdelatas, también se mostró muy elevado y junto con el Fe presentó valores superiores a los indicados por Trichopoulou et al.

Resultados y discusión

(2000) quienes indican valores de Fe de 0,9 mg/100g y de Zn 0,2 mg/100g. tanto los niveles de Zn, como los de Cu y Fe son destacables, con respecto a otras verduras.

Se han encontrado algunos estudios realizados sobre hojas de *Papaver dubium* L. (Turan et al; 2003), donde se encontró una humedad media de 93,21 g/100g, mucho mayor a la encontrada para la especie de este estudio. El contenido de proteínas está dentro del rango hallado en este trabajo (4,9 g/100g), y las cenizas presentaron un valor inferior (1,5 g/100g), de igual forma que el resto de elementos minerales.

9.7 Valor nutritivo de las hojas de *Rumex pulcher* L. y *Rumex papillaris* Boiss. & Reut. (*Polygonaceae*)

La familia *Polygonaceae* posee cerca de 43 géneros y 1100 especies distribuidas por todo el mundo, y localizadas fundamentalmente en regiones templadas, así como en los trópicos y subtrópicos (Solano y Ayala, 2008).

Las especies del género *Rumex* son ampliamente conocidas y utilizadas en alimentación. *Rumex acetosa* y *R. papillaris* son conocidas como acederas, por su característico sabor ácido, el cual se relaciona con la presencia de ácidos orgánicos, y en muchos casos de ácido oxálico. Este compuesto puede dar lugar a intoxicaciones que son frecuentes en el ganado, y que en algunos casos han afectado también a niños y adultos. Sin embargo, aunque previamente se ha puesto de manifiesto la presencia de este compuesto en *R. acetosa* (Font Quer, 2005), las dos especies aquí estudiadas han mostrado en análisis realizados por nuestro grupo de investigación anteriormente, una alta acidez titulable, con la presencia de otros ácidos orgánicos, y niveles de ácido oxálico no muy elevados (0,05-0,73 g/100g; Morales, 2011).

Rumex papillaris es también interesante por su contenido de ácidos grasos monoinsaturados, destacando por encima de todas las especies aquí estudiadas (Morales et al., 2011). Este hecho hace de ellas una interesante elección dentro de las acederas y verduras relacionadas que justifica su estudio nutricional, analizado en estudios previos para otras especies del género *Rumex* (Guil et al., 1997; Guil y Torija, 1997; Guil et al., 1998b; Guil y Torija, 2002; Turan et al., 2003; Alfawad, 2006; Hamed and Dastagir, 2007; Shad et al., 2013), pero no para *R. papillaris* y *R. pulcher*.



Figura 9.13. Imágenes de las especies analizadas de la familia Polygonaceae:

a) *R. pulcher*, b) *R. papillaris*

En las tablas 9.13 y 9.14 se detalla la composición centesimal y mineral de ambas especies.

La **humedad** presentó valores próximos a los indicados por otros autores para *Rumex* sp. (Guil et al., 1998; Guil y Torija, 2002 y Alfawaz, 2006). También se debería mencionar, que el contenido en agua de *R. pulcher* en el año 2008 y localidad 2 es menor al del resto de años y localidades, apreciándose un marcado efecto en el aumento del resto de componentes.

Tabla 9.13. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de las hojas basales de *Rumex pulcher* (romaza)

	Rumex pulcher					
	2007		2008		X	DE
	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	89,2±0,2 ^c	88,7±0,3 ^{bc}	87,4±0,2 ^b	70,9±2,0 ^a	80,1	1,5
Proteínas (g)	2,4±0,0 ^{ab}	1,9±0,1 ^a	2,8±0,3 ^b	5,5±0,4 ^c	3,3	1,5
Grasa (g)	0,11±0,00 ^a	0,10±0,01 ^a	0,25±0,01 ^b	0,32±0,02 ^c	0,20	0,10
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	3,4±0,2 ^b	3,6±0,4 ^b	1,5±0,1 ^a	4,5±0,3 ^c	3,3	1,1
Fibra (g)	5,2±0,1 ^b	4,0±0,0 ^a	5,0±0,0 ^b	12,6±0,4 ^c	6,7	3,6
Cenizas (g)	1,2±0,0 ^a	1,1±0,1 ^a	2,1±0,1 ^b	3,1±0,1 ^c	1,9	0,8
K (mg)	794±2 ^c	382±51 ^a	660±1 ^b	955±47 ^d	663	237
Na (mg)	91,1±15,1 ^b	33,4±7,5 ^a	71,7±5,1 ^b	123,0±13,6 ^c	80,1	32,3
Ca (mg)	15,1±0,3 ^b	2,3±0,4 ^a	77,3±1,6 ^c	124,2±7,9 ^d	50,3	51,0
Mg (mg)	10,5±0,1 ^a	2,2±0,0 ^a	57,0±1,2 ^b	62,0±9,8 ^b	30,7	28,6
Cu (mg)	0,24±0,01 ^c	0,10±0,00 ^b	0,11±0,09 ^b	0,05±0,01 ^a	0,12	0,07
Fe (mg)	2,70±0,22 ^c	0,82±0,04 ^a	1,52±0,10 ^b	2,46±0,14 ^c	1,85	0,84
Mn (mg)	0,39±0,02 ^c	0,30±0,02 ^b	0,20±0,01 ^a	0,40±0,03 ^c	0,33	0,09
Zn (mg)	0,75±0,01 ^c	0,44±0,03 ^a	0,49±0,02 ^b	1,61±0,02 ^d	0,77	0,46

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estándar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Tabla 9.14. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de las hojas basales de *Rumex papillaris* (acedera)

	Rumex papillaris						X	SD
	2007	2008		2009				
	L1	L1	L2	L1	L2			
Humedad (g)	88,2±0,0 ^{ab}	90,3±0,2 ^c	87,8±0,1 ^a	90,7±0,2 ^c	89,7±0,0 ^{bc}	89,1	1,8	
Proteínas (g)	2,7±0,4 ^b	1,6±0,2 ^a	3,5±0,1 ^c	1,7±0,2 ^a	1,7±0,1 ^a	2,4	0,9	
Grasa (g)	0,16±0,00 ^a	0,25±0,01 ^c	0,28±0,02 ^d	0,25±0,00 ^c	0,19±0,00 ^b	0,22	0,05	
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	2,7±0,2 ^c	1,6±0,2 ^a	2,2±0,1 ^b	1,6±0,1 ^a	2,6±0,3 ^c	2,0	0,5	
Fibra (g)	5,0±0,1 ^d	4,8±0,1 ^c	4,2±0,1 ^b	4,0±0,1 ^a	4,0±0,1 ^a	4,4	0,4	
Cenizas (g)	1,1±0,0 ^c	0,4±0,0 ^a	1,0±0,0 ^c	1,0±0,0 ^b	1,3±0,0 ^d	1,0	0,3	
K (mg)	341±14 ^c	468±11 ^d	309±25 ^b	255±12 ^a	370±35 ^c	351	77	
Na (mg)	34,5±6,2 ^b	18,2±6,7 ^a	21,8±1,3 ^a	15,7±2,4 ^a	37,9±2,2 ^b	25,6	9,9	
Ca (mg)	89,7±7,0 ^d	72,0±3,1 ^c	36,9±3,5 ^a	44,9±3,2 ^a	60,1±4,0 ^b	60,3	18,4	
Mg (mg)	49,9±0,6 ^c	49,2±1,4 ^c	50,8±5,4 ^c	33,7±3,2 ^a	43,6±1,7 ^b	45,0	7,1	
Cu (mg)	0,07±0,01 ^b	0,15±0,03 ^c	0,04±0,01 ^{ab}	0,03±0,00 ^a	0,07±0,01 ^b	0,08	0,04	
Fe (mg)	1,0±0,1 ^b	1,2±0,1 ^b	1,0±0,2 ^b	0,4±0,0 ^a	1,0±0,1 ^b	1,0	0,3	
Mn (mg)	0,74±0,02 ^c	1,18±0,01 ^d	0,41±0,05 ^a	0,74±0,04 ^c	0,59±0,02 ^b	0,75	0,26	
Zn (mg)	0,24±0,01 ^a	0,38±0,01 ^{bc}	0,42±0,05 ^c	0,34±0,01 ^b	0,40±0,00 ^c	0,36	0,07	

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estandar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

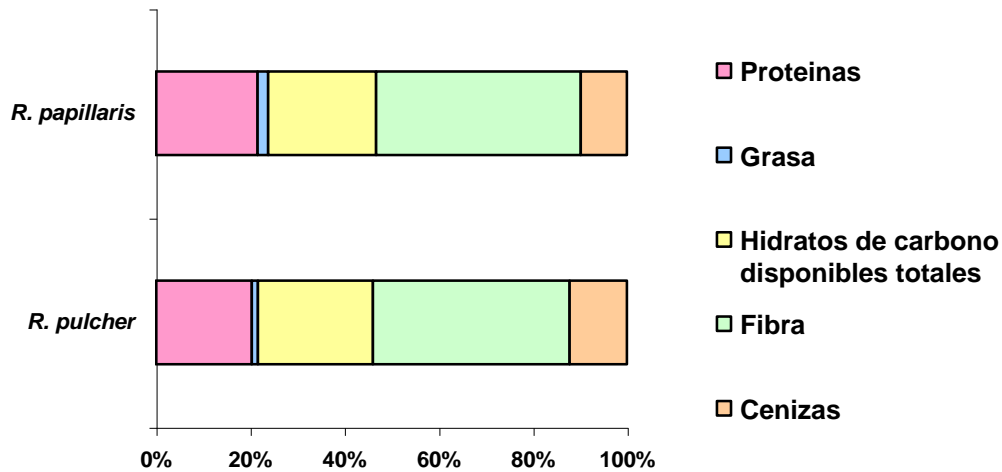


Figura 9.14. Composición centesimal (% sobre sustancia seca) de las hojas basales de *R. papillaris* y *R. pulcher*

El contenido **proteico** medio está por encima del presentado por la mayoría de autores para otras especies del género *Rumex*. Así, *R. pulcher* (3,3 g/100g) solamente es superada en contenido por *R. obtusifolius* (5 g/100g; Guil y Torija., 2002). Hammed and Dastagir (2007) hallaron en *R. hastatus* valores cercanos (3,5 g/100g) y encontraron en *R. dentatus* y *R. napelensis* contenidos de proteína muy por debajo de los hallados en este trabajo. (0,56 y 0,50 g/100g respectivamente). Alfawaz (2006), por su parte halló para *R. vesicarius* un contenido de proteína de 1,89 g/100g, próximo al valor medio encontrado en *R. papillaris*.

La **grasa** en la romaza y la acedera es próxima entre ambas especies (en torno a 0,21 g/100g), con valores cercanos y próximos a los indicados por Guil y Torija. (1997) para *R. crispus* (0,24 g/100g), pero por debajo de los hallados por otros autores para *Rumex*

Resultados y discusión

sp., siendo el valor más bajo, el indicado por Alfawaz (2006) en *R. vesicarius* de 0,34 g/100g y siendo el más alto, el indicado por Shad et al. (2013) en *R. hastatus* de 2,50 g/100g.

Los **hidratos de carbono** totales disponibles (2,0 y 3,3 g/100g respectivamente de valor medio), se encuentran dentro del rango normal de especies de hoja que se consumen (0,3-11,1 g/100g; Souci et al., 2008). Comparando con otros autores, los valores hallados en este estudio se encuentran por encima de los indicados por Guil y Torija. (1997) para *R. crispus* (0,58 g/100g) y por Hammed and Dastagir (2007) para *R. napelensis* (1,45 g/100g). *Rumex dentatus*, analizadas por los mismos autores, se encuentra en el mismo rango (2,10 g/100g) y *R. hastatus* (5,52 g/100g) por encima de lo hallado en este estudio. Por el contrario *R. obtusifolius* y *R. acetosella* presentaron valores superiores (5,1 y 9,6 g/100g respectivamente) a la romaza y la acedera.

Los contenidos de **fibra** son elevados en estas dos especies (4-12,6 g/100g), hallándose muy próximos o por encima de los niveles habituales en las verduras de hoja (1,3-4,3 g/100g; Souci et al., 2008). Habría que destacar que ambas especies presentaron un contenido de fibra superior a la de las especies estudiadas por todos los autores anteriores, que indicaron valores de hasta 3,97 g/100g (Guil y Torija., 1997).

En cuanto al contenido de **cenizas**, tanto *R. pulcher* como *R. papillaris*, se encuentran en los valores más altos dentro del rango habitual de cenizas en verduras de hoja (0,7-1,9 g/100g, según Souci et al., 2008). El rango de valores en este estudio para las cenizas osciló entre 0,4 - 3,1 g/100g). Otros autores (Hammed and Dastagir 2007) indican valores por encima de estos para la especie *R. hastatus* (4,19 g/100g), siendo sin

embargo, más bajos en *R. dentatus* y *R. napelensis* (0,35 y 0,28 g/100g respectivamente).

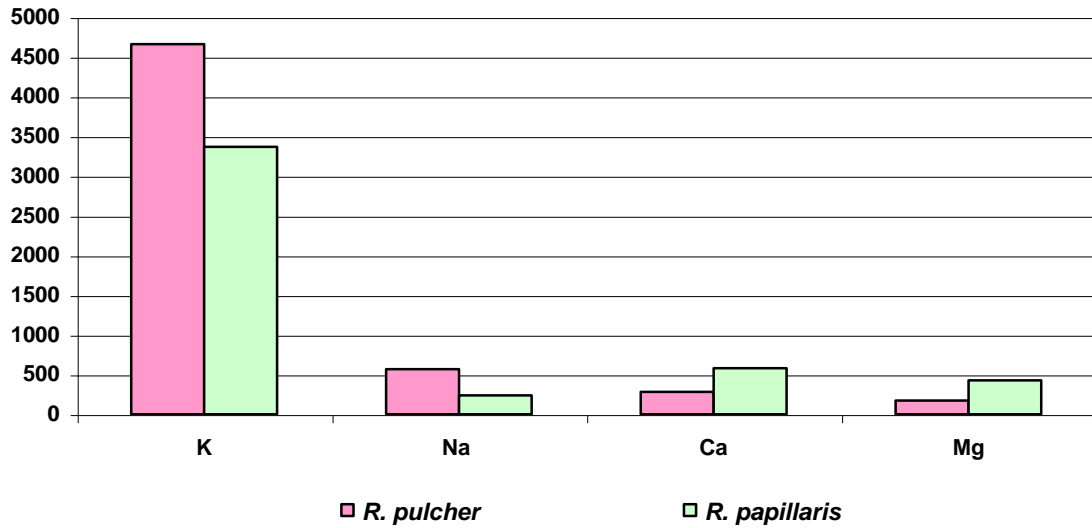


Figura 9.15. Macroelementos de las hojas basales de *Polygonaceae* estudiadas (mg/100g sobre sustancia seca)

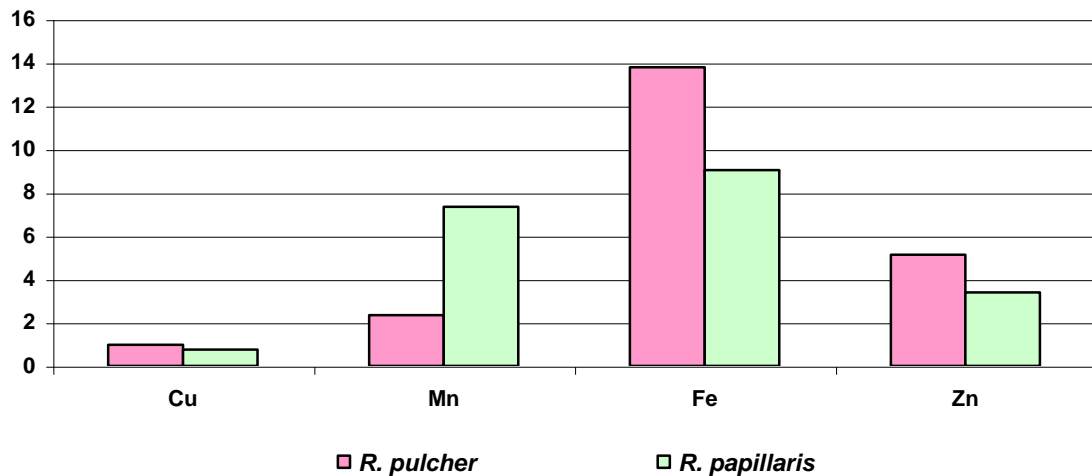


Figura 9.16. Microelementos de las hojas basales de *Polygonaceae* estudiadas (mg/100g sobre sustancia seca)

Resultados y discusión

Rumex pulcher presentó mayor contenido medio de Na, K, Cu, Fe y Zn que *R. papillaris*, la cual presentó más del doble de Mn.

El contenido de **K** en ambas es elevado y próximo al indicado por otros autores para diferentes especies del mismo género (Guil et al.,1998b; Alfawaz, 2006; Shad et al., 2013).

El **Na** de nuestras especies es en general menor al hallado por otros autores, así, Alfawaz (2006) y Guil et al. (1998b) hallaron contenidos de Na superiores a 100 mg/100g en *R. vesicarius* y *R. crispus* respectivamente, mientras que Shad et al. (2013) proporcionó un valor de Na en *R. hastatus* dentro del rango de valores de este estudio (25,2 mg/100g).

Respecto al **Ca** y el **Mg**, Alfawaz (2006) indicó valores muy superiores a los hallados en este trabajo (289,7 y 193,8 mg/100g respectivamente en *R. vesicarius*). Igualmente Shad et al. (2013) para el Ca publicó valores superiores a los de este estudio, sin embargo en el caso del Mg se encontraron por debajo de los aquí presentados.

El contenido de **Zn** en *R. papillaris*, a pesar de estar dentro del rango normal en vegetales de hoja, se encuentra por debajo de los hallados por todos los autores que han estudiado este mineral, siendo el valor más bajo hallado por otro autor, de 0,43 mg/100g (Guil et al., 1998b).

9.8 Valor nutritivo del bulbo de *Allium ampeloprasum* L. (Liliaceae)

La familia *Liliaceae* comprende cerca de 4000 especies distribuidas por toda la Tierra, sobre todo en las regiones templadas y tropicales. Las *Liliaceae* tienen una cierta importancia económica. Algunas especies se cultivan como plantas comestibles, como los espárragos (*Asparagus officinalis*), los ajos (*Allium sativum*), la cebolla (*Allium cepa*) o el puerro (*Allium porrum*). Otras no se cultivan pero se recolectan tradicionalmente en la naturaleza para el consumo: *Asparagus acutifolius*, *Asparagus albus*, *Smilax aspera*, *Asphodeline lutea*, *Leopoldia comosa*. Muchas especies se cultivan, además como ornamentales, especialmente especies de los géneros *Tulipa*, *Muscari*, *Hyacinthus*, entre otros (Font Quer, 2005).

Allium ampeloprasum L. crece en regiones del Mediterráneo y sus bulbos han sido de consumo tradicional en la Península Ibérica. En la tabla 9.15. se muestra la composición nutricional de esta especie.



Figura 9.17. *Allium ampeloprasum*

Resultados y discusión

El contenido hídrico (78,3 g/100g) es similar al encontrado en otras especies de la misma familia como *A. sativum* y *A. porrum* (64 g/100g y 86 g/100g, respectivamente; Souci et al. (2008).

Los **hidratos de carbono** son más elevados que los valores que se han encontrado en las plantas anteriormente estudiadas, lo que se explica por la diferente naturaleza de los tejidos que constituyen la parte comestible en este caso. En la mayoría de las plantas anteriormente comentadas, dichos tejidos eran tallos tiernos y hojas (enteras o peladas), mientras que en este caso se trata de un bulbo. Los bulbos contienen tejidos de reserva para la nueva planta que crecerá a partir de ellos. Por lo tanto cabe esperar un elevado contenido de almidón con respecto a las verduras de tallo y hoja. Además, destaca el contenido de hidratos de carbono de *A. ampeloprasum* frente a *A. sativum* y *A. porrum* (16,60 vs 11,2 y 6,75 g/100g ssf respectivamente; Carnovale et al., 1989).

Aunque la fracción grasa no es muy abundante, destaca su contenido en ácido oleico (Morales et al., 2011).

Asimismo, comparando con otras especies cultivadas, se pone de manifiesto la cantidad muy superior de **fibra** en *A. ampeloprasum* (3,6-4,5 g/100g) vs *A. porrum* (2,9 g/100g; Souci et al., 2008).

Tabla 9.15. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible) del bulbo de *Allium ampeloprasum* (ajoporro)

	<i>Allium ampeloprasum</i>					
	2007		2008		X	DE
	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	81,5±0,0 ^d	76,0±0,1 ^a	78,1±0,2 ^c	77,7±0,2 ^b	78,3	2,1
Proteínas (g)	1,2±0,1 ^a	2,0±0,4 ^a	1,8±0,3 ^a	1,6±0,2 ^a	1,7	0,4
Grasa (g)	0,23±0,01 ^b	0,12±0,00 ^a	0,14±0,01 ^a	0,21±0,03 ^b	0,18	0,05
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	12,0±0,5 ^a	20,9±0,3 ^c	16,8±1,4 ^b	16,6±0,9 ^b	16,6	3,1
Fibra (g)	3,6±0,1 ^a	4,7±0,4 ^c	4,1±0,1 ^b	4,5±0,1 ^c	4,2	0,5
Cenizas (g)	1,0±0,1 ^c	0,5±0,0 ^a	0,9±0,0 ^c	0,8±0,0 ^b	0,8	0,2
K (mg)	533±20 ^d	147±3 ^a	294±9 ^c	233±3 ^b	309	191
Na (mg)	53,1±10,4 ^a	48,3±8,4 ^a	67,1±10,8 ^a	43,6±9,5 ^a	54,6	27,0
Ca (mg)	30,2±5,2 ^a	78,0±7,8 ^b	81,7±4,0 ^b	80,1±12,0 ^b	70,2	21,1
Mg (mg)	8,9±1,1 ^a	15,4±0,9 ^c	16,4±1,6 ^c	13,5±1,8 ^b	14,0	2,9
Cu (mg)	0,22±0,03 ^c	0,05±0,01 ^a	0,11±0,02 ^b	0,06±0,01 ^a	0,11	0,07
Fe (mg)	0,92±0,17 ^c	0,20±0,02 ^a	0,69±0,18 ^{bc}	0,62±0,10 ^b	0,60	0,37
Mn (mg)	0,14±0,01 ^b	0,15±0,02 ^b	0,08±0,01 ^a	0,06±0,00 ^a	0,11	0,06
Zn (mg)	0,68±0,02 ^b	0,03±0,00 ^a	1,67±0,02 ^c	0,61±0,09 ^b	0,75	0,63

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estandar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Resultados y discusión

En cuanto al **contenido mineral**, destaca por el **K** y **Zn**. Los niveles de **Na** y **K** en *A. porrum* son 4 y 279 mg/100g de porción comestible respectivamente. El **Zn**, reencuentra en niveles de más del doble que las especies cultivadas (0,31mg /100g de porción comestible). En un estudio de Nazemi (2012), *A. ampeloprasum* presentó 0,26 mg/100g de **Zn**, contenidos de **Zn** inferiores a la mayoría de las muestras de este trabajo. De esto se podría deducir que el contenido de **Na**, **K** y **Zn** de la especie cultivada podría haberse visto disminuido frente a la especie silvestre.

Se aprecia una gran variabilidad entre años y localidades para casi todos los componentes de la especie. Solamente en el contenido proteico y el **Na** de *A. ampeloprasum* se encuentra una cierta estabilidad entre años y localidades.

9.9 Valor nutritivo de las hojas y tallos tiernos de *Montia fontana* L. (*Portulacaceae*)

La familia *Portulacaceae* comprende 20 géneros y unas 580 especies que crecen en zonas de templadas a tropicales (Watson y Dallwitz, 1992). Su uso en alimentación se centra especialmente en especies como *Portulaca oleracea*, cuya composición química se conoce a partir de estudios previos (Guil et al., 1996, Guil et al., 1997, 1999, Guil y Torija, 2002).

Montia fontana es una planta acuática, conocida como corujas o borujas, y que se utiliza tradicionalmente en ensalada en determinadas zonas del área Mediterránea. Los estudios nutricionales previos sobre esta especie particular son muy escasos, y han sido mayoritariamente realizados en el marco del presente proyecto de investigación (Tardío et al., 2011; Morales et al., 2011; Sánchez-Mata et al., 2012). De manera simultánea se han publicado datos sobre composición de corujas recolectadas en Portugal (Pereria et al., 2011). En la tabla 9.16. se recogen los resultados del análisis nutricional de esta especie.



Figura 9.18. *Montia fontana*

Resultados y discusión

El contenido de **humedad** en las plantas fue muy estable entre años y localidades. El hecho de que esta especie viva en lugares muy húmedos, no parece influir en el contenido hídrico interno de la planta, pero sí evita la desecación que en otras plantas puede ser motivo de las variaciones en su contenido de agua. Comparando con datos de otros autores, el valor medio de humedad obtenido para *M. fontana* (90,9 g/100g), por debajo del obtenido por Pereira et al., 2011 (95,2 g/100g).

El contenido **proteico** fue también un parámetro estable y el doble que el encontrado para la misma especie por Pereira et al., 2011 (1,7 g/100g frente a 0,6 g/100g respectivamente).

Montia fontana destaca por su contenido **lipídico** (1,7-2,1 g/100g) siendo más del doble del contenido hallado por Pereira et al., 2011 (0,6 g/100g)).

La fracción de **hidratos de carbono**, presenta una mayor dispersión de datos entre las diferentes muestras analizadas (0,4-3,3 g/100g). La notable variabilidad existente entre años y localidades de los parámetros analizados, podría ser debida a factores medioambientales. Los valores obtenidos están de acuerdo con los obtenidos por Pereira et al., 2011 (3,3 g/100g).

Tabla 9.16. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de las hojas y tallos tiernos de *Montia fontana* (coruja)

	<i>Montia fontana</i>						
	2007	2008		2009		X	SD
	L1	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	88,9±1,7 ^a	92,0±0,2 ^a	93,2±0,3 ^a	91,9±0,0 ^a	92,6±0,1 ^a	90,9	2,6
Proteínas (g)	1,5±0,1 ^a	1,9±0,1 ^{ab}	2,0±0,1 ^b	1,5±0,0 ^{ab}	1,9±0,0 ^{ab}	1,7	0,2
Grasa (g)	1,7±0,0 ^{ab}	2,0±0,1 ^{ab}	2,1±0,1 ^b	2,0±0,0 ^{ab}	1,7±0,0 ^a	1,9	0,2
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	3,3±0,2 ^d	1,8±0,1 ^{bc}	0,5±0,0 ^a	1,9±0,0 ^c	1,5±0,1 ^b	2,1	1,0
Fibra (g)	5,4±0,1 ^b	4,0±0,2 ^a	4,3±0,3 ^a	4,2±0,1 ^a	4,3±0,2 ^a	4,5	0,6
Cenizas (g)	1,5±0,0 ^c	1,1±0,0 ^b	0,9±0,0 ^a	1,1±0,0 ^b	0,9±0,0 ^a	1,1	0,2
K (mg)	507±3 ^c	386±18 ^b	310±15 ^a	265±7 ^a	315±11 ^a	356	89
Na (mg)	97,6±5,0 ^c	87,9±1,3 ^c	63,7±3 ^b	85,7±1 ^c	38,7±1,7 ^a	74,6	23,5
Ca (mg)	48,1±0,3 ^d	28,2±1,4 ^{bc}	31,9±0,7 ^c	25,2±2,2 ^b	23,7±0,4 ^a	31,4	9,3
Mg (mg)	40,4±0,4 ^c	36,7±1,6 ^b	27,6±0,5 ^a	26,6±1,6 ^a	25,7±1,0 ^a	31,7	6,5
Cu (mg)	0,06±0,01 ^a	0,04±0,00 ^a	0,05±0,01 ^a	0,06±0,01 ^a	0,04±0,00 ^a	0,05	0,02
Fe (mg)	0,86±0,02 ^b	0,93±0,06 ^b	1,57±0,08 ^c	1,68±0,04 ^c	0,60±0,01 ^a	1,13	0,44
Mn (mg)	1,93±0,01 ^d	1,02±0,04 ^c	0,93±0,00 ^{bc}	0,81±0,03 ^b	0,66±0,04 ^a	1,07	0,46
Zn (mg)	0,33±0,01 ^b	0,27±0,01 ^a	0,56±0,01 ^d	0,34±0,02 ^b	0,40±0,01 ^c	0,38	0,11

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estandar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Resultados y discusión

Después de la humedad, el mayor componente es la **fibra** (4,5 g/100g). Este parámetro también fue estable entre localidades y años. Una ración de 100g de corujas proporcionarían aproximadamente un 25% de las recomendaciones de fibra para adultos publicadas por la Food and Nutrition Board (Trumbo et al., 2002). El ratio entre el contenido de fibra e hidratos de carbono disponibles totales es de 2,1 (valor medio), como es normal en muchos vegetales.

El contenido medio de **cenizas** (1,1 g/100g) es el doble del indicado por otros autores (Pereira et al., 2011), siendo de un 0,7 g/100g. En cuanto al contenido de minerales, existen elevadas variaciones entre años y localidades a excepción de los niveles de cobre. El contenido mineral debe estar muy influenciado por las condiciones medioambientales, como la composición del suelo y en el caso de las plantas acuáticas por el volumen y la composición de las aguas donde la planta crece. Se puede apreciar que el contenido en **K** es mayor que el de **Na** (356,4 frente a 74,6 mg/100g respectivamente), algo que como ya se ha comentado es común en los vegetales. *Montia fontana* destaca por su contenido en **Mn** de 1,1 mg/100g, mientras que la mayoría de los vegetales se encuentran entre 0,07-0,4 mg/100g.

9.10 Valor nutritivo de diferentes brotes tiernos silvestres comestibles: *Humulus lupulus* L. (Cannabaceae), *Bryonia dioica* Jacq. (Cucurbitaceae), *Tamus communis* L. (Dioscoreaceae), *Asparagus acutifolius* L. (Liliaceae)

Asparagus acutifolius L. (espárrago triguero) es una de las especies silvestres más utilizada en la alimentación en España y otras áreas del Mediterráneo. *Bryonia dioica* Jacq. (espárrago de nuez), *Tamus communis* L. (lupio), y *Humulus lupulus* L. (lúpulo), son plantas trepadoras que han sido consumidas del mismo modo que *A. acutifolius* y que se han denominado de forma genérica como « espárragos » (Guarrera, 2003; Tardío et al., 2006 ; Carvalho et al., 2010). Por las particularidades en su forma de uso, comun a todas ellas, y a pesar de ser especies de familias diferentes, se ha considerado de interés agruparlas para su estudio. Los brotes tiernos de estas especies han sido tradicionalmente consumidos como espárragos silvestres, y existen muy pocos estudios realizados sobre la composición centesimal, macro y microelementos de estos vegetales (Bianco et al., 1998; Souci et al., 2008; Martins et al., 2011) y ninguno en España.



Figura 9.19. Imágenes de los espárragos silvestres analizados:
a) *Humulus lupulus*, b) *B. dioica*, c) *T. communis* d) *A. acutifolius*

En las tablas 9.17. a 9.20. se muestran los resultados correspondientes a la composición centesimal completa, además del perfil de macro y microelementos minerales de los brotes tiernos comestibles de dichas plantas silvestres recolectadas en diferentes lugares y años, tal como se ha explicado previamente, así como los valores medios de las diferentes muestras estudiadas en cada caso.

Bryonia dioica es la especie con un mayor contenido medio de humedad. *A. acutifolius* presentó un menor contenido que el indicado en el espárrago cultivado (93,1 g/100g; Souci et al., 2008). Otras especies de la misma familia estudiadas por otros autores (Bianco et al., 1998) muestran un contenido de humedad dentro del mismo rango que el hallado en este estudio, como es el caso de *Asparagus tenuifolius* (84,9 g/100g).

Tabla 9.17. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de los brotes tiernos de *Humulus lupulus* (lúpulo)

Humulus lupulus						
	2007		2008		X	DE
	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	87,8±0,1 ^b	85,2±1,5 ^a	86,1±0,1 ^{ab}	93,2±0,2 ^c	85,5	2,5
Proteínas (g)	3,1±0,2 ^a	4,8±0,1 ^b	5,1±0,7 ^b	4,3±0,4 ^b	4,3	0,9
Grasa (g)	0,11±0,02 ^a	0,20±0,01 ^b	0,26±0,01 ^c	0,25±0,02 ^c	0,20	0,07
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	1,5±0,1 ^a	1,8±0,2 ^b	1,6±0,2 ^{ab}	1,4±0,1 ^a	1,6	0,2
Fibra (g)	5,2±0,0 ^c	6,4±0,1 ^d	4,9±0,0 ^b	4,3±0,5 ^a	5,2	0,8
Cenizas (g)	1,5±0,0 ^c	0,9±0,0 ^a	1,4±0,0 ^b	2,0±0,0 ^d	1,4	0,4
K (mg)	492±55 ^b	589±17 ^c	314±2 ^a	675±35 ^d	517	146
Na (mg)	29,4±7,3 ^a	30,8±2,3 ^a	25,3±2,5 ^a	32,1±7,5 ^a	29,4	5,0
Ca (mg)	133,6±11,0 ^c	93,8±15,9 ^b	50,3±2,7 ^a	119,2±3,1 ^c	88,7	36,5
Mg (mg)	36,2±4 ^b	48,2±1,4 ^d	28,6±0,7 ^a	43,1±3,0 ^c	36,1	8,3
Cu (mg)	0,17±0,00 ^b	0,17±0,01 ^b	0,10±0,01 ^a	0,12±0,01 ^a	0,14	0,04
Fe (mg)	1,32±0,10 ^c	1,24±0,07 ^c	0,37±0,04 ^a	0,55±0,01 ^b	0,91	0,44
Mn (mg)	0,27±0,00 ^b	0,55±0,04 ^d	0,18±0,01 ^a	0,43±0,01 ^c	0,36	0,16
Zn (mg)	0,71±0,01 ^a	0,85±0,03 ^b	1,30±0,09 ^c	1,51±0,05 ^d	1,13	0,37

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estandar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Resultados y discusión

Tabla 9.18. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de los brotes tiernos de *Bryonia dioica* (espárrago de nuez)

	Bryonia dioica					
	2007		2008		X	DE
	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	89,8±0,1 ^b	89,4±0,1 ^b	87,1±0,4 ^b	70,9±0,6 ^a	87,0	5,9
Proteínas (g)	1,0±0,1 ^a	6,5±0,0 ^c	5,5±0,4 ^b	11,9±0,5 ^d	6,2	4,0
Grasa (g)	0,24±0,01 ^b	0,17±0,01 ^a	0,22±0,02 ^b	0,25±0,01 ^b	0,22	0,03
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	0,8±0,1 ^a	1,5±0,1 ^b	1,7±0,2 ^b	2,1±0,2 ^c	1,5	0,5
Fibra (g)	4,1±0,1 ^b	3,4±0,1 ^a	4,0±0,0 ^b	10,7±0,3 ^c	5,5	3,1
Cenizas (g)	2,0±0,0 ^c	1,1±0,0 ^a	1,5±0,0 ^b	3,3±0,0 ^d	2,0	0,9
K (mg)	630±15 ^b	385±21 ^a	447±37 ^a	1029±44 ^c	623	290
Na (mg)	28,5±7,7 ^b	12,0±1,4 ^a	36,5±2,1 ^b	56,8±5,8 ^c	33,4	18,6
Ca (mg)	141,8±14,3 ^c	38,9±1,1 ^a	41,0±4,7 ^a	78,1±3,1 ^b	74,9	48,1
Mg (mg)	70,5±3,3 ^c	25,6±0,1 ^a	24,5±1,5 ^a	51,9±1,4 ^b	43,1	22,2
Cu (mg)	0,01±0,00 ^a	0,16±0,02 ^c	0,08±0,01 ^b	0,46±0,14 ^d	0,18	0,20
Fe (mg)	0,84±0,11 ^a	0,71±0,06 ^a	0,68±0,08 ^a	1,78±0,19 ^b	1,0	0,52
Mn (mg)	0,61±0,03 ^d	0,27±0,02 ^b	0,11±0,02 ^a	0,47±0,02 ^c	0,37	0,22
Zn (mg)	0,27±0,01 ^a	0,68±0,01 ^b	1,09±0,16 ^c	2,63±0,47 ^d	1,17	1,03

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estándar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Tabla 9.19. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible fresca) de los brotes tiernos de *Tamus communis* (lupio)

Tamus communis						
	2007		2008		X	DE
	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	84,6±2,3 ^a	86,2±0,5 ^{ab}	88,1±0,2 ^{bc}	89,0±0,3 ^c	86,2	2,1
Proteínas (g)	3,8±0,6 ^b	2,5±0,3 ^a	3,5±0,2 ^b	3,2±0,2 ^b	3,2	0,6
Grasa (g)	0,22±0,02 ^c	0,19±0,01 ^{bc}	0,16±0,03 ^b	0,10±0,01 ^a	0,17	0,05
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	2,2±0,3 ^{ab}	1,9±0,1 ^a	2,7±0,2 ^b	1,9±0,1 ^a	2,2	0,4
Fibra (g)	6,0±0,1 ^d	5,1±0,0 ^c	4,3±0,0 ^b	3,5±0,1 ^a	4,7	1,0
Cenizas (g)	2,4±0,0 ^d	1,4±0,0 ^c	1,0±0,0 ^b	0,9±0,0 ^a	1,4	0,6
K (mg)	562±19 ^c	432±47 ^b	408±42 ^b	337±12 ^a	435	93
Na (mg)	19,5±2,7 ^{ab}	12,1±4,2 ^a	32,0±6,5 ^b	19,2±6,2 ^{ab}	20,7	8,6
Ca (mg)	94,4±0,8 ^d	72,0±1,4 ^c	20,9±0,5 ^a	40,9±1,6 ^b	51,9	29,2
Mg (mg)	42,0±3,3 ^d	30,9±1,5 ^c	14,8±1,1 ^a	17,1±0,8 ^b	25,8	12,1
Cu (mg)	0,12±0,01 ^b	0,06±0,01 ^a	0,17±0,01 ^c	0,11±0,01 ^b	0,12	0,04
Fe (mg)	0,92±0,06 ^c	1,36±0,21 ^d	0,54±0,00 ^b	0,44±0,00 ^a	0,83	0,37
Mn (mg)	0,30±0,01 ^c	0,34±0,00 ^d	0,17±0,02 ^b	0,13±0,00 ^a	0,22	0,09
Zn (mg)	0,78±0,03 ^a	0,74±0,01 ^a	0,99±0,02 ^c	0,85±0,05 ^b	0,85	0,1

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estandar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

Resultados y discusión

Tabla 9.20. Composición centesimal y principales macro y microelementos (100 g de porción comestible, sobre sustancia fresca) de los brotes tiernos de *Asparagus acutifolius* (espárrago triguero)

Asparagus acutifolius						
	2007		2008		X	DE
	L1	L2	L1	L2		
Humedad (g)	80,1±1,5 ^a	86,5±0,2 ^{bc}	87,2±0,1 ^c	85,4±0,1 ^b	80,1	1,5
Proteínas (g)	3,1±0,2 ^{ab}	3,2±0,1 ^b	3,1±0,1 ^{ab}	2,9±0,1 ^a	3,1	0,1
Grasa (g)	0,24±0,01 ^c	0,19±0,01 ^b	0,28±0,01 ^d	0,12±0,01 ^a	0,20	0,06
Hidratos de carbono disponibles totales (g)	6,0±0,6 ^c	2,8±0,3 ^b	2,1±0,2 ^a	6,7±0,3 ^d	4,4	2,1
Fibra (g)	5,9±0,1 ^c	3,3±0,2 ^a	4,2±0,1 ^b	4±0,04 ^b	4,3	1,0
Cenizas (g)	1,7±0,0 ^c	1,1±0,0 ^a	1,1±0,0 ^a	1,3±0,0 ^b	1,3	0,2
K (mg)	816±69 ^b	318±36 ^a	348±14 ^a	374±29 ^a	438	213
Na (mg)	28,9±3,4 ^c	20,4±2,2 ^b	8,6±3,1 ^a	21,4±1,6 ^{bc}	19,8	8,4
Ca (mg)	5,7±1,8 ^a	18,5±1,2 ^c	47,3±2,0 ^d	14,4±0,8 ^b	23,7	17,0
Mg (mg)	1,9±0,2 ^a	9,7±0,1 ^b	19,2±0,2 ^d	16,7±1,1 ^c	13,1	6,9
Cu (mg)	0,14±0,01 ^a	0,16±0,03 ^a	0,24±0,03 ^b	0,13±0,01 ^a	0,17	0,05
Fe (mg)	0,55±0,05 ^{ab}	0,40±0,07 ^a	0,59±0,08 ^b	0,43±0,06 ^a	0,49	0,10
Mn (mg)	0,47±0,02 ^c	0,10±0,01 ^a	0,08±0,01 ^a	0,12±0,01 ^b	0,17	0,15
Zn (mg)	1,21±0,04 ^c	1,35±0,01 ^d	1,01±0,04 ^b	0,75±0,08 ^a	0,96	0,31

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

X= Valor medio de la especie; DE= Desviación estándar (o n≥ 12).

En cada fila, diferentes letras significan diferencias significativas (p < 0,05).

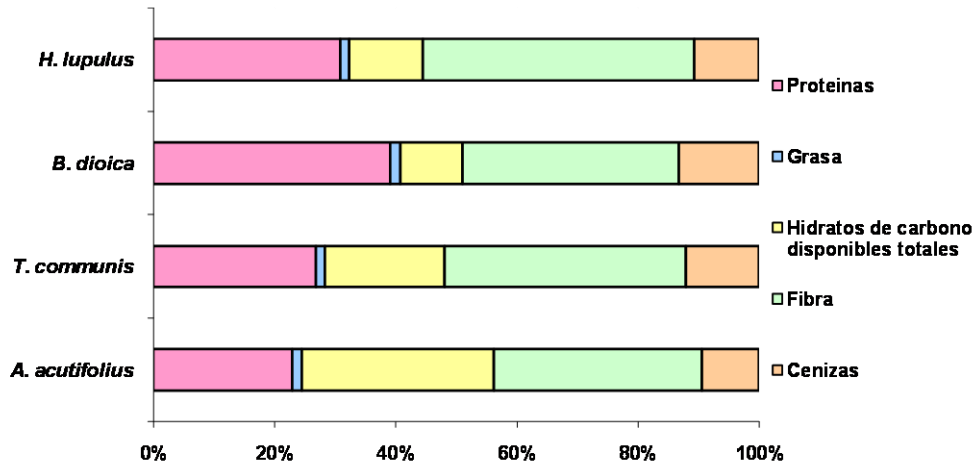


Figura 9.20. Composición centesimal (% sobre sustancia seca) de los espárragos estudiados

El contenido de **proteínas** es elevado en todas las especies, siendo el espárrago de nuez la especie con mayor contenido, casi de 40%, como se puede apreciar en la figura 9.20. Comparando con Martins et al. (2011), se aprecia un mayor contenido de proteína en este estudio (6,2 vs 1,5 g/100g).

Los contenidos en **grasa** de *B. dioica* (0,22 g/100g) y *T. communis* (0,17 g/100g) se encuentran por debajo de los hallados por otros autores como Martins et al., (2011) (2,58 y 0,5 g/100g respectivamente). En este caso, destacar los contenidos de ácidos grasos descritos por Morales et al. (2011) para estas mismas especies, donde el espárrago triguero y el lupio presentaron como ácido graso predominante el ácido linoleico, mientras que el lúpulo y el espárrago de nuez destacan por su contenido en ácido α -linolénico. *Humulus lupulus* también destacó por su contenido en ácido behénico.

Resultados y discusión

La **fracción hidrocarbonada** se encuentra dentro de los valores normales en las verduras constituidas por tallos (1,3-2,2 g/100g; Souci et al., 2008). *Bryonia dioica* presentó valores por debajo de los hallados por Martins et al. (2011) para la misma especie (10,17 g/100g). Estos mismos autores describen contenidos de hidratos de carbono en el lupio y el espárrago triguero también por encima de los hallados en este estudio (2,2 vs 11,6 g/100g y 4,4 vs 9,4 g/100g respectivamente). A la vista de los resultados sobre sustancia seca se puede apreciar que *A. acutifolius* presentó un contenido muy superior de hidratos de carbono disponibles que los demás espárragos estudiados, mientras que *B. dioica* fue la que presentó un menor contenido.

Todos los espárragos destacan por sus altos contenidos en **fibra**, que se encuentran en los niveles más altos dentro del contenido habitual de fibra en verduras constituidas por tallos (1,5-6 g/100g; Souci et al, 2008). En *B. dioica* cabe destacar el contenido de fibra del año 2008, localidad 2 (10,66 g/100g) cuyo mayor contenido se podría explicar por la existencia de una menor humedad en esta muestra que en las anteriores. Este hecho se repite en varios componentes de la planta (proteínas, hidratos de carbono, cenizas, K, Na, Cu, Fe y Zn). Comparando las cuatro especies de espárragos analizadas se observa que aunque los valores de fibra alimentaria son similares en el producto fresco, cuando se elimina la influencia de la humedad, es el lúpulo el que presenta un mayor contenido (figura 9.20).

Por su parte *A. acutifolius* presentó un mayor contenido de fibra que *A. officinalis* (1,27%, según Souci et al., 2008). *Asparagus acutifolius* presenta un mayor contenido de todos los macronutrientes que su análogo cultivado (Amaro, 1993; USDA, 2002; Souci et al., 2008). Además, comparando con los datos analíticos obtenidos del estudio de

A. acutifolius realizados por el Consejo Regulador de la Denominación Específica "Esparrago de Huetor Tajar" en el laboratorio del Centro Tecnológico Nacional de la Conserva en Molina de Segura (Murcia), se puede observar como los datos de proteínas e hidratos de carbono se aproximan a los obtenidos para la misma especie en este estudio (Fuentes Alventosa, 2010).

Las cenizas se sentaron en contenidos elevados dentro del rango de cenizas para las verduras de tallo convencionales (0,6-1,7 g/100g según Souci et al., 2008). Únicamente *B. dioica* superó estos niveles (2 g/100g), que además se encontraron por encima de los hallados por Martins et al. (2011; 1,50 g/100g).

En *T. communis* se aprecia una tendencia similar entre fibra y cenizas, en las que coincide un valor más bajo en ambos componentes en las muestras recolectadas en el año 2007 respecto al 2008, siendo la localidad 2 (Soto del Real), la que presentó un menor contenido, en ambos años. Esta relación entre niveles de fibra y de cenizas puede ser atribuida a la posible presencia de minerales asociados a los componentes de la fibra, lo que condiciona tendencias similares entre ambos parámetros en algunas plantas.

Resultados y discusión

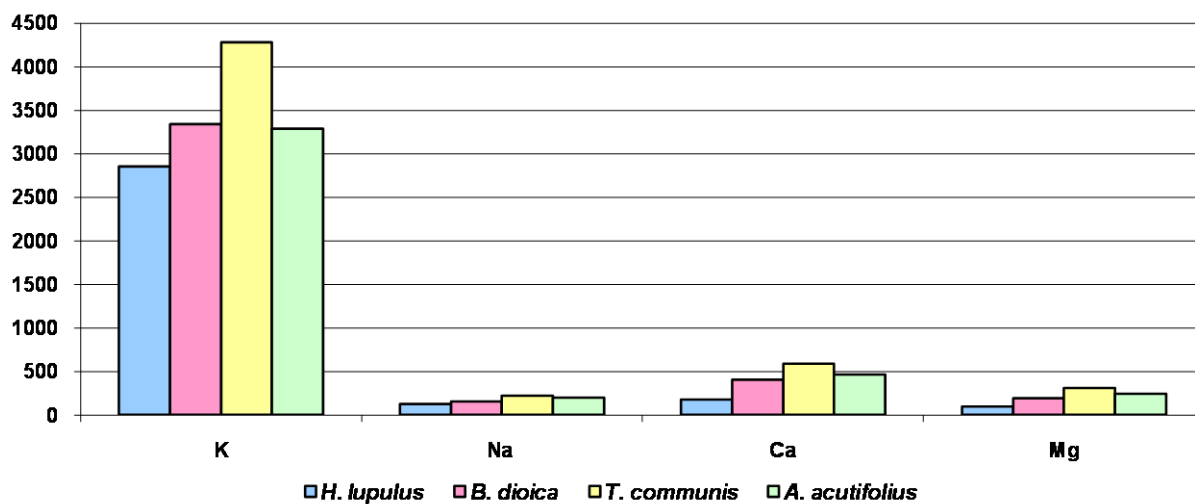


Figura 9.21. Macroelementos de los brotes tiernos de los espárragos estudiados (mg/100g sobre sustancia seca)

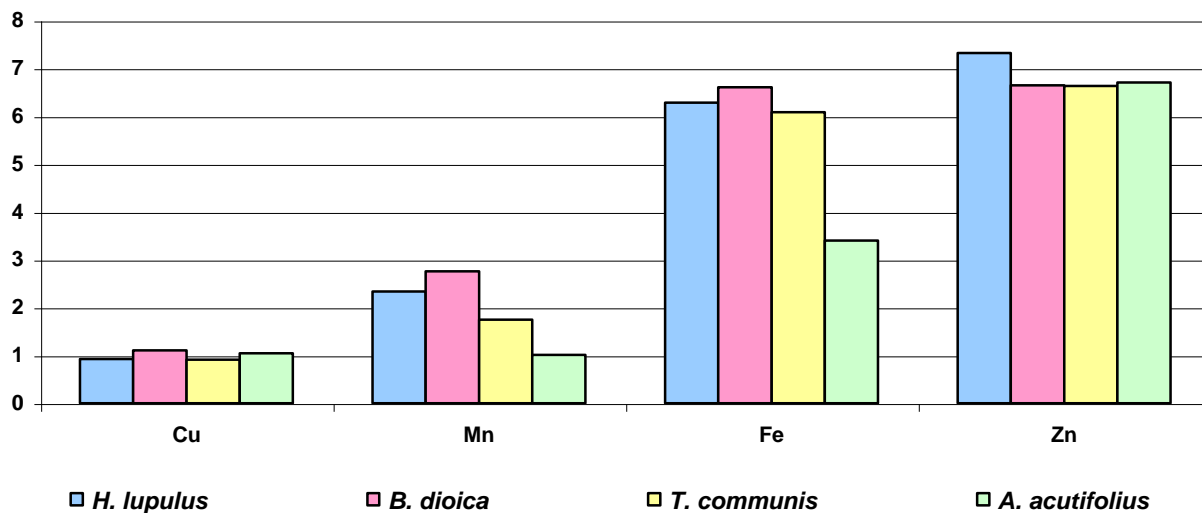


Figura 9.22. Microelementos de los brotes tiernos de los espárragos estudiados (mg/100g sobre sustancia seca)

En cuanto a los micronutrientes, hay que destacar el elevado contenido de **K**, que se encontró en todas las especies en valores altos dentro del rango habitual en las verduras de tallo, o incluso en ocasiones por encima de los mismos (205-435 mg/100g). En *A. acutifolius* el contenido medio de K fue de 437,79 mg/100g, mucho mayor que el hallado en *A. officinalis* por otros autores como Souci et al. (2008) y Amaro (1993) que hallaron respectivamente 203 mg/100g y 370mg/100g.

Los contenidos de **Ca** y **Mg** en *T. communis* siguen un comportamiento similar entre sí: en el año 2008 se presentaron valores más bajos respecto al 2007, pero en este caso la de menor contenido fue la localidad 1, para el año 2008 y la localidad 2 para el año 2007. el esparrago triguero, presenta un menor contenido de ambos minerales frente a la especie cultivada estudiada por Amaro (1993), el cual publicó valores de Ca y Mg de 40 y 21 mg/100g respectivamente. Datos obtenidos de USDA (2002), presentan valores de Ca y Mg para *A. officinalis* de 24 y 14 mg/100g, similares a los de este estudio. Mientras que Na, K, Mn y Zn se encuentran por debajo de los valores hallados en este trabajo. Únicamente el Fe presentó valores superiores en los datos obtenidos por la USDA para *A. officinalis* (2,14 mg/100g).

El **Cu** en todas las especies, se encuentra en niveles elevados, aunque dentro del rango esperado para verduras constituidas por tallos (0,05-0,15 mg/100g; Souci et al., 2008).

Se deben destacar los altos contenidos de **Zn** en todas las especies, que aunque son equiparables a otras verduras, superan notablemente los valores habituales para hortalizas de tallo (0,11-0,5 mg/100g, según Souci et al., 2008).

9.11 Estudio comparativo de todas las especies silvestres analizadas

Una vez realizada la discusión de resultados de la composición nutricional de las especies estudiadas, agrupadas por familias, a continuación se comparan todas ellas entre si.

Silibum marianum es la especie con mayor contenido de **agua** (valor medio de 93,4 g/100g), por tratarse de una vaina foliar carnosa, mientras que, como era de esperar los bulbos de *Allium ampeloprasum* presentaron los valores de humedad más bajos (78,3 g/100g).

El elevado contenido de agua de *S. marianum* hace que posea contenidos más bajos en casi todos los parámetros estudiados, lo que podría explicarse por el hecho de que *S. marianum* se consume pelada (peciolo y nervadura media). Esto implica un mayor contenido de humedad, dada la consistencia carnosa de su parte comestible, además del hecho de que la mayoría de reacciones metabólicas tienen lugar en el mesófilo de las hojas, lo que podría influir en una composición diferente a la de otros vegetales. Así, *S. marianum* es la especie con valores más bajos de proteínas (valor medio de 0,6 g/100g), siendo los espárragos, y dentro de ellos *B. dioica* (6,2 g/100g) los que presentaron contenidos más altos, comparados con más de la mitad de las especies estudiadas, que oscilan entre los valores medios de 0,6-4,1 g/100g.

Los valores medios de grasa se encontraron en un rango de 0,09-0,42 g/100g, con la excepción de *M. fontana* que presentó valores de 1,7-2,1 g/100g . Las verduras son alimentos con un bajo contenido de grasa. De hecho, según el Reglamento(CE) nº

1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos, todas las plantas estudiadas, excepto esta última, podrían considerarse (con fines de etiquetado) como alimentos “sin grasa”, por presentar valores siempre por debajo de 0,5 g/100 g.

En la fracción de carbohidratos hay que destacar el elevado contenido que mostró *A. ampeloprasum* (media de 16,6 g/100g), que se explica por ser los bulbos órganos de reserva, por lo que contienen altas cantidades de carbohidratos para la nutrición de la planta, siendo sus contenidos superiores al resto de verduras estudiadas.

El componente más importante de estas plantas, desde el punto de vista nutricional, es la **fibra**. La mayoría de los vegetales por lo general presentan un contenido de fibra que oscila entre niveles aproximados de 1,2-4 g/100g, a excepción de casos puntuales como la alcachofa que llega a alcanzar valores de 10,8 g/100g (Souci et al., 2008). Las especies aquí estudiadas presentaron valores medios que oscilaron entre 3,9-9,6 g/100g, a excepción de *S. marianum* que presentó un contenido medio de fibra de 2,5 g/100g (atribuible, como ya se ha indicado a su alto contenido hídrico). La planta con mayor contenido de fibra fue *C. juncea* (100 g de la misma pueden llegar a cubrir el 30% de las RDA de fibra para adultos según Trumbo et al., 2002). Puede verse que las especies estudiadas superan los contenidos de fibra habituales en la mayoría de las verduras. El reglamento 1924/2006 establece un valor mínimo de 3 g/100g de fibra para poder declarar que un alimento es “Fuente de fibra” y de 6 g/100g para calificarlo como con “Alto contenido de fibra”. Según esta normativa, y como puede apreciarse en la figura 9.23., todas las plantas silvestres comestibles aquí estudiadas, excepto *A.*

Resultados y discusión

nodiflorum y *S. marianum*, serían consideradas “Fuente de fibra”, destacando por sus altos contenidos algunas especies de la familia *Asteraceae* (*C. juncea*, *T. obovatum* y *S. hispanicus*), así como *R. pulcher* y *P. rhoeas*.

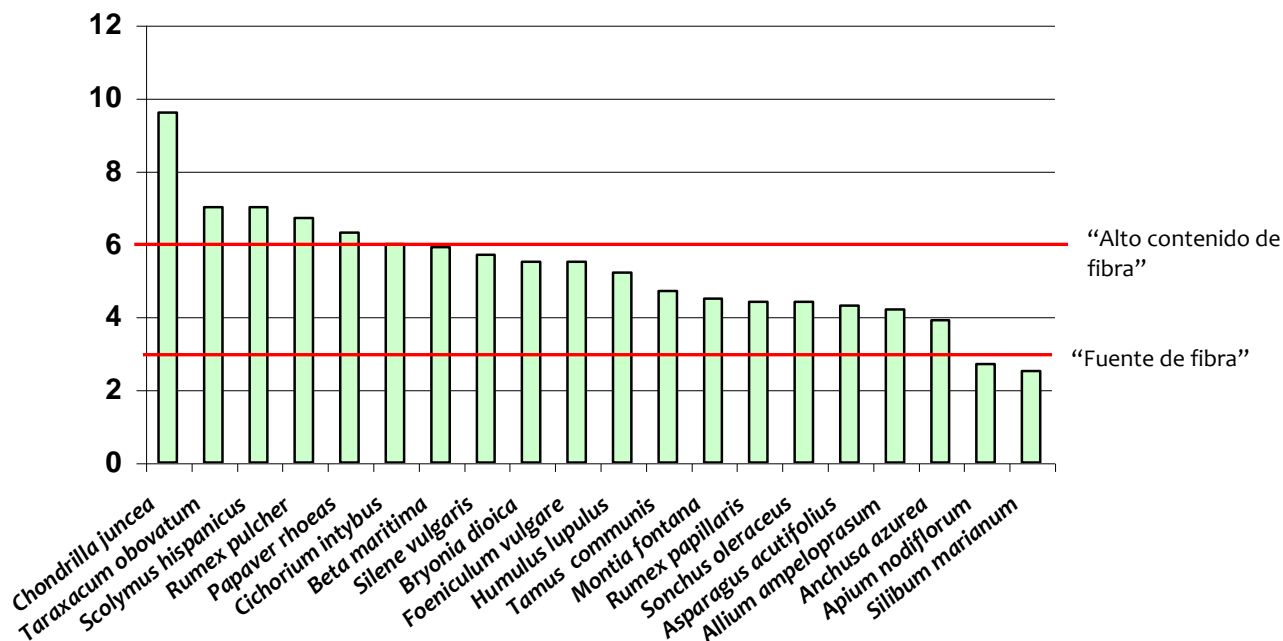


Figura 9.23. Contenidos medios de fibra (g/100g de porción comestible fresca) en las especies silvestres estudiadas

Como se puede ver en la figura 9.24. la especie de mayor contenido calórico por 100g de porción comestible fue el ajoporro, atribuible a su elevado contenido de carbohidratos disponibles, mientras que la especie menos calórica fue la cardincha. No obstante los vegetales se caracterizan en general por aportar un bajo contenido calórico, lo que podría hacer de cualquiera de ellos una buena opción para su consumo en dietas de tipo hipocalórico, ya que ninguno alcanza las 85 Kcal/100g, y aquellos con

un valor menor o igual a 40 Kcal/100g podrían ser considerados como vegetales de “Bajo valor energético” según el Reglamento (CE) nº 1924/2006.

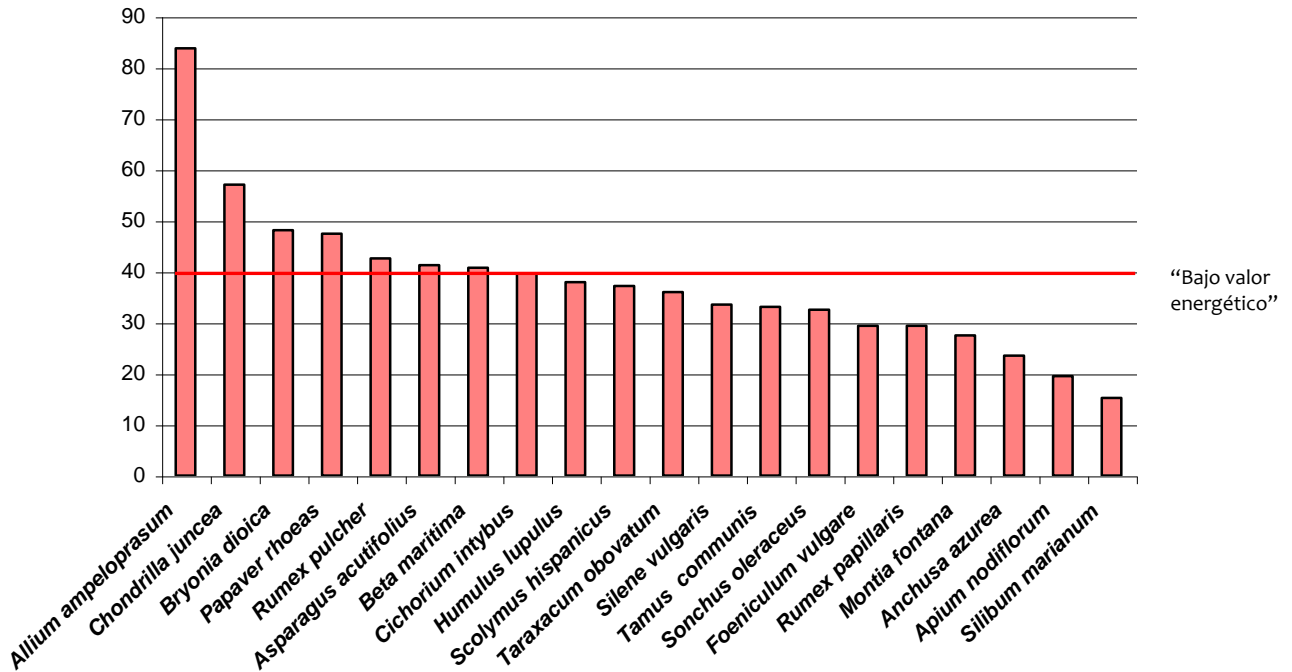


Figura 9.24. Contenidos medios de energía (Kcal/100g de porción comestible fresca) de las especies silvestres estudiadas

En las figuras 9.25. a 9.33. se puede observar que las especies *B. maritima*, *P. rhoeas*, *S. hispanicus* y *C. juncea*, fueron las especies de mayor contenido de cenizas y que presentan los mayores valores de minerales en casi todos los casos. El mayor contenido mineral lo presentaron las hojas de *B. maritima* (3,4 g/100g), las cuales presentaron también los mayores valores para K y Mg. Como se puede ver en la figura

Resultados y discusión

9.25., *A. ampeloprasum* mostró el menor contenido de cenizas (0,8 g/100g), y todos los minerales también se encontraron dentro de los niveles más bajos. No obstante el contenido de cenizas se encontró dentro de los niveles habituales en la mayoría de las verduras (0,5-3,5 g/100g; Souci et al., 2008).

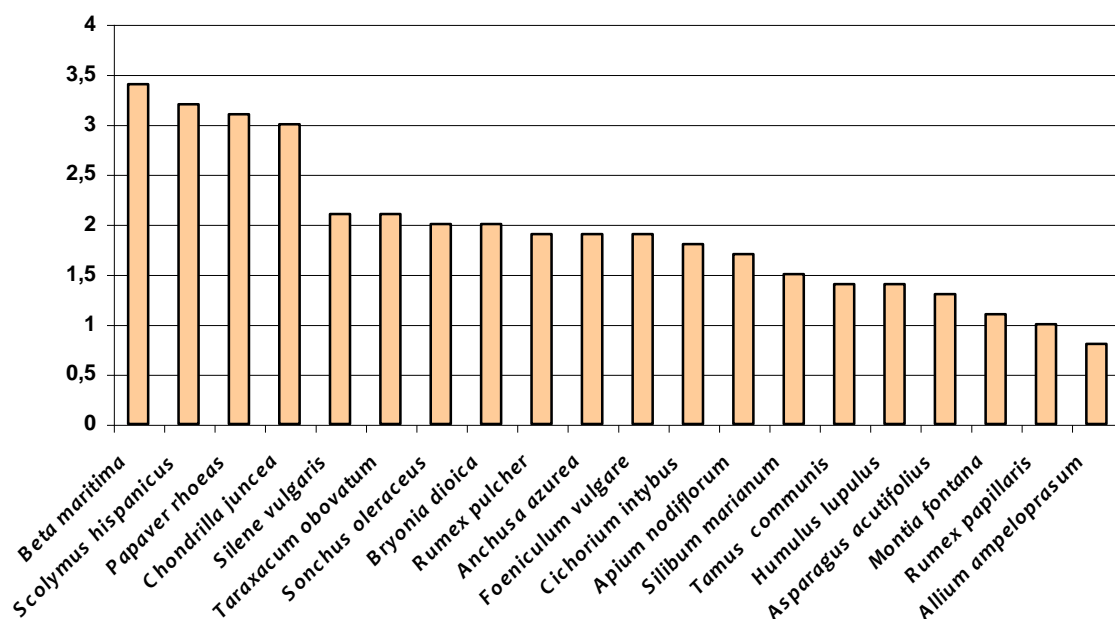


Figura 9.25. Contenido de cenizas (mg/100g de porción comestible fresca) en las especies silvestres estudiadas

En casi todas las plantas, el contenido de K es superior al de Na (figuras 9.26., 9.27.), por lo que la ingesta de estos vegetales serían muy recomendables en dietas pobres en Na, con la única excepción de *A. nodiflorum*, que presentó más Na que K, y además es la especie de mayor contenido medio de Na de todas (244,2 mg/100g). Otra especie que presentó un alto contenido de Na fue *B. maritima* (231,4 mg/100g como media), la cual también presentó el mayor contenido medio de K (1380 mg/100g). *Sonchus*

oleraceus fue la tercera especie con elevado contenido medio de Na (150,9 mg/100g). En el resto de especies el contenido de Na fue siempre menor de 81 mg/100g. Todas ellas pueden, por tanto, considerarse como alimentos con “bajo contenido de Na”, ya que 120 mg/100g es el límite establecido para considerar un alimento bajo esta calificación, e incluso en algunos casos como “muy bajo contenido en Na” (límite máximo de 40 mg/100g), según el Reglamento(CE) nº 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos.

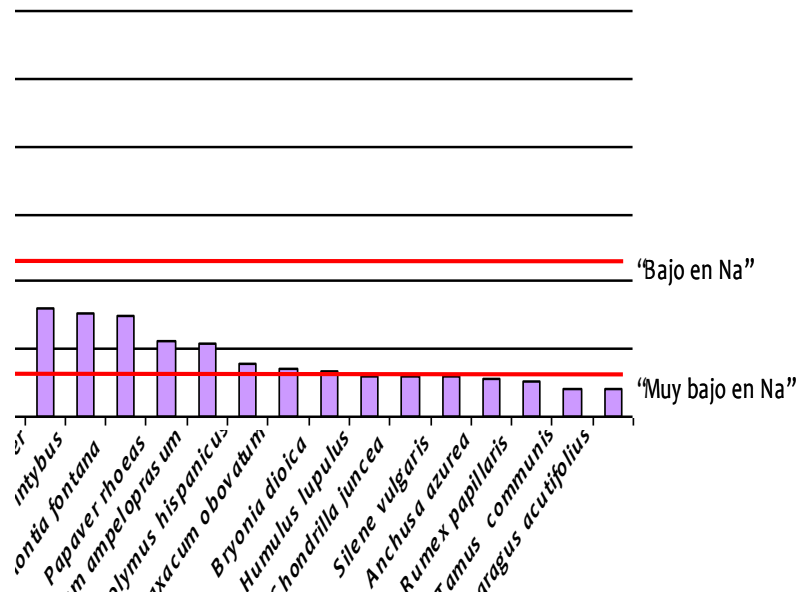


Figura 9.26. Contenido de sodio (como mg/100g de porción comestible fresca) en las especies silvestres estudiada

Resultados y discusión

Según la legislación de etiquetado actualmente vigente en Europa, un alimento se puede considerar dentro de la mención “Fuente de (mineral)” en el caso de que al menos contenga el 15% de las Ingestas Diarias de Referencia publicadas en el Reglamento 1169/2011, y la consideración de “Alto contenido de (mineral)” en el caso de que cubra un 30% de dichas Ingestas Diarias de Referencia. Para el caso del K dicho valor de referencia es de 2000 mg/100g. Así, según la legislación vigente casi todas las especies estudiadas pueden considerarse como “Fuente de K” destacando *B.maritima*, *P.rhoeas*, *S. hispanicus* y *S. vulgaris* por presentar altos contenidos de este nutriente.

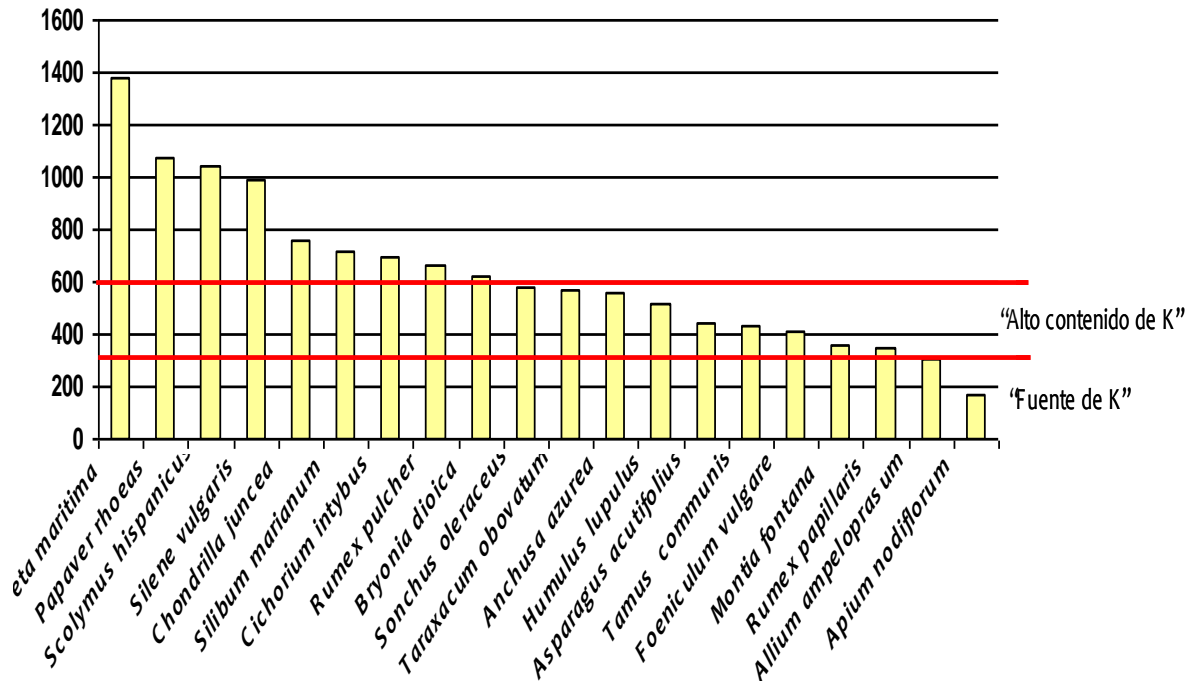


Figura 9.27. Contenido de potasio (expresado como mg/100g de porción comestible fresca) en las especies silvestres estudiadas

El contenido de Ca siempre fue superior al de Mg en todas las especies. Los niveles de este último fueron superiores en *S. hispanicus* (93,9 mg/100g). Los contenidos medios de esta especie y los de *B.maritima* y *S. vulgaris* superaron el 15% de las Ingesta Diaria de Referencia (375 mg/100g) indicada por el Reglamento 1169/2011. *Asparagus acutifolius* fue la especie que menores valores de Na, Ca y Mg presentó (19,8, 23,7 y 13,1 mg/100g como medias respectivamente).

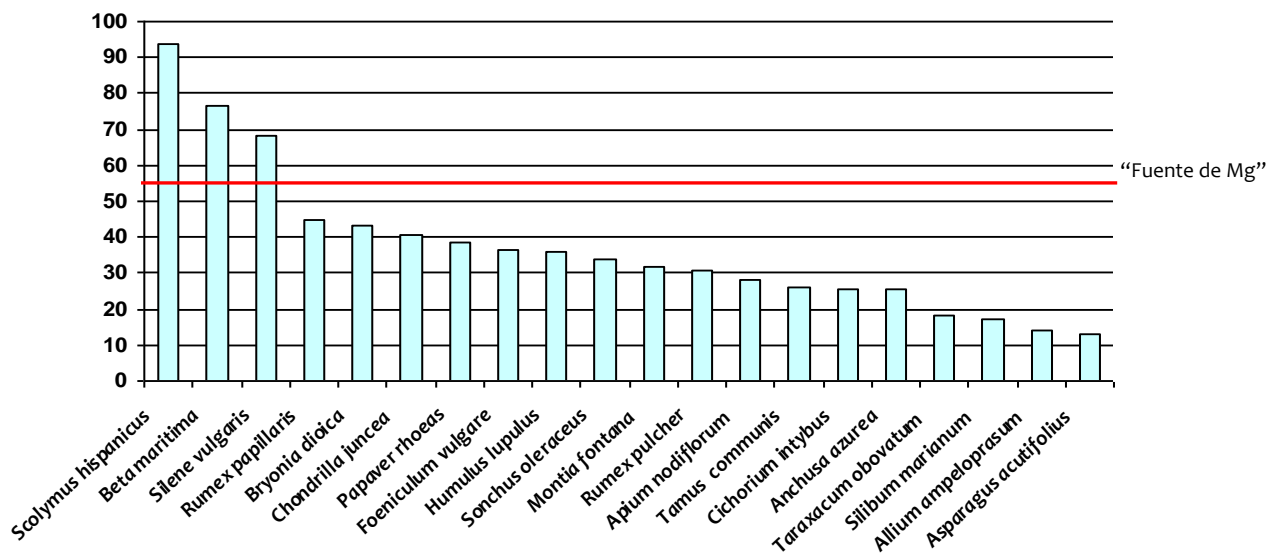


Figura 9.28. Contenido de magnesio, expresado como mg/100g de porción comestible fresca, en las especies silvestres estudiadas

Muchas de las especies estudiadas pueden ser consideradas como “Fuente de Ca” (contenidos superiores a 120 mg/100g), destacando por sus altos contenidos *C. juncea*, *S. hispanicus*, *P. rhoeas* y *F. vulgare*, todas ellas con contenidos medios por encima de 200 mg/100g. De entre todas ellas, *F. vulgare* destaca por la gran estabilidad de sus niveles de Ca independientemente de la localidad y el año de recolección.

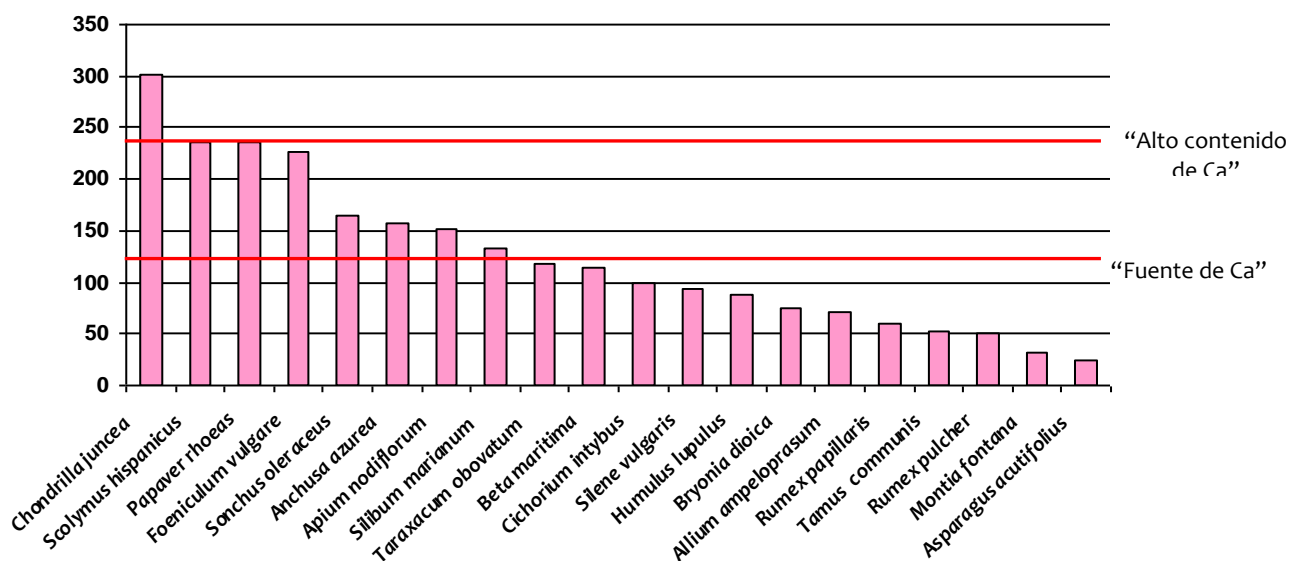


Figura 9.29. Contenido de calcio, expresado como mg/100g de porción comestible fresca, en las especies silvestres estudiadas

Puesto que algunas de las plantas silvestres comestibles estudiadas se han revelado como fuentes de Ca, por sus elevados contenidos de este mineral, y teniendo en cuenta que el Ca de origen vegetal es menos biodisponible que el de otros alimentos por la presencia de antinutrientes, como oxalatos, fitatos, etc., que llevan a cabo un efecto de formación de complejos no absorbibles en el tracto digestivo, se ha llevado a cabo el estudio de la relación ácido oxálico/Ca en estas plantas, a partir de los datos de ácido oxálico, medidos en estas mismas muestras por este mismo grupo de investigación (Morales et al. 2011). El ácido oxálico (AO) es abundante en las verduras. Aunque su toxicidad es baja, por reducir la disponibilidad de Ca en la dieta, una alta ingesta de este compuesto puede dar lugar a problemas de salud derivados de ello, como descalcificación ósea; por otro lado está implicado en la formación de cálculos renales de oxalato cálcico (Guil et al., 1996; Kayashima, and Katayama, 2002; Chai and

Liebman, 2005). Por ello, se recomienda recurrir preferiblemente a aquellos con bajos niveles de ácido oxálico y ratios AO/Ca < 2,5, así como moderar el consumo o eliminar el agua de cocción de aquellas con mayores niveles de dicho antinutriente (Concon, 1988; Derache, 1990).

Tabla 9.21. Relación Oxálico/Ca de las especies silvestres estudiadas

	Acido Oxálico	Ca	Oxálico/Ca
<i>Silybum marianum</i>	1030	132,5	7,8
<i>Montia fontana</i>	540	74,7	7,2
<i>Rumex pulcher</i>	330	55,6	5,9
<i>Beta maritima</i>	590	114,9	5,1
<i>Asparagus acutifolius</i>	110	21,4	5,1
<i>Apium nodiflorum</i>	750	151,8	4,9
<i>Rumex papillaris</i>	250	60,3	4,1
<i>Bryonia dioica</i>	290	74,9	3,9
<i>Silene vulgaris</i>	340	92,5	3,7
<i>Sonchus oleraceus</i>	540	158,5	3,4
<i>Anchusa azurea</i>	380	157,9	2,4
<i>Scolymus hispanicus</i>	490	238,0	2,0
<i>Papaver rhoeas</i>	450	235,1	1,9
<i>Allium ampeloprasum</i>	80	70,2	1,1
<i>Tamus communis</i>	60	57,1	1,0
<i>Humulus lupulus</i>	90	88,7	1,0
<i>Foeniculum vulgare</i>	190	226,7	0,8
<i>Cichorium intybus</i>	40	99,6	0,4
<i>Chondrilla juncea</i>	90	331,7	0,3
<i>Taraxacum obovatum</i>	20	117,4	0,2

Resultados y discusión

Dentro de todas las especies estudiadas, hay que señalar que *B. maritima*, *R. pulcher*, *A. acutifolius*, *M. fontana* y *S. marianum*, presentan ratios muy superiores a 2,5 (llegando incluso a 7,8). Por el contrario, *T. obovatum*, *C. juncea*, *C. intybus* y *F. vulgare* fueron las especies que mejores ratios AO/Ca presentaron (<1), y por tanto, las más recomendables desde el punto de vista de su mejor biodisponibilidad de Ca, en comparación con otros vegetales (*C. juncea* y *F. vulgare* como ya se ha comentado, destacaron en cuanto a sus contenidos de Ca), siendo más adecuadas en la dieta de aquellas personas susceptibles a desarrollar cálculos renales de oxalato cálcico.

Respecto a los microelementos, *C. juncea* y *P. rhoeas* son las especies que más destacan en cuanto a microelementos se refiere. Ambas pueden ser consideradas como buenas fuentes de Cu, y en la mayor parte de los casos también lo son de Fe y Zn, por cubrir con 100 g más del 15% de las Ingestas Diarias de Referencia recomendadas por la legislación vigente (1, 14 y 10 mg/100g respectivamente). *Taraxacum obovatum* constituye también de forma muy clara una buena fuente de Fe, presentando junto a *S. hispanicus* más de 2 mg/100g como valor medio.

Respecto al Mn, muchas de las especies aquí estudiadas se han revelado como buenas fuentes del mismo (con niveles $>0,3$ mg/100g), pero hay que resaltar a *M. fontana*, *C. juncea*, *B. maritima* y *S. vulgaris* por presentar altos contenidos de este mineral ($>0,6$ mg/100g).

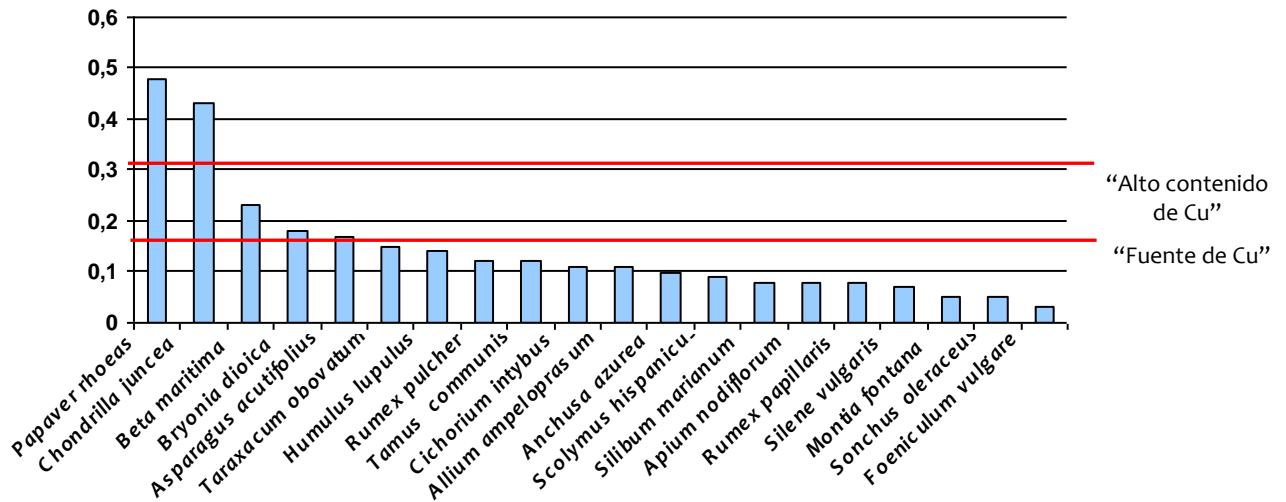


Figura 9.30. Contenido de cobre (mg/100g de porción comestible fresca) en las especies silvestres estudiadas

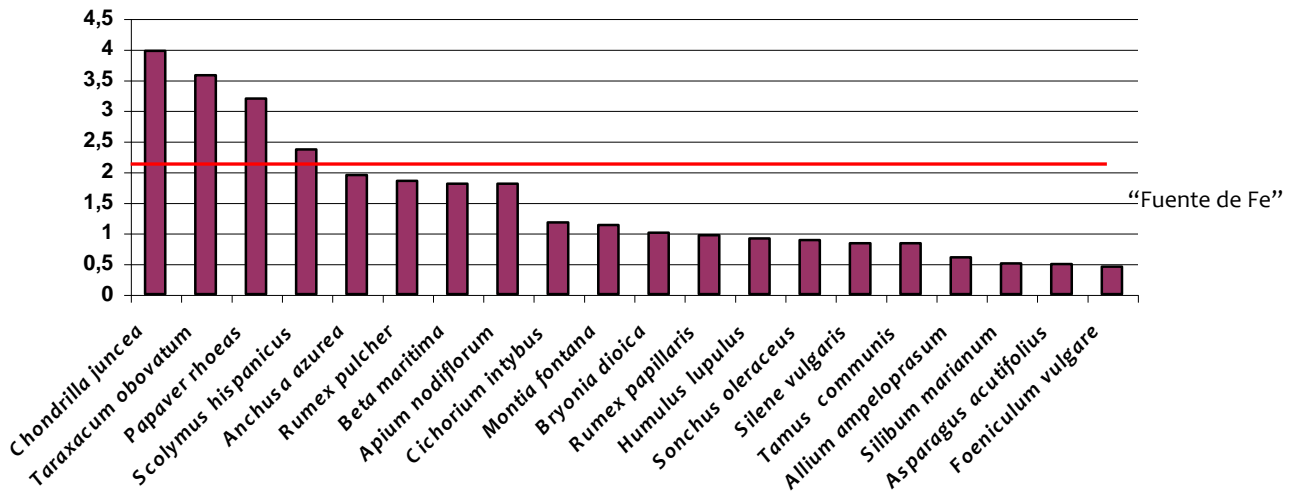


Figura 9.31. Contenido de hierro (mg/100g de parte comestible fresca) en las especies silvestres estudiadas

Resultados y discusión

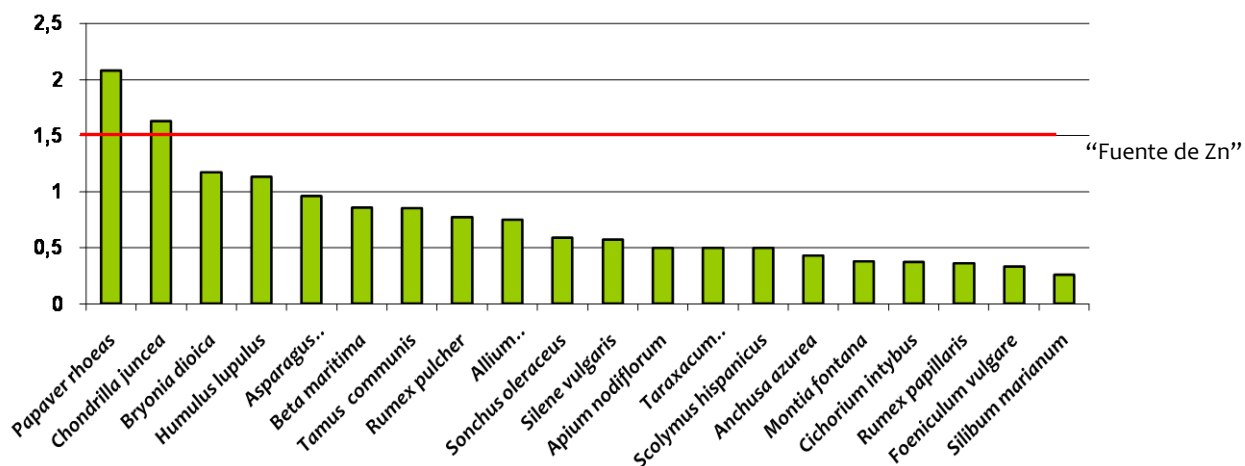


Figura 9.33. Contenido de zinc (mg/100g de porción comestible fresca) en las especies silvestres estudiadas

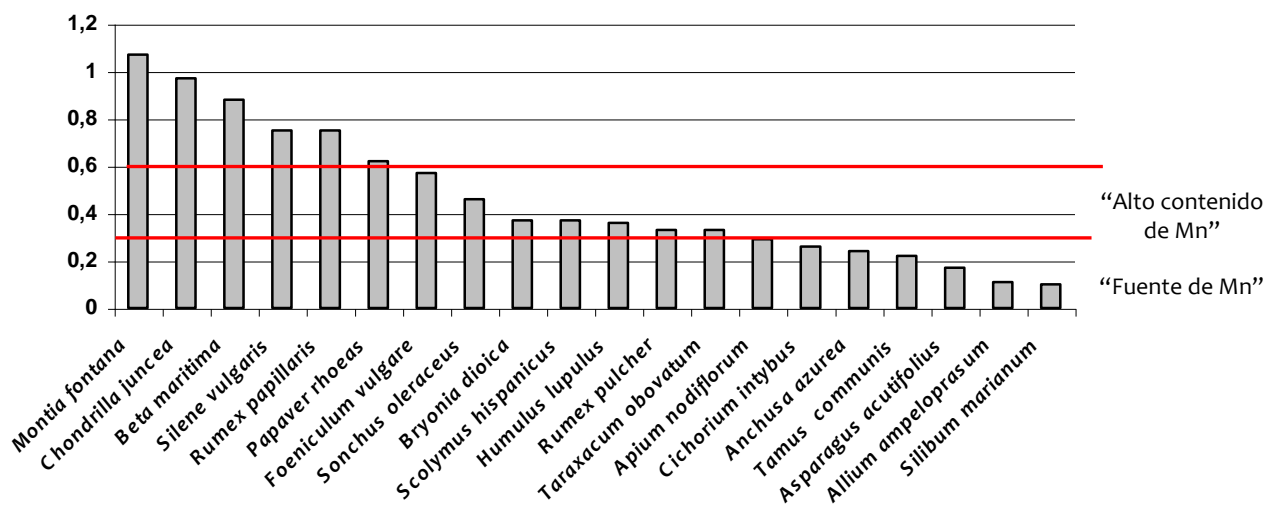


Figura 9.32. Contenido de manganeso (mg/100g de porción comestible fresca) en las verduras silvestres estudiadas

Como resumen de todo lo comentado anteriormente, en la tabla 9.37. se presentan de forma esquemática las especies que pueden ser consideradas como buenas fuentes de fibra y minerales en la dieta.

Resultados y discusión

Tabla 9.37. Resumen de los resultados obtenidos en cuanto a aporte de nutrientes de las especies estudiadas

		Fibra	Na	K	Mg	Ca	Cu	Fe	Mn	Zn
Asteraceae	<i>C. juncea</i>	Alto contenido de	Muy bajo contenido de	Bajo contenido de	Fuente de	Alto contenido de	Alto contenido de	Fuente de	Alto contenido de	Fuente de
	<i>C. intybus</i>	Fuente de	Bajo contenido de	Bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de
	<i>S. hispanicus</i>	Alto contenido de	Muy bajo contenido de	Bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de
	<i>S. marianum</i>	Fuente de	Bajo contenido de	Bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de
	<i>S. oleraceus</i>	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de
	<i>T. obovatum</i>	Alto contenido de	Muy bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de
Apiaceae	<i>A. nodiflorum</i>	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de
	<i>F. vulgare</i>	Fuente de	Bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de
Boraginaceae	<i>A. azurea</i>	Fuente de	Muy bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de
Caryophyllaceae	<i>S. vulgaris</i>	Fuente de	Muy bajo contenido de	Bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Alto contenido de	Fuente de
Chenopodiaceae	<i>B. maritima</i>	Fuente de	Fuente de	Bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Alto contenido de	Fuente de
Papaveraceae	<i>P. rhoeas</i>	Alto contenido de	Bajo contenido de	Bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Alto contenido de	Fuente de	Alto contenido de	Fuente de
Polygonaceae	<i>R. pulcher</i>	Alto contenido de	Bajo contenido de	Bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de
	<i>R. papillaris</i>	Fuente de	Muy bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Alto contenido de	Fuente de
Portulacaceae	<i>M. fontana</i>	Fuente de	Bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Alto contenido de	Fuente de
Liliaceae	<i>A. ampeloprasum</i>	Fuente de	Bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de
	<i>A. acutifolius</i>	Fuente de	Muy bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de
Cannabaceae	<i>H.lupulus</i>	Fuente de	Muy bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de
Cucurbitaceae	<i>B. dioica</i>	Fuente de	Muy bajo contenido de	Bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de
Dioscoreaceae	<i>T.communis</i>	Fuente de	Muy bajo contenido de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de	Fuente de

Leyenda:

Alto contenido de	“Alto contenido de”
Fuente de	“Fuente de”
Bajo contenido de	“Bajo contenido de”
Muy bajo contenido de	“Muy bajo contenido de”

10. INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DE ALGUNAS PLANTAS SILVESTRES COMESTIBLES

Muchas verduras silvestres se consumen en estado crudo, pero en muchos otros casos, el consumo se produce después de un tratamiento culinario que puede implicar diferentes técnicas de cocinado (Villegas Becerril, 2008), desde el simple fuego directo, hasta técnicas más elaboradas. Todas estas técnicas pueden tener importantes efectos sobre la composición de los vegetales. Las variaciones son debidas a diversos factores como el proceso culinario empleado, la temperatura máxima alcanzada, tiempo de cocción, pH del medio de cocción, relación superficie/ volumen, cantidad de agua empleada, presencia de oxígeno y luz, tipo de matriz y/o alimento y sensibilidad de cada compuesto a dichas condiciones (Lesková et al., 2006; Ros-Berruezo, 2011).

De todos ellos los más habitualmente empleados para cocinar las verduras silvestres son la fritura y la cocción, y en ocasiones el guisado o rehogado, acompañadas o no por otros ingredientes (Tardío et al., 2006; 2010). Sin embargo, existen escasos estudios acerca del tratamiento culinario de las plantas silvestres. Algunos ejemplos son, el de Trichopoulou et al., 2000, que publicó datos relativos a la composición nutricional de pasteles típicos elaborados en Creta, formados por una mezcla de vegetales cultivados y silvestres cocinados con aceite de oliva (incluyendo especies como *Rumex spp.* y *Foeniculum vulgare* Mill., entre otras, o el de Morales (2011), que estudió los contenidos de vitamina C, ácidos orgánicos y folatos (vitamina B₉), en las especies estudiadas en el presente trabajo, donde se corrobora que el tratamiento térmico provoca pérdidas de ácidos orgánicos y vitaminas, pudiendo alcanzarse pérdidas de hasta el 100% en el caso de la vitamina C o la B₉.

Resultados y discusión

Sin embargo, no existen datos en la literatura científica que indiquen cómo se modifica la composición centesimal y el contenido de minerales en estos alimentos sometidos a cocinado, lo cual sería de gran interés, en primer lugar porque los minerales son altamente solubles, y por tanto, las pérdidas por cocción es de suponer que sean importantes; y en segundo lugar porque muchas verduras silvestres se consumen sometidas a cocinado, por lo que los estudios en fresco se encuentran limitados en cuanto al conocimiento de la composición del alimento tal y como se consume.

Por ello, de todas las especies seleccionadas en este trabajo se escogieron 6 para llevar a cabo el estudio de las variaciones causadas por tratamiento térmico de cocción tradicional. Dicha selección se llevó a cabo teniendo en cuenta las que se utilizan con mayor frecuencia de forma cocinada, como es el caso de los espárragos entre otras especies.

De este modo, durante el año 2009 se recolectaron nuevas muestras de las siguientes verduras, para llevar a cabo esta parte del estudio:

- *R. pulcher* L.
- *S. vulgaris* (Moench) Garcke.
- *A. acutifolius* L.
- *B. dioica* Jacq.
- *H. lupulus* L.
- *T. communis* L.

A continuación se presentan los resultados obtenidos tras el tratamiento térmico en condiciones similares a las que habitualmente se utilizan a nivel doméstico (10 min. de cocción a 100°C) al que fueron sometidas las especies anteriormente citadas (ver capítulo 8).

Tabla 10.1. Variación de la composición centesimal de las especies silvestres seleccionadas sometidas a tratamiento térmico (g/100g sobre sustancia fresca)

Especie		Humedad	Proteínas	Grasa	Hidratos de Carbono	Fibra	Cenizas
<i>Rumex pulcher</i>	Fresco	88,1±0,1 _a	2,7±0,0 _b	0,10±0,02 _b	3,3±0,1 _b	4,2±0,0 _a	1,5±0,0 _b
	Cocido	90,9±0,9 _b	0,3±0,0 _a	0,03±0,00 _a	2,0±0,1 _a	4,4±0,1 _b	0,8±0,0 _a
<i>Silene vulgaris</i>	Fresco	86,1±0,1 _a	3,2±0,1 _b	0,33±0,02 _b	1,5±0,1 _b	5,6±0,1 _b	2,2±0,0 _b
	Cocido	92,1±0,4 _b	2,0±0,0 _a	0,22±0,02 _a	1,1±0,0 _a	3,3±0,0 _a	0,8±0,0 _a
<i>Asparagus acutifolius</i>	Fresco	86,9±0,0 _a	3,0±0,1 _b	0,44±0,02 _b	4,5±0,1 _a	3,7±0,1 _b	1,0±0,0 _b
	Cocido	89,6±0,0 _b	2,5±0,0 _a	0,12±0,00 _a	5,0±0,4 _a	3,6±0,0 _a	0,6±0,0 _a
<i>Bryonia dioica</i>	Fresco	90,7±0,1 _a	3,0±0,2 _a	0,11±0,01 _a	1,1±0,1 _a	3,7±0,0 _b	1,0±0,0 _b
	Cocido	93,4±0,2 _b	2,0±0,4 _a	0,15±0,02 _a	1,2±0,2 _a	2,9±0,0 _a	0,6±0,0 _a
<i>Humulus lupulus</i>	Fresco	86,2±0,1 _a	4,2±0,5 _b	0,10±0,01 _a	2,0±0,2 _a	4,5±0,1 _b	1,3±0,0 _b
	Cocido	90,7±0,2 _b	0,6±0,0 _a	0,15±0,01 _b	1,9±0,2 _a	3,8±0,0 _a	0,7±0,0 _a
<i>Tamus communis</i>	Fresco	88,7±0,3 _a	3,1±0,0 _b	0,20±0,01 _b	2,0±0,2 _a	4,0±0,1 _b	1,0±0,0 _b
	Cocido	90,6±0,0 _b	0,5±0,0 _a	0,08±0,00 _a	3,1±0,2 _b	3,3±0,0 _a	0,7±0,0 _a

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre fresco y cocinado para cada especie ($p < 0.05$).

Como era de esperar, este estudio demuestra que la cocción de los vegetales provoca cambios en su composición centesimal. Todos los parámetros se vieron significativamente afectados ($p < 0.05$) en todas las verduras analizadas, con la única excepción de *B. dioica*, para la que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas en el contenido de proteínas, hidratos de carbono y grasa. Los hidratos

Resultados y discusión

de carbono además de no presentar diferencias estadísticamente significativas tras la cocción en *B. dioica*, tampoco las presentan para *H. lupulus*.

La cocción supone un incremento de la humedad en todas las especies, ya que se produce una captación de agua, que produce rotura e hinchamiento de células que conforman las paredes celulares, así como a la captación de agua por compuestos higroscópicos como la fibra. *Silene vulgaris* fue la especie que mayor cantidad de agua captó (6%). La figura 10.1. en la que se comparan los contenidos expresados sss, permite una mejor comparación corrigiendo las variaciones debidas a la diferencia de humedad en las muestras crudas y cocinadas.

En cuanto a las proteínas, se produjeron pérdidas en todas las plantas estudiadas, lo cual puede deberse a hidrólisis y lixiviación en el líquido de cocción. De acuerdo con Fennema (2000), la mayoría de las proteínas se desnaturalizan al exponerlas a tratamientos térmicos moderados (60-90°C durante 1 hora). Desde el punto de vista nutricional, la desnaturalización de la proteína suele mejorar la digestibilidad y la disponibilidad biológica de sus aminoácidos. El mayor porcentaje de pérdidas lo presentó *R. pulcher* (89%) seguida de *H. lupulus* (87%) y *T. communis* (83%) y el mínimo *A. acutifolius* (16%). El porcentaje medio con que contribuyen los vegetales frescos estudiados a las RDA (ingestas diarias recomendadas) de proteínas es de 5,74% (Trumbo et al., 2002). Este porcentaje se ve mermado considerablemente, pasando a ser de 2,35% en el caso de las plantas cocidas, si bien, a pesar de ello, su mejor digestibilidad puede compensar estas pérdidas.

A la vista de la figura 10.1., se observan sin embargo dos tipos de comportamiento en las plantas estudiadas: las hojas de *R. pulcher* y los brotes de *H. Lupulus* y *T. communis*

ven enormemente reducido su contenido proteico tras la cocción (hasta un 83%), mientras que *S. vulgaris*, *A. acutifolius* y *B. dioica* apenas sufren modificaciones. Probablemente esto pueda ser atribuible a la presencia, en el primer caso de proteínas de menor peso molecular, que fácilmente pudieran hidrolizarse y pasar al líquido de cocción en forma de péptidos y aminoácidos, mientras que en el segundo caso, pudieran ser proteínas más complejas, resistentes al calor o situadas en zonas menos accesibles de los tejidos de la planta.

En cuanto a la fracción grasa, durante el calentamiento no sólo sufre reacciones de descomposición sino que también pueden interaccionar entre sí de formas muy complejas, para generar nuevos compuestos (Fennema, 2000). Los resultados obtenidos muestran un claro descenso en el contenido de grasa (% de pérdidas que oscila desde 33% a 73%) en *R. pulcher*, *S. vulgaris*, *A. acutifoliuss* y *T. communis*, probablemente debido al paso de parte de la grasa al medio de cocción, proceso que se favorece por el tratamiento térmico, que da lugar a desprendimiento de parte de la grasa de la matriz del alimento y paso al líquido en forma de microgotas que se dispersan en el medio. Sin embargo en *B. dioica* y *H. lupulus* el contenido graso no disminuyó tras la cocción.

Resultados y discusión

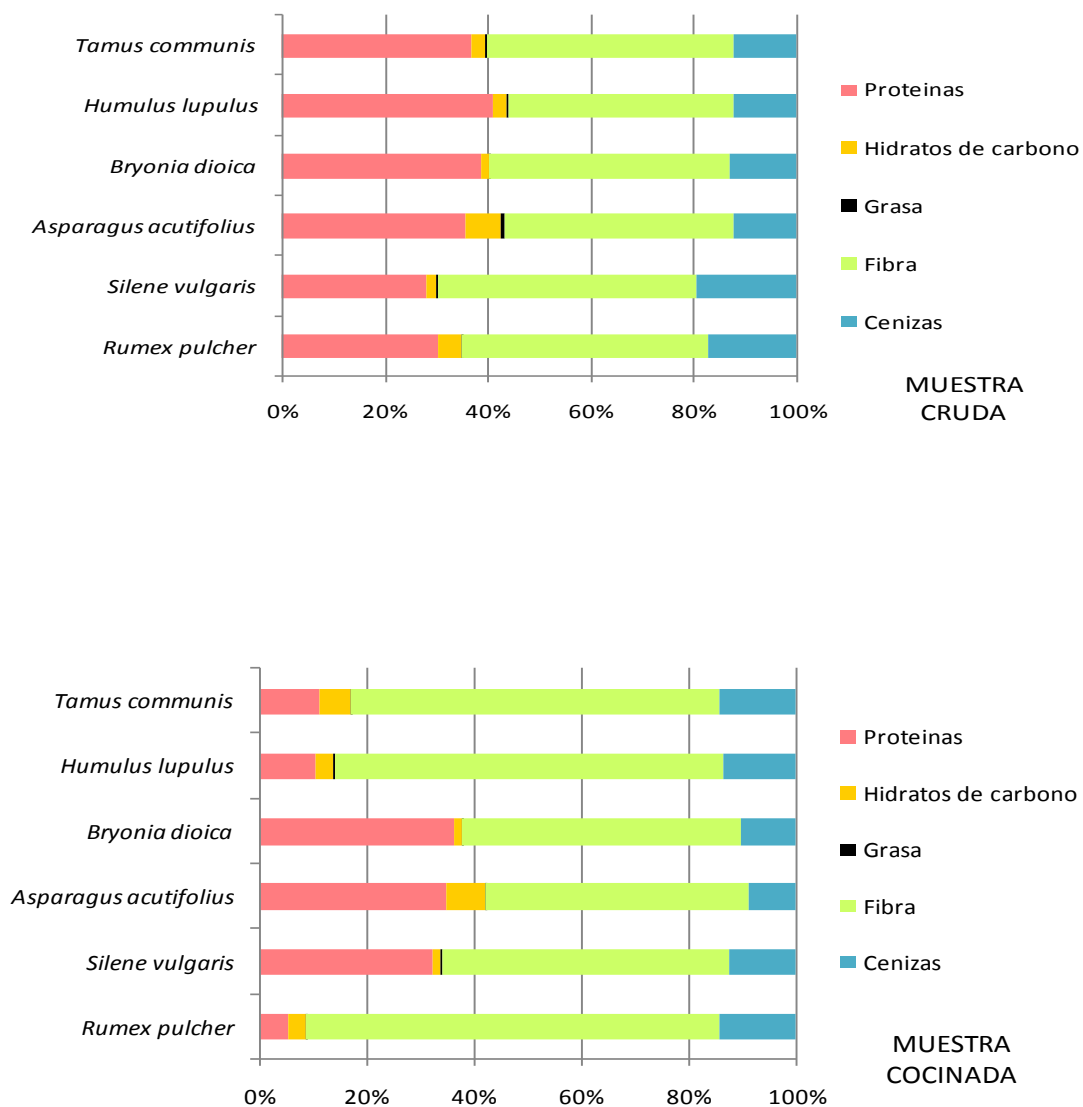


Figura 10.1. Variaciones en la composición centesimal tras el proceso de cocción de las plantas silvestres seleccionadas (mg/100g sobre sustancia seca)

Cuando se realiza un tratamiento térmico el contenido de hidratos de carbono puede verse afectado, en primer lugar por solubilización de los azúcares más sencillos en el medio de cocción, pero también por reacciones de hidrólisis y pardeamientos, así como por epimerización o polimerización de los monosacáridos. Así la glucosa puede transformarse en gentobiosa, isomaltosa, etc. (Fennema, 2000). De acuerdo con esto, en este estudio, la fracción de hidratos de carbono se ve afectada por la cocción, en algunos casos se producen pérdidas por una probable hidrólisis, y sobre todo por lixiviación como en la romaza y la colleja, con un % de pérdida del 39 y 25% respectivamente, mientras que en otros no se producen cambios significativos en la composición o incluso se ve ligeramente aumentada (en todos los espárragos); este hecho pudiera ser atribuido a la hidrólisis de algunos polímeros que forman parte de la fibra, y que al transformarse en azúcares sencillos entran a formar parte de fracción de carbohidratos disponibles del espárrago.

La fibra tradicionalmente se ha dividido en fibra soluble y fibra insoluble en agua, por tanto y con los datos obtenidos, se podría decir que existen pérdidas por la acción del calor que podría acelerar la disolución de la fibra soluble en agua, lo que corrobora lo mencionado anteriormente. Aun existiendo pérdidas, la cantidad que aportan estas plantas cocidas a las RDA de fibra (21-38g/día, Trumbo et al., 2002) son de 16.88-9.33%. La fibra presentó una alta retención en todas las plantas estudiadas, que al expresar los resultados sobre sustancia seca se tradujo en ligeros incrementos. En la mayoría de las muestras cocinadas habría que resaltar el incremento porcentual que sufre la fibra debido a su menor solubilidad frente a otros compuestos.

Resultados y discusión

Es clara la alta disminución de las cenizas en todas las especies estudiadas, debido a que los minerales son muy solubles en agua. Los espárragos de nuevo son los que más cenizas retienen tras la cocción (pérdidas=34-44%), mientras que las dos especies de hoja, son las que más cenizas pierden tras la cocción (pérdidas de 47 y 65% respectivamente). Se puede atribuir a una mayor facilidad de extracción en el medio de cocción en este último caso, debido por un lado a que se trata de órganos de estructura laminar muy fina, y por otro lado al tipo de tejidos, mucho menos rígido que en el caso de los tallos.

Tabla 10.2. Variación de macroelementos de las especies silvestres seleccionadas sometidas a tratamiento térmico (mg/100g sobre sustancia fresca)

Especie		K	Na	Ca	Mg
<i>Rumex pulcher</i>	Fresco	520,8±41,4 _b	123,5±9,4 _b	68,2±2,8 _a	45,7±1,0 _b
	Cocido	206,1±20,3 _a	29,1±0,2 _a	107,1±9,7 _b	26,9±1,8 _a
<i>Silene vulgaris</i>	Fresco	670,7±69,0 _b	21,8±1,6 _b	74,0±3,3 _a	56,0±0,6 _b
	Cocido	226,4±3,7 _a	11,8±2,5 _a	67,9±5,4 _a	21,1±0,2 _a
<i>Asparagus acutifolius</i>	Fresco	338,1±21,5 _b	37,5±3,0 _b	17,6±1,5 _a	15,6±0,9 _b
	Cocido	177,1±18,0 _a	21,0±1,9 _a	31,5±0,3 _b	10,9±1,8 _a
<i>Bryonia dioica</i>	Fresco	351,1±12,9 _b	21,9±2,3 _a	31,7±1,2 _b	14,6±0,8 _b
	Cocido	171,0±10,2 _a	18,1±0,2 _a	16,0±1,5 _a	9,0±1,7 _a
<i>Humulus lupulus</i>	Fresco	421,3±14,2 _b	57,7±8,1 _b	58,3±0,8 _b	28,9±1,0 _b
	Cocido	171,8±15,7 _a	7,1±0,7 _a	40,4±5,6 _a	17,0±0,6 _a
<i>Tamus communis</i>	Fresco	307,4±29,4 _b	16,3±3,4 _a	42,1±2,7 _a	19,0±1,4 _a
	Cocido	202,4±22,9 _a	14,9±1,7 _a	47,3±3,3 _a	15,2±1,2 _a

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre fresco y cocinado para cada especie ($p < 0.05$).

Tabla 10.3. Variación de microelementos de las especies silvestres seleccionadas sometidas a tratamiento térmico (mg/100g sobre sustancia fresca)

Especie		Cu	Fe	Mn	Zn
<i>Rumex pulcher</i>	Fresco	0,10±0,01 _a	1,26±0,03 _a	0,22±0,01 _a	0,39±0,02 _b
	Cocido	0,08±0,01 _a	1,10±0,18 _a	0,20±0,02 _a	0,18±0,03 _a
<i>Silene vulgaris</i>	Fresco	0,01±0,00 _a	0,21±0,00 _a	0,55±0,01 _a	0,51±0,01 _b
	Cocido	0,06±0,02 _a	0,47±0,02 _b	0,60±0,01 _b	0,20±0,01 _a
<i>Asparagus acutifolius</i>	Fresco	0,13±0,01 _a	0,36±0,03 _a	0,07±0,00 _a	0,85±0,01 _b
	Cocido	0,38±0,08 _b	0,22±0,09 _a	0,12±0,01 _b	0,42±0,00 _a
<i>Bryonia dioica</i>	Fresco	0,26±0,02 _b	0,41±0,02 _b	0,13±0,00 _b	0,61±0,03 _b
	Cocido	0,10±0,01 _a	0,20±0,00 _a	0,08±0,00 _a	0,30±0,03 _a
<i>Humulus lupulus</i>	Fresco	0,14±0,02 _b	0,58±0,03 _a	0,10±0,00 _a	0,82±0,01 _b
	Cocido	0,08±0,00 _a	0,57±0,07 _a	0,18±0,02 _b	0,40±0,02 _a
<i>Tamus communis</i>	Fresco	0,14±0,01 _b	0,48±0,02 _a	0,11±0,03 _a	0,64±0,01 _b
	Cocido	0,09±0,02 _a	0,43±0,04 _a	0,13±0,01 _a	0,44±0,04 _a

Valores expresados como media ± desviación estándar (n-1, n≥3).

Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre fresco y cocinado para cada especie ($p < 0.05$).

A diferencia de las vitaminas y los aminoácidos, los elementos minerales no se destruyen por exposición al calor o la luz (Fennema, 2000). No obstante pueden eliminarse de los alimentos por lixiviación o separación física. Muchos minerales presentan una buena solubilidad en agua, por lo que es razonable esperar que la cocción de los alimentos comporte ciertas pérdidas de minerales. Las variaciones en cuanto al comportamiento de los diferentes elementos minerales, pueden ser diferentes para cada elemento, ya que algunos, como el K se encuentran en forma de iones libres en los alimentos, mientras que otros como el hierro están combinados con proteínas y otros ligandos de elevado peso molecular (Lachance et al., 1988).

Resultados y discusión

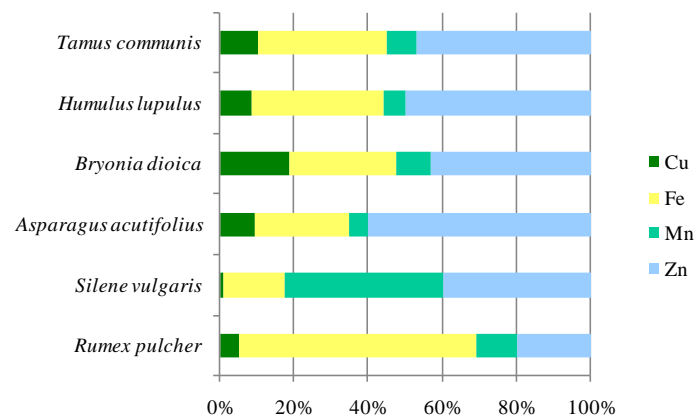
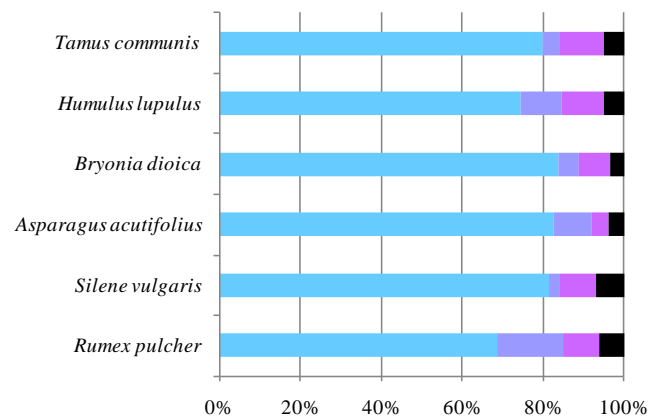
Los minerales que presentaron mayores pérdidas tras la cocción fueron Na, K, Mg y Zn.

Hay que señalar que aquellas especies como *S. vulgaris* que en fresco destacaban por sus elevados niveles de K, siguen siendo las que más contenido mantienen de este mineral tras la cocción aunque pierden aproximadamente un 46%. Sin embargo, los porcentajes de pérdida de Na fueron altamente variables, dando lugar a más pérdidas las especies con mayores contenidos como es el caso de *R. pulcher*.

Las pérdidas de Mg fueron más acusadas en las hojas que en los espárragos, probablemente debido a las diferencias entre ambos tipos de tejidos, que favorecen la retención de sustancias en los tallos (de estructura más rígida y firme) frente a las hojas (de forma laminar y de menos firmeza).

Sin embargo, los contenidos de Ca, Cu, Fe y Mn experimentaron pocas pérdidas tras la cocción, lo cual podría deberse a la unión de dichos minerales a otras moléculas que impiden su solubilización, así como a una posible contaminación con los utensilios empleados para la cocción de las verduras. *Bryonia dioica* y *S. vulgaris* son las dos especies que presentan mayores pérdidas de minerales tras la cocción. Esta última que ya ha sido señalada anteriormente como una buena fuente de Mn, lo sigue siendo tras la cocción, ya que sus niveles se mantienen en el mismo rango que en la muestra cruda. *Asparagus acutifolius* y *T. communis* son las especies que más minerales retienen. Al tratarse de espárragos podría estar relacionado con la mayor capacidad de sus estructuras para retener otros elementos, como ya se ha comentado.

Muestra cruda



Muestra cocinada

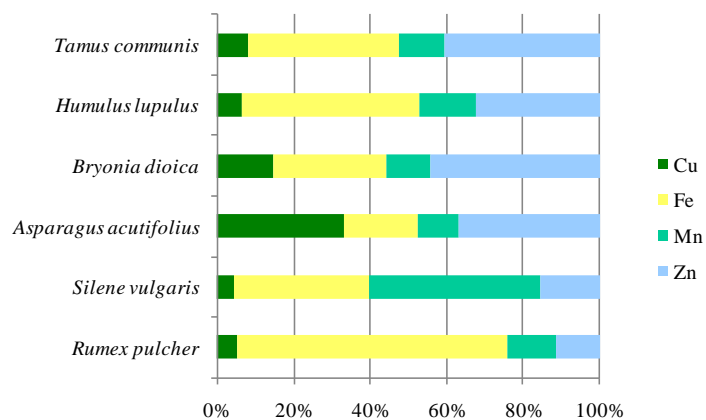
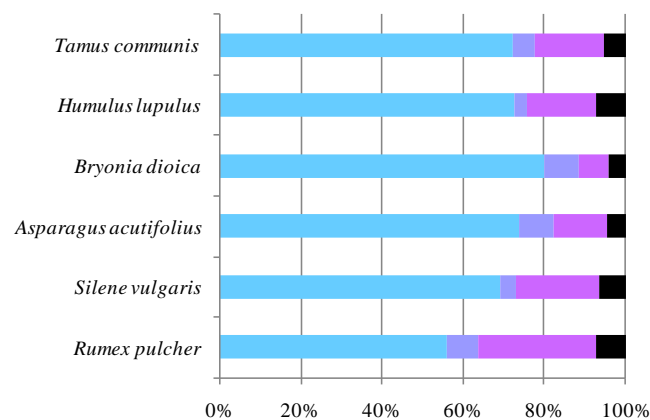


Figura 10.2. Variaciones de los macro y microelementos tras el proceso de cocción de las plantas silvestres seleccionadas (mg/100g sobre sustancia seca)

11. DETERMINACIÓN DE CAROTENOIDES Y COMPUESTOS FENÓLICOS COMO COMPUESTOS BIOACTIVOS EN ALGUNAS PLANTAS SILVESTRES COMESTIBLES

Se considera **compuesto bioactivo** aquel compuesto capaz de proporcionar determinados beneficios para la salud, mejorando el bienestar físico y/o reduciendo el riesgo de padecer ciertas enfermedades (Olmedilla y Granada, 2007). Algunos compuestos bioactivos presentan un gran interés, debido a su potencial como antioxidantes o como precursores de otros compuestos. Dentro de estos elementos, se encuentran los carotenoides y los polifenoles.

11.1 Determinación de carotenoides en espárragos silvestres (*brotos tiernos*)

La denominación **carotenoides** engloba a un numeroso grupo de pigmentos muy extendidos tanto en el reino vegetal como animal, que producen colores que van desde el amarillo al rojo intenso. Su nombre deriva de la zanahoria, *Daucus carota*, ya que fue de esta hortaliza de donde se aislaron por primera vez. Se encuentran en frutas y verduras, flores, semillas y en algunos tejidos animales como el plumaje de flamencos y canarios. En los animales la presencia de carotenoides procede de su ingesta ya que éstos no pueden sintetizarlos (Isler, 1971).

En la célula vegetal los carotenoides se encuentran en las membranas lipídicas y en vacuolas. Algunos frutos que presentan colores rojos, amarillos y naranjas (como tomate, sandía, melocotón, albaricoque, calabaza, etc.), raíces y tubérculos como zanahoria, boniato y muchas otras hortalizas son ricas en carotenoides. A menudo

Resultados y discusión

coexisten con las clorofilas, con lo que su color queda enmascarado por el color verde. Así, las espinacas y la alfalfa son ricas en carotenoides y los guisantes, las judías verdes y los espárragos contienen también cantidades significativas. Las concentraciones difieren en función del estado de madurez de la planta, así como de la exposición a la luz que influye aumentado su concentración. Otros factores de influencia son el clima, el tipo de suelo, o las condiciones de cultivo (Gross, 1991).

Los carotenoides, debido a las coloraciones que presentan, juegan un papel importante en la apariencia de los vegetales (produciendo colores atractivos para otros seres vivos, que ayuden por ejemplo a la dispersión de las semillas); además informan de su estado fisiológico ya que están relacionados con la capacidad fotosintética de los mismos (Gamon y Surfus, 1999; Xue y Yang, 2009).

Todos los carotenoides son polienos derivadas del isopreno, formados por cadenas largas con dobles enlaces conjugados, cuya presencia explica el color intenso de los mismos, ya que los sistemas conjugados presentan una resonancia posicional, lo que produce una deslocalización electrónica y, por lo tanto, absorben energía que se traduce en emisiones energéticas de determinadas longitudes de onda, lo que da como resultado el color. Químicamente se dividen en: carotenos y xantofilas. Los primeros son hidrocarburos solubles en éter de petróleo y poco solubles en etanol, como α , β y γ -caroteno y el licopeno. Las xantofilas, comunes en verduras de hoja, pueden presentarse como ácidos, aldehídos o alcoholes y a diferencia de los carotenoides son también solubles en etanol. Ejemplos de ellas son la luteína, la violaxantina y la neoxantina (Badui, 2006).

Algunos carotenoides, como α , β -caroteno y β -criptoxantina poseen actividad como provitamina A, ya que son capaces de biotransformarse en retinol. La vitamina A (retinol) es esencial para la visión, la reproducción, el desarrollo de los huesos, así como para la función del sistema inmunitario. El déficit de la vitamina A está relacionado con causas de muerte prematura en países desarrollados, sobre todo en la población infantil (Maiani, 2009; Mahan y Escote-Stump, 2013).

A partir del contenido de estos carotenoides en los alimentos, puede calcularse su actividad vitamínica, en equivalentes de retinol, que se corresponden con la actividad de 1 μg de retinol, equivalente a 12 μg de β -caroteno (Mahan y Escott-Stump, 2013).

Sin embargo, además de esta propiedad, los carotenoides poseen una marcada capacidad antioxidante, captando las especies reactivas de oxígeno, incrementando el potencial antioxidante o disminuyendo la peroxidación lipídica, el daño oxidativo sobre proteínas y ADN. Además de sus efectos en la disminución del estrés oxidativo también actúan en la inhibición de la inflamación (Elliot, 2005). Por ello, pueden promover efectos en la salud como la prevención de algunos tipos de enfermedades crónicas, como enfermedad cardiovascular, degeneración macular o incluso algunos tipos de cáncer como el de próstata, de cérvix, intestinal o de estómago (Ekstrom et al., 2000; Kotake-Nara et al., 2001; Sthal y Sies, 2003; Zeb et al., 2004; Krinsky y Johnson, 2005; Maiani et al., 2009; Cámara et al., 2013).

Los carotenoides de las plantas han sido ampliamente estudiados, especialmente los de los espárragos (género *Asparagus*), pero en todos los casos se trata de espárragos cultivados (Granado et al., 1992; Muller, 1997; Tenorio et al., 2004; Salvatore et al.,

Resultados y discusión

2005), siendo muy escasos los estudios sobre vegetales silvestres (Martins et al., 2010). Por ello, se identificaron y cuantificaron los carotenoides presentes en las cuatro especies de espárragos silvestres incluidas en este estudio: *A. acutifolius*, *B. dioica*, *T. communis* y *H. lupulus*.

Para ello se llevó a cabo un análisis por HPLC, obteniéndose los perfiles cromatográficos a $\lambda = 450$ nm, que se muestran en las Figuras 11.1.-11.4., en las que como se ha explicado en el capítulo 5, se identificaron los compuestos: violaxantina, neoxantina, luteína y β -caroteno, por comparación de sus tiempos de retención en las mismas condiciones cromatográficas, así como sus espectros de absorción UV-visible, con los de patrones comerciales de cada compuesto (figura 11.1.-11.4.).

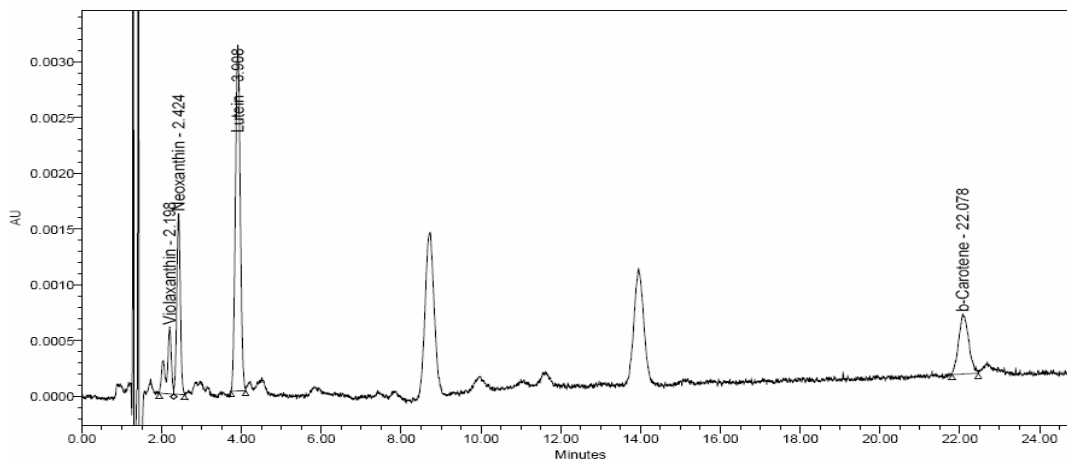


Figura 11.1. Perfil cromatográfico de carotenoides en las muestras de *Humulus lupulus*

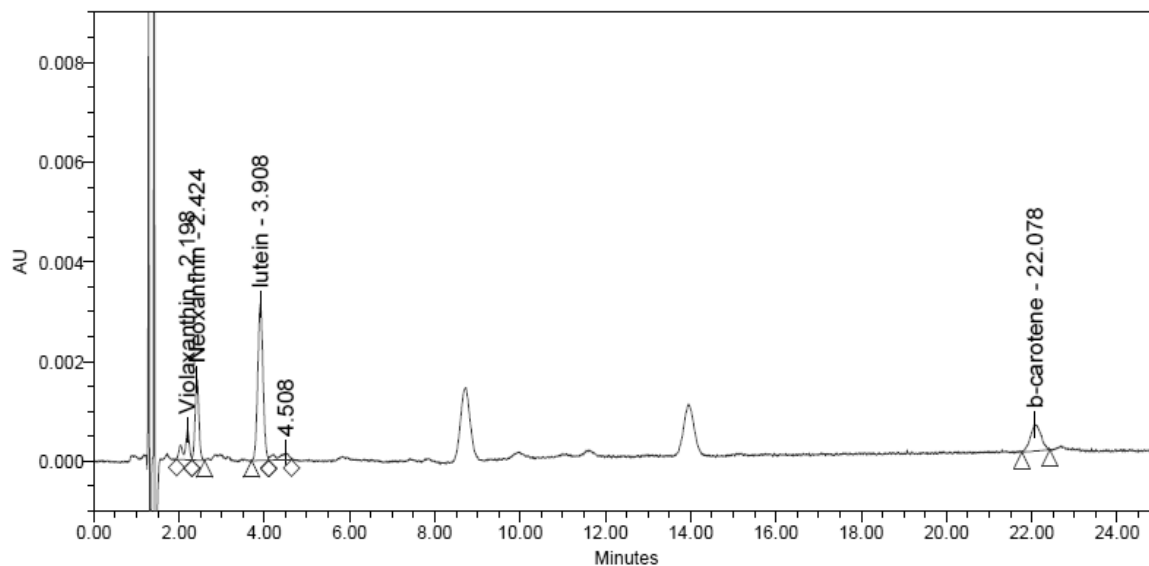


Figura 11.2. Perfil cromatográfico de carotenoides en las muestras de *Bryonia dioica*

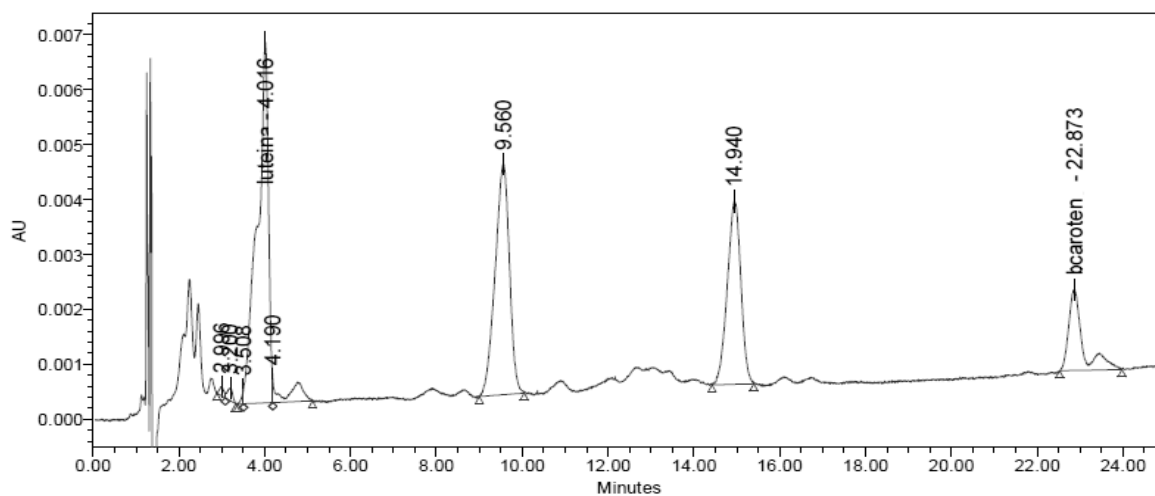


Figura 11.3. Perfil cromatográfico de carotenoides en las muestras de *Tamus communis*

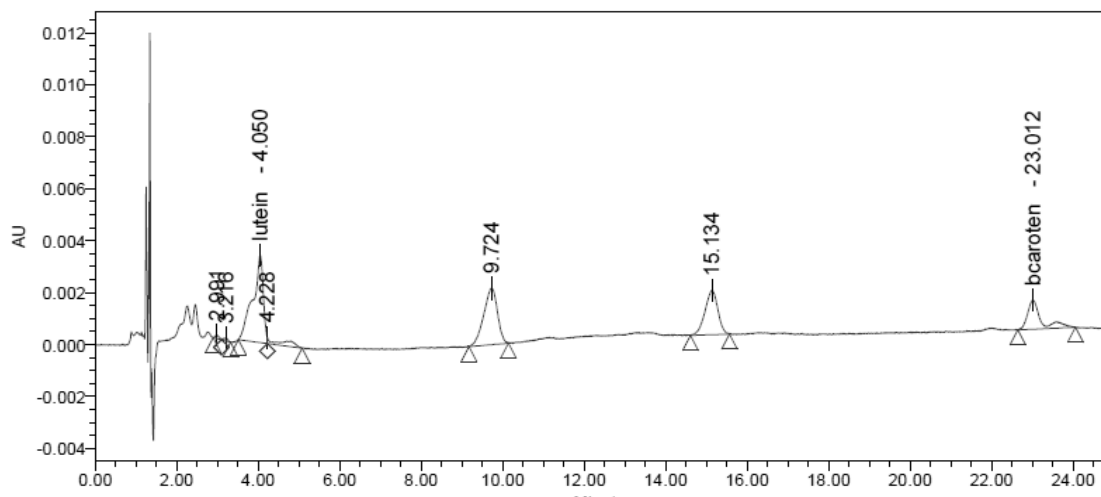
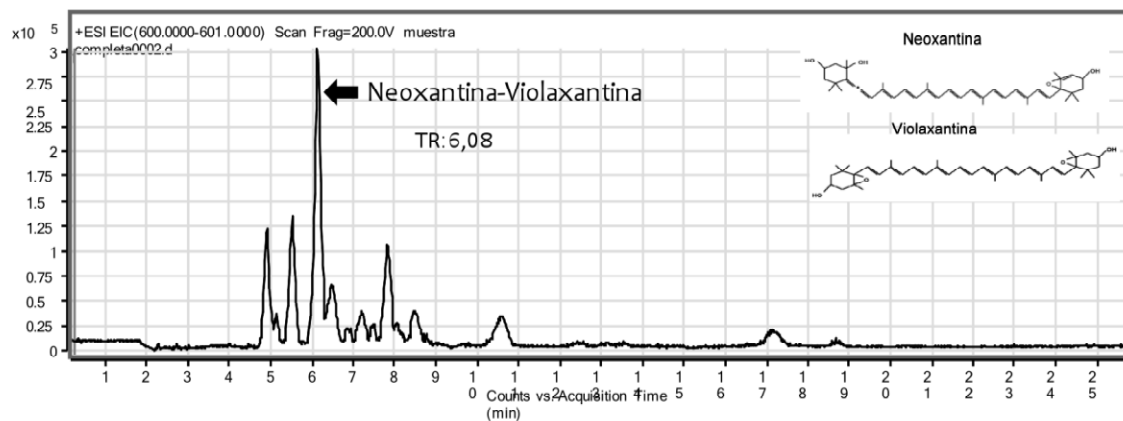


Figura 11.4. Perfil cromatográfico de carotenoides en las muestras de *Asparagus acutifolius*

Dada la gran diversidad de carotenoides presentes en la naturaleza, y el alto grado de similitud estructural entre muchos de ellos, que puede dar lugar a la obtención de espectros parecidos en UV-Visible, así como a coeluciones en HPLC, para confirmar la identificación de estos compuestos, se llevó a cabo un análisis de sus espectros de masas (HPLC/Q-TOF-MS), en las condiciones cromatográficas que se indicaron en el capítulo 5. Los cromatogramas y espectros obtenidos se muestran en las figuras 11.5. a 11.7., cuya comparación con patrones y con las bases de datos disponibles, confirmó su identificación como neoxantina + violaxantina, luteína y β -caroteno.

a)



b)

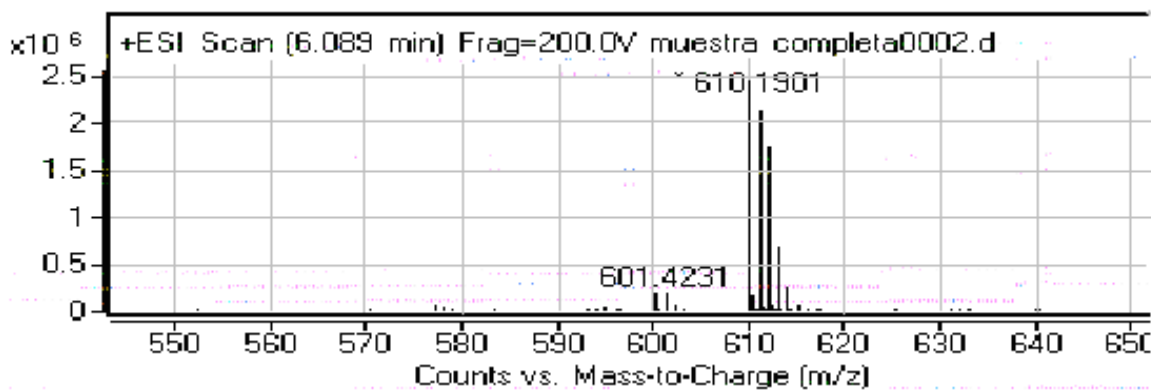
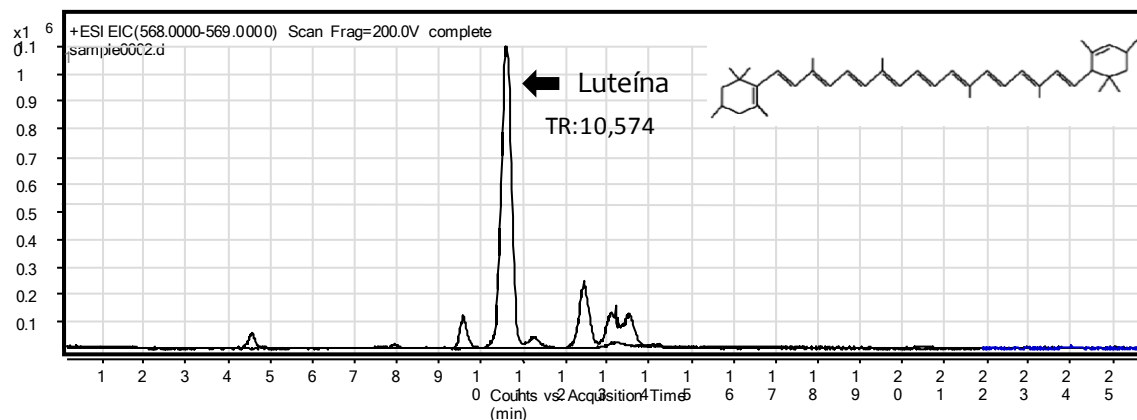


Figura 11.5. Análisis por HPLC/Q-TOF-MS de un extracto de *Bryonia dioica*

(a) Cromatograma de ESI-MS (ion scan) para m/z 600-601. (b) Fragmentación MS/MS (m/z 50-1000) del ión principal al tiempo de retención de 6.08 min, compatible con neoxantina y violaxantina

a)



b)

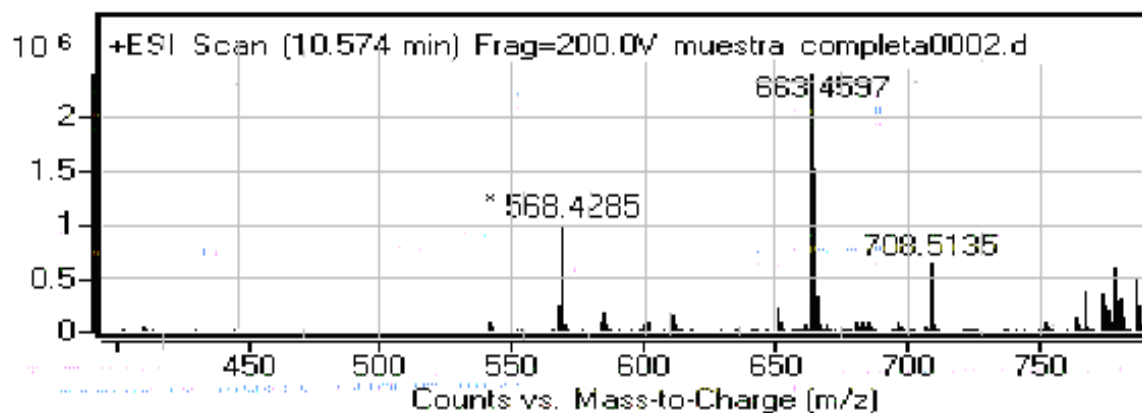
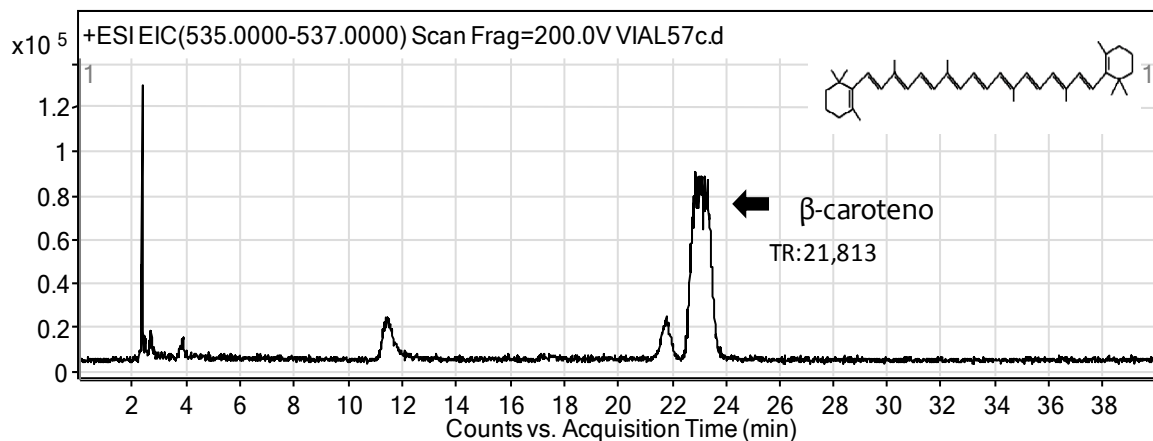


Figura 11.6. Análisis por HPLC/Q-TOF-MS de un extracto de *Bryonia dioica*

(a) Cromatograma de ESI-MS (ion scan) para m/z 568-569, (b) Fragmentación MS/MS (m/z 50-1000) del ión principal al tiempo de retención de 10,57 min, compatible con luteína

a)



b)

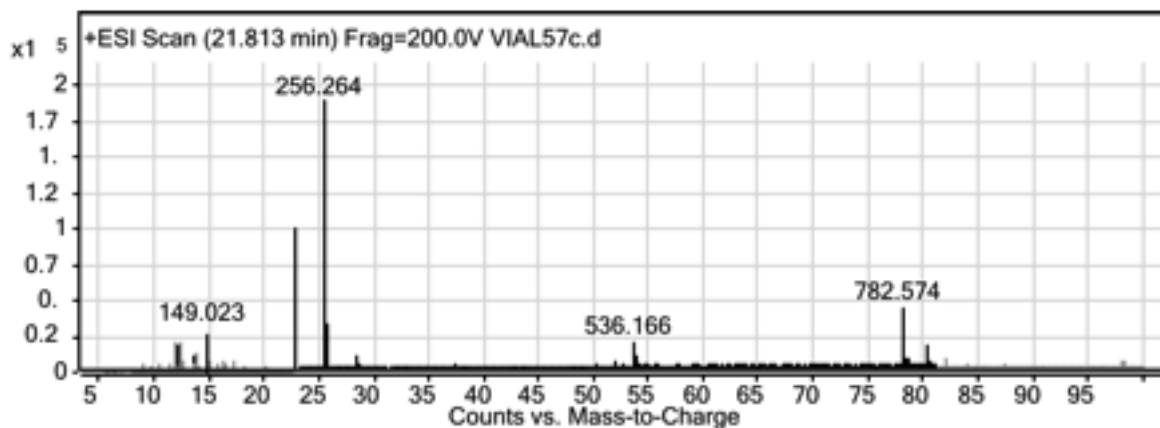


Figura 11.7. Análisis por HPLC/Q-TOF-MS de un extracto de *Bryonia dioica*

(a) Cromatograma de ESI-MS (ion scan) para m/z 535-537. (b) Fragmentación MS/MS (m/z 50-1000) del ión principal al tiempo de retención de 21,83 min, compatible con β-caroteno

Resultados y discusión

En la tabla 11.1. se refleja el contenido de carotenoides cuantificados en las muestras analizadas por comparación de áreas con las curvas de calibrado elaboradas a partir de patrones comerciales de las muestras analizadas, expresadas como mg/100g de peso fresco. El perfil de carotenoides de estas especies se corresponde con el patrón cualitativo hallado generalmente para los vegetales verdes, aunque sus concentraciones difieren notablemente (Rodríguez-Amaya et al., 2008; Kobori et al., 2008).

De entre ellos, *H. lupulus* y *B. dioica* mostraron una alta variabilidad para cada uno de los carotenoides cuantificados, mostrando una mayor influencia del año de recolección que las otras especies. Por su parte, *A. acutifolius*, fue la especie con menos diferencias en las concentraciones de los cuatro carotenoides estudiados.

Luteína y neoxantina mostraron grandes diferencias en sus concentraciones de una especie a otra ($P < 0.001$), y los contenidos de β -caroteno no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre especies, debido a su amplio rango de variación dentro de la misma especie.

La variabilidad en el contenido de carotenoides de otros vegetales ha sido justificada por otros autores (Takagi et al., 1990; Edelenbos et al., 2001), como respuesta a varios factores, por ejemplo, el grado de desarrollo y madurez de la planta, o factores ambientales como la temperatura, la intensidad de luz, composición y humedad del suelo, entre otras, incluso el momento del día en el que se encuentren, así Takagi et al. (1990) ha descrito variaciones nocturnas en el contenido de carotenoides (especialmente en los de luteína y β -caroteno) debidas a estos factores. Las muestras

analizadas en esta investigación, fueron recolectadas en diferentes localidades y años, con condiciones ambientales distintas, incluyendo algunas oscilaciones de temperatura, composición del suelo y exposición solar; la recolección se realizó en su estado óptimo de consumo, lo cual se produce cuando las hojas nuevas están desarrollándose, estado en el cual los tejidos de las plantas tienen una intensa actividad metabólica y la síntesis de carotenoides y otros metabolitos pueden estar influenciados por estas circunstancias.

En otras verduras silvestres los carotenoides mayoritarios son β -caroteno o luteína (Salvatore et al., 2005; Kobori et al., 2008; Sircelj et al., 2010), sin embargo, las especies analizadas, mostraron una predominancia de luteína y neoxantina. El mayor contenido de neoxantina sobre β -caroteno ha sido previamente indicado también por otros autores en algunos vegetales convencionales que no son de hoja (Al-Qudah, 2009).

El rango del contenido de carotenoides siguió el siguiente orden: *B. dioica* > *T. communis* > *H. Lupulus* > *A. acutifolius*. Así mismo, *B. dioica* y *A. acutifolius* fueron las especies con un mayor y un menor contenido respectivamente de equivalentes de actividad de retinol (EAR) totales (figura 11.10.). Dichos equivalentes de actividad de retinol, fueron determinados teniendo en cuenta que $1 \mu\text{g EAR} = 1 \mu\text{g retinol} = 12 \mu\text{g } \beta\text{-caroteno}$ de acuerdo con Mahan y Escott-Stump (2013).

Las concentraciones más elevadas de carotenoides se hallaron, por tanto, en el espárrago de nuez, alcanzando un valor total de 37,9 mg/100g sss, comparable a aquellos hallados en otras especies silvestres (Guil-Guerrero et al., 1999) como *Crithmum maritimum* L., *Chenopodium album* L. and *Verbena officinalis* L. (con rangos

Resultados y discusión

de 30,0 a 35,0 mg/100g sss), pero más bajos que aquellos valores publicados para otras especies silvestres como *Portulaca oleracea* L. y *Amaranthus viridis* L. (89,2 y 78,3 mg/100g sss, respectivamente). Las otras tres especies estudiadas presentaron menor contenido de carotenoides, de las cuales, el espárrago triguero fue el de menor contenido de todos ellos (figura 11.7.).

Aunque existen escasos datos sobre carotenoides en espárragos silvestres, como se ha comentado, sí existen algunos estudios realizados sobre espárragos cultivados comerciales (*A. officinalis*), que muestran menores contenidos de carotenoides que los hallados en el presente trabajo (Granado et al., 1992; Tenorio et al., 2004). Estos últimos autores hallaron un mayor contenido de neoxantina que de β -caroteno, hallazgo que está en consonancia con los resultados obtenidos para *A. acutifolius*, *B. dioica* y *T. communis* en este estudio. Los datos publicados por la USDA (2002) para β -caroteno en espárragos comerciales, mostraron valores muy cercanos (0,49 mg/100g) a los hallados en este estudio.

Salvatore et al. (2005) estudiaron los carotenoides de *A. acutifolius*, hallando un perfil diferente para esta especie, con mayores valores de luteína y β -caroteno, y menores de neoxantina y violaxantina en muestras recolectadas en Italia. Para las otras especies estudiadas, solamente existe un estudio realizado sobre muestras recolectadas en el noreste de Portugal (Martins et al., 2011), que muestra concentraciones de β -caroteno (expresadas sobre sustancia seca) en *B. dioica* (22,7 mg/100g), *A. acutifolius* (12,1 mg/100g) y *T. communis* (23,3 mg/100g). En nuestro estudio el espárrago de nuez y el lupio también presentaron los contenidos más elevados y *B. dioica* alcanzó un contenido total de carotenoides (suma de luteína, neoxantina, violaxantina y β -

caroteno) de 37,6 mg/100g sss, aunque el contenido de β -caroteno fue de 5,1 mg/100g sss. En las muestras analizadas en este trabajo también se obtuvieron menores cantidades de β -caroteno en *A. acutifolius* (2,3 mg/100g sss) y en *T. communis* (3,5 mg/100g sss). Estas diferencias podrían ser explicadas en parte porque en el estudio de Martins et al. (2011) el análisis de β -caroteno fue llevado a cabo con un método espectrofotométrico mientras que en este estudio se aplicó una metodología más específica (HPLC), que permite la cuantificación individualizada de cada uno de los compuestos.

La luteína, carotenoide mayoritario en algunas de las plantas aquí estudiadas, se encuentra principalmente en verduras de hoja (Granado et al., 1992) como la acelga (4,22 mg/100g) o la espinaca (1,50 mg/100g), donde su contenido es más elevado que en los espárragos silvestres analizados (con la excepción de *B. dioica*). Por otro lado, los contenidos de luteína y β -caroteno en vegetales verdes consumidos habitualmente en la dieta española (judías verdes, lechuga o pimientos) son en general, menores que los que se encontraron en estos tallos silvestres. De las especies estudiadas, *B. dioica* presentó los niveles más altos de β -caroteno, solo superado por el de las espinacas y la remolacha (3,25 mg/100g y 1,09 mg/100g, respectivamente). Además, los espárragos silvestres estudiados se podrían considerar buenas fuentes de neoxantina y violaxantina, carotenoides que raramente aparecen reflejados en las Tablas de Composición de Alimentos.

Resultados y discusión

Tabla 11.1. Concentración de carotenoides (media \pm DE, y rangos, expresados como mg/100g ssf), en las muestras de los espárragos silvestres estudiados, recolectados en diferentes años y localidades

	AÑO 1		AÑO 2		Media (Rango)
	L 1	L 2	L 1	L 2	
<i>Asparagus acutifolius</i>					
Luteína	0,75 \pm 0,08 ^b	0,51 \pm 0,03 ^a	0,44 \pm 0,02 ^a	0,71 \pm 0,09 ^b	0,59 (0,41 – 0,85)
β -caroteno	0,39 \pm 0,30 ^d	0,26 \pm 0,01 ^b	0,35 \pm 0,01 ^c	0,19 \pm 0,03 ^a	0,31 (0,16 – 0,42)
Neoxantina	0,74 \pm 0,24 ^c	0,44 \pm 0,06 ^b	0,53 \pm 0,30 ^{bc}	0,06 \pm 0,02 ^a	0,47 (0,04 – 0,98)
Violaxantina	0,50 \pm 0,06 ^c	0,34 \pm 0,02 ^a	0,41 \pm 0,02 ^b	0,31 \pm 0,06 ^a	0,40 (0,26 – 0,57)
<i>Humulus lupulus</i>					
Luteína	0,30 \pm 0,02 ^a	0,42 \pm 0,07 ^b	1,66 \pm 0,07 ^d	0,74 \pm 0,13 ^c	0,76 (0,19 – 1,72)
β -caroteno	0,17 \pm 0,01 ^a	0,30 \pm 0,04 ^b	1,05 \pm 0,22 ^d	0,49 \pm 0,07 ^c	0,48 (0,16 – 1,26)
Neoxantina	0,18 \pm 0,04 ^a	0,17 \pm 0,009 ^a	1,47 \pm 0,09 ^c	0,80 \pm 0,19 ^b	0,73 (0,13 – 1,57)
Violaxantina	0,08 \pm 0,04 ^a	0,08 \pm 0,009 ^a	0,21 \pm 0,004 ^b	0,48 \pm 0,19 ^c	0,31 (0,04 – 1,01)
<i>Bryonia dioica</i>					
Luteína	1,56 \pm 0,05 ^b	0,71 \pm 0,02 ^a	3,28 \pm 0,49 ^c	2,93 \pm 0,62 ^c	2,19 (0,68 – 3,70)
β -caroteno	0,43 \pm 0,05 ^b	0,20 \pm 0,05 ^a	0,89 \pm 0,05 ^c	1,68 \pm 0,22 ^d	0,81 (0,15 – 1,95)
Neoxantina	0,87 \pm 0,21 ^b	0,22 \pm 0,04 ^a	3,42 \pm 0,10 ^c	3,57 \pm 0,21 ^c	1,96 (0,17 – 3,83)
Violaxantina	0,39 \pm 0,08 ^b	0,03 \pm 0,001 ^a	1,55 \pm 0,28 ^c	1,94 \pm 0,18 ^c	1,14 (0,03 – 2,15)
<i>Tamus communis</i>					
Luteína	1,05 \pm 0,19 ^a	1,68 \pm 0,03 ^b	0,95 \pm 0,01 ^a	0,89 \pm 0,19 ^a	1,14 (0,70 – 1,73)
β -caroteno	0,35 \pm 0,02 ^a	0,56 \pm 0,04 ^c	0,45 \pm 0,02 ^b	0,48 \pm 0,03 ^b	0,44 (0,32 – 0,60)
Neoxantina	0,98 \pm 0,16 ^a	1,85 \pm 0,04 ^b	1,02 \pm 0,04 ^a	0,94 \pm 0,20 ^a	1,19 (0,77 – 1,90)
Violaxantina	0,46 \pm 0,06 ^a	1,04 \pm 0,04 ^b	0,50 \pm 0,02 ^a	0,51 \pm 0,13 ^a	0,62 (0,38 – 1,09)

En cada fila, diferentes letras significan variaciones estadísticamente significativas ($p < 0.05$) de los contenidos de cada compuesto y especie.

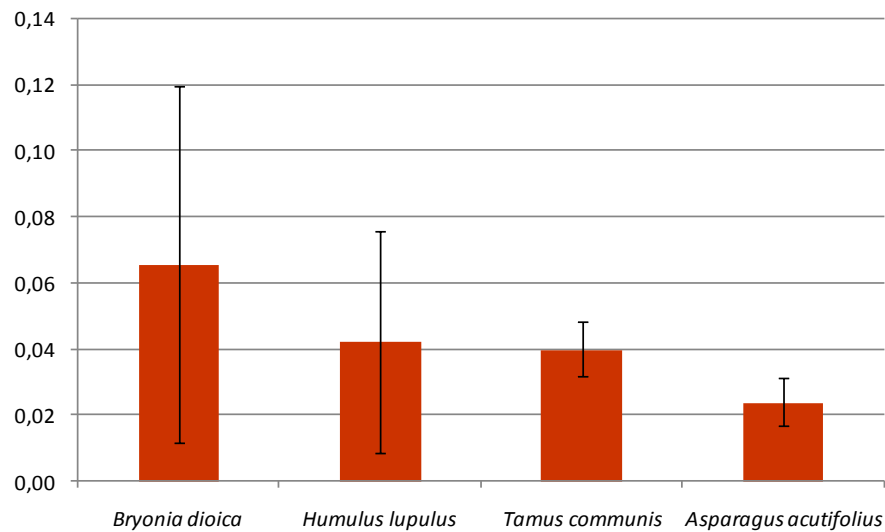


Figura 11.10. Equivalentes de actividad de retinol (EAR) totales para cada una de las especies estudiadas (mg/100g ssf)

Por ello, la incorporación de los espárragos silvestres a la dieta sería una estrategia interesante para aumentar la ingesta de carotenoides, y en particular de luteína en la población, compuesto bioactivo que en la actualidad presenta un gran interés por su papel en el desarrollo de la función visual, lo que hace que se esté incorporando como ingrediente funcional en alimentos (Leeson y Caston, 2004) o a cereales para la formulación de pan, bollería, etc. enriquecidos con luteína (Abdel-Aal et al., 2010), así como en multitud de complementos alimenticios con el fin de mejorar la función visual y prevenir enfermedades asociadas a procesos oxidativos, como la degeneración macular.

11.2 Determinación de compuestos fenólicos en plantas silvestres comestibles

Los **compuestos polifenólicos** representan una de las principales clases de metabolitos secundarios de las plantas. Este término incluye un amplio espectro de sustancias muy heterogéneas pero todas ellas caracterizadas por la presencia de un anillo aromático con uno o más sustituyentes hidroxilo. En algunos casos el grupo hidroxílico puede ser sustituido por una *O*-metilación u otro tipo de sustitución (tabla 11.2.). A veces, el compuesto fenólico además de poseer este grupo hidroxílico puede contener algún otro grupo funcional, el cual puede influir en sus propiedades fisico-químicas.

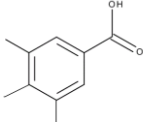
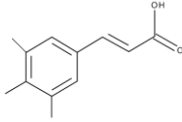
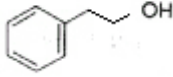
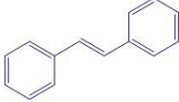
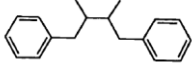
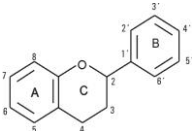
Los compuestos fenólicos desempeñan funciones protectoras frente al ataque de patógenos y como pigmentos que atraen a los polinizadores. Durante décadas, los polifenoles han tenido interés en la industria por sus diversas aplicaciones como aditivos, complementos alimenticios o cosméticos. En la actualidad los polifenoles han cobrado importancia como compuestos no esenciales para la vida, pero con actividad biológica relacionada con efectos positivos en la salud, derivadas de sus propiedades antioxidantes, como la prevención de enfermedades asociadas a estrés oxidativo (cáncer, enfermedad cardiovascular o neurodegenerativa). También son capaces de modular la actividad enzimática y los receptores celulares (Nijveldt et al., 2001; Hidalgo Jerez, 2012). Además, presentan una actividad antibacteriana y antifúngica importante (Rauha et al., 2000; Lattanzio, 2003; Lee et al., 2007; Verástegui et al., 2008; Al-Zoreky, 2009; Santas et al., 2010; Gatto et al., 2011; Gatto et al., 2013).

Se caracterizan por sus propiedades sensoriales y nutritivas; en particular se asocia a los ácidos fenólicos el sabor ácido, a los taninos la astringencia, y el sabor amargo está asociado a algunos flavonoides, como la naringenina y la neoesperidina. Por otro lado el color puede venir determinado en el vegetal por la presencia de antocianos, que proporcionan coloraciones que van desde el rojo (en medio ácido, como ocurre en frutos como fresa o grosellas rojas) hasta el azul-morado (a pH más elevado, como es el caso de los arándanos o la lombarda).

El contenido de polifenoles en las plantas varía en función de la especie, la variedad, el órgano considerado, el estado fisiológico y las condiciones climáticas.

La clasificación de los compuestos fenólicos según el número de átomos de carbono se presenta en la tabla 11.2.

Tabla 11.2. Clasificación de los compuestos fenólicos en los vegetales (Hidalgo Jerez , 2012)

Esqueleto	Clasificación	Estructura básica
C ₆ -C ₁	Acido hidroxibenzoico (ácido fenólico)	
C ₆ -C ₃	Acidos hidroxicinámico (ácido fenólico)	
C ₆ -C ₂	Alcohol fenólico	
C ₆ -C ₂ - C ₆	Estilbeno	
C ₆ -C ₃	Lignano	
C ₆ -C ₃ - C ₆	Flavonoide	

Además existen cuatro grandes grupos de polímeros fenólicos: ligninas, taninos, melaninas y suberinas. Actualmente se encuentran identificadas miles de estructuras fenólicas, de entre las cuales los flavonoides (los cuales engloban flavonoles, antocianos, chalconas, flavonas, flavandioles) son las más numerosas (Scaporni, 2003).

Debido a la importancia de estos compuestos en los vegetales, se ha llevado a cabo el análisis de polifenoles en nuestras verduras silvestres, de las cuales se presentan algunos ejemplos en las figuras 11.10.-11.14.

La identificación de los compuestos fenólicos (tabla 11.3) se llevó a cabo por comparación con los tiempos de retención y los espectros UV obtenidos por DAD con los patrones comerciales disponibles a una $\lambda = 280\text{nm}$. Los compuestos denominados como derivados de los ácidos cafeico, cumárico, cinámico, apigenina, luteolina, quercetina y kemferol, fueron determinados en base a su espectro UV (Marston y Hostettmann, 2006). El ácido cafeico, fue añadido a cada muestra como un patrón estandar y usado para calcular el tiempo de retención relativa de cada pico en los cromatogramas obtenidos por HPLC. Los resultados obtenidos se han expresado semicuantitativamente, en la tabla 11.3 donde se indica la abundancia relativa de los diferentes compuestos fenólicos en cada especie y se puede observar que el compuesto fenólico más abundante en estos vegetales es el ácido clorogénico, siendo mayoritario en *C. intybus*, *S. hispanicus* y *F. vulgare*. También cabría destacar la presencia de ácido chicórico (cuyo nombre deriva de la presencia del mismo en miembros del género *Cichorium*), sobre todo en especies de la familia *Asteraceae*.

Resultados y discusión

Es importante destacar que *A. azurea* es la única especie que presenta ácido rosmarínico en su composición, siendo además el principal compuesto de la misma (Figura 11.12.).

Otros autores han llevado a cabo el estudio en algunas de las especies aquí analizadas (*S. oleraceus*, *C. intybus*, *S. vulgaris*, *A. acutifolius*, *B. dioica* y *T. communis*), llegando a resultados semejantes a los hallados en este trabajo (Salvatore et al., 2005; Gatto et al., 2011; Barros et al., 2011). En los demás casos este es el único trabajo conocido que recoje su perfil de compuestos fenólicos.

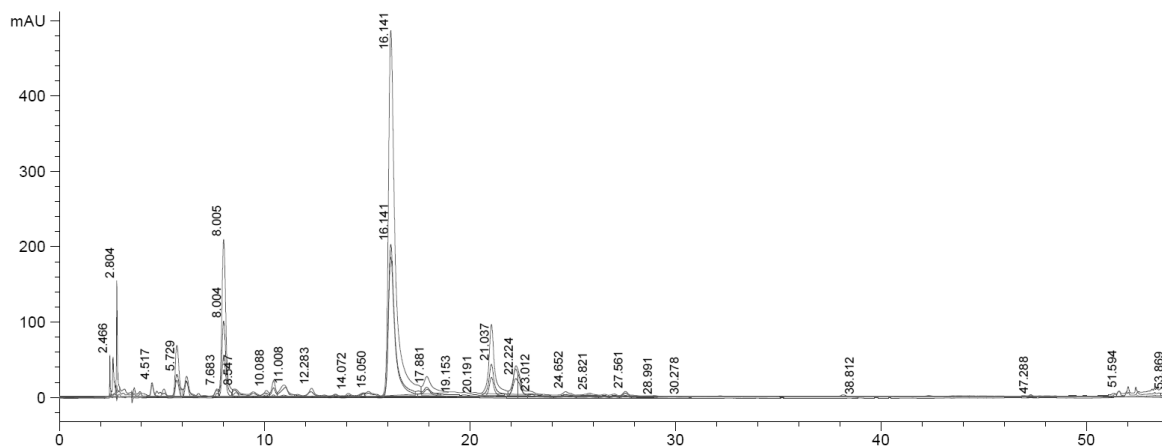


Figura 11. 10. Perfil cromatográfico obtenido de *C. juncea*

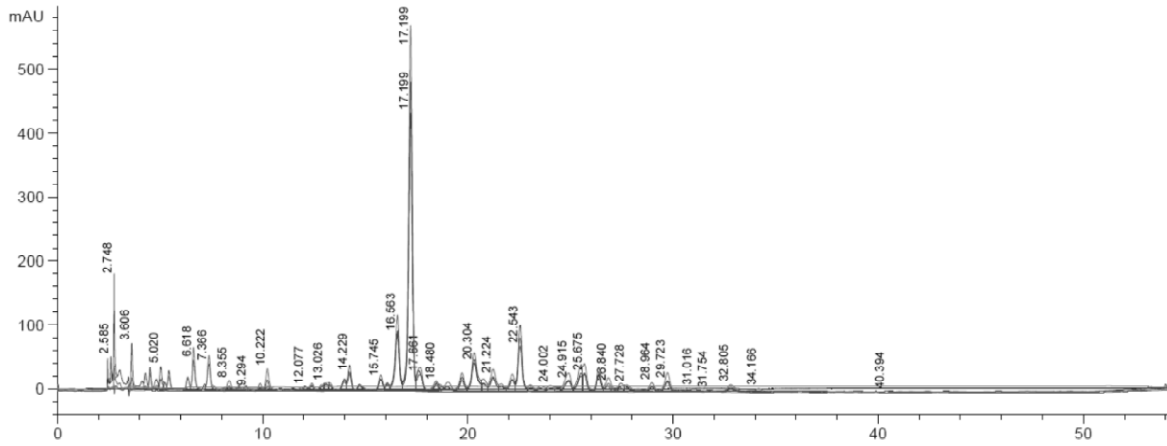


Figura 11.11. Perfil cromatográfico obtenido de *S. vulgaris*

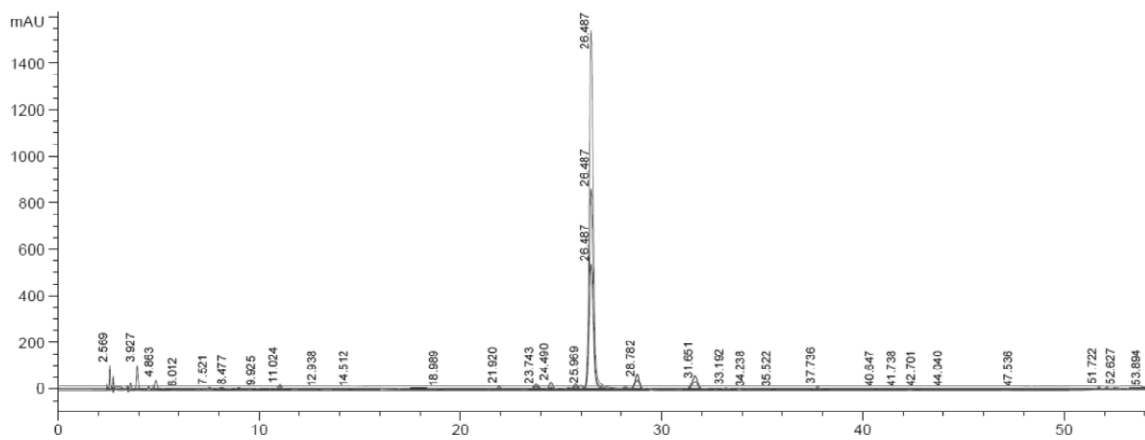


Figura 11.12. Perfil cromatográfico obtenido de *A. azurea*

Resultados y discusión

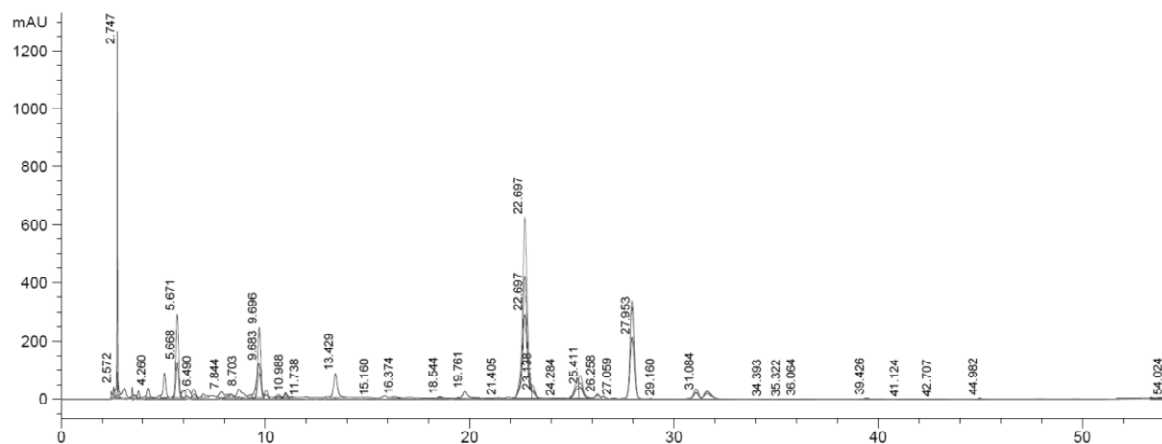


Figura 11.13. Perfil cromatográfico obtenido de *R. pulcher*

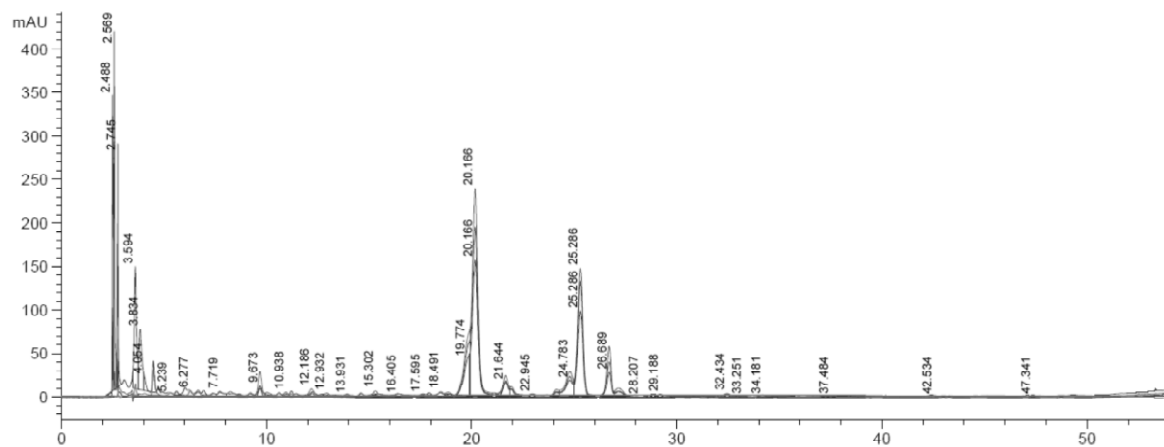


Figura 11.14. Perfil cromatográfico obtenido de *B. vulgaris*

Tabla 11.3. Principales compuestos fenólicos presentes en las especies silvestres estudiadas

Tiempo de retención (min.) (a)	Identidad tentativa de los compuestos fenólicos (b)	Presencia de compuestos fenólicos en cada especie (c)																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3,61	NI																		++		++
3,83	NI															+					++
4,50	NI																		+		
5,08	Derivado de ácido cafeico			+														++			
5,72	Ácido caftarico		++			+	++							++	+++						
6,36	Derivado de ácido cafeico												+								
7,14	Derivado de ácido cumárico														++			+			
8,02	Ácido clorogénico	++	+++	+++	+	++	+	+	+++			+		++				+			
8,36	Derivado de ácido cafeico																	+			
8,47	Derivado de ácido cinámico								+												
9,15	Derivado de ácido cafeico											+									
9,73	Derivado de ácido cafeico													++	+						
9,81	Derivado de ácido cafeico															+					
10,45	Ácido cafeico (P.I.)					+	++														
10,49	NI		+																		
11,29	NI				+																
11,63	NI																+				
12,39	Derivado de ácido cafeico												+								
12,39	Derivado de ácido cumárico		+																		
12,65	NI		+																		
12,86	Derivado de apigenina														+						
12,93	NI																+				
13,22	NI		+																		
13,51	NI													+							
13,56	Derivado de apigenina										+										
13,91	NI																+				
14,47	NI																		+		
15,52	Derivado de apigenina										+										
15,60	Derivado de apigenina														+						

Tabla 11.3. Principales compuestos fenólicos presentes en las especies silvestres estudiadas (continuación)

Tiempo de retención (min.) (a)	Identidad tentativa de los compuestos fenólicos (b)	Presencia de compuestos fenólicos en cada especie (c)																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
22,53	Derivado de apigenina																+			+	
22,54	Quercetina-3-glucósido		++					+	++					+++				+			
23,44	Derivado de kempferol																				+++
23,45	Derivado de apigenina											+									
23,45	Quercetina-3-rutinósido																		+++		
23,93	Derivado de apigenina											++									
24,35	Derivado de kempferol								+												
24,36	Derivado de quercetina																	+			
24,94	NI							+													
25,17	Derivado de quercetina													++							
25,26	Derivado de quercetina												+								
25,29	Derivado de kempferol																	+			
25,36	Derivado de apigenina																++				
25,36	Derivado de quercetina							+													
25,69	Derivado de apigenina											+									
26,19	ácido rosmarínico									+++											
26,55	NI																			+	
26,84	Apigenina-7-glucósido					++															
27,74	Derivado de kempferol		++																		
28,04	Derivado de kempferol							+													
28,45	Kempferol-3-glucósido								+	+				++				+++			+++
28,55	Derivado de quercetina																		+		
28,90	Derivado de quercetina								+												
29,30	Derivado de quercetina		+																		
29,70	Derivado de quercetina																			+	
31,29	Derivado de kempferol									+									+		
36,79	NI		+																		
40,59	NI		+																		

(a) Tiempos de retención normalizados para ácido cafeico como patrón interno (P.I.)

(b) NI: No identificado

(c) + = presente; ++ = abundante; +++ = muy abundante.

(d) 1= *C. juncea*; 2= *C. intybus*; 3= *S. hispanicus*; 4= *S. oleraceus*; 5= *S. marianum*; 6= *T. obovatum*; 7= *A. nodiflorum*; 8= *F. vulgare*; 9= *A. azurea*; 10= *S. vulgaris*; 11= *B. marítima*; 12= *P. rhoeas*; 13= *R. pulcher*; 14= *R. papillaris*; 15= *A. ampeloprasum*; 16= *M. fontana*; 17= *H. lupulus*; 18= *B. dioica*; 19= *T. communis*; 20= *A. acutifolius*.

12. ESTIMACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE LOS EXTRACTOS FENÓLICOS DE ALGUNAS DE LAS ESPECIES SELECCIONADAS

Los hongos son la principal causa de putrefacción postcosecha de los vegetales y frutas frescos durante el almacenamiento y transporte, y por tanto son causa de grandes pérdidas económicas en la fase de comercialización de productos hortofrutícolas (Gatto et al., 2011). Algunos de los hongos implicados en dicho proceso de putrefacción postcosecha, son:

***Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.** Es el agente causal de la “podredumbre gris”, infecta más de 200 especies vegetales distintas. El patógeno puede atacar al cultivo en cualquier estado de desarrollo del mismo y puede infectar cualquier parte aérea de la planta causando serias pérdidas económicas antes y después de la recolección. Debido a la considerable incidencia del patógeno y a las repercusiones económicas que tiene en cultivos de importancia tales como vid, tomate, fresa, ornamentales, se están buscando sistemas alternativos de control de plagas a los fungicidas sintéticos. (Benito et al., 2000)

***Monilia laxa* (Ehrenb) Sacc.** Es conocida por ser un importante patógeno en frutos de hueso como el albaricoque y las cerezas entre otros. Ha sido causa de pérdidas importantes en la industria agrícola, como por ejemplo en Norteamérica y Australia en melocotones, albaricoques, cerezas y ciruelas (EPPO, 2007). Hay ocasiones en las que se confunde con *Monilia fructicola*, porque ambas dan lugar a síntomas semejantes sobre los vegetales. La infección primeramente se da por la expansión de conidios en los frutos y otros tejidos afectados, pudiéndose extender por las ramas de los árboles.

Resultados y discusión

Da lugar a una podredumbre y llegando a producir la momificación de frutos (Tamm y Flückiger, 1993).

Penicillium spp. Del género *Penicillium*, existen más de 100 especies de las cuales solo unas pocas son toxigénicas. De entre todas las especies que pudieran producir toxicidad destaca *P. expansum*, patógeno de los frutos en pomo, (como son las manzanas y las peras), que es la especie productora más importante de una micotoxina conocida como patulina y que es responsable, en muchos casos, de la podredumbre producida tras la recolección de estos frutos. Esta toxina da lugar a efectos adversos en fetos de roedores, además de otros inmunológicos, neurológicos y gastrointestinales. El empleo de manzanas con podredumbre en la elaboración de zumo de manzana o de sidra puede ocasionar grandes concentraciones de patulina en el producto final. En la práctica comercial generalmente las concentraciones no son muy elevadas y como la patulina carece de efectos tóxicos crónicos en la especie humana, los bajos niveles de toxina no suponen un riesgo importante para la salud. Sin embargo, es de gran importancia como indicador de una materia prima de baja calidad en la elaboración de jugos.

Penicillium expansum ha sido considerada la principal causante de alteración de las frutas en pomo. Sus colonias crecen normalmente muy deprisa y dan un exudado con un pigmento soluble marrón naranja o canela (Pitt, 1997).

Aspergillus spp. Es un género de gran importancia en los alimentos. Se encuentran fácilmente en productos alimenticios almacenados, como cereales, frutos secos y especias. Es un género muy amplio del que se conocen más de 100 especies. Para su

identificación, un punto de partida útil es el color de sus conidios, además de su morfología microscópica (Hocking, 1997).

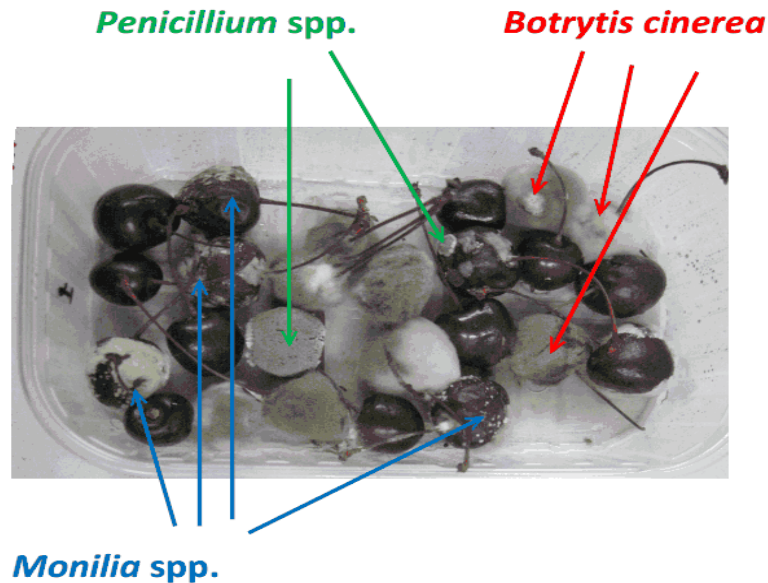


Figura 12.1. Fotografía de frutos infectados por *Penicillium spp.*, *B. cinerea* y *M. laxa*. (M.A. Gatto)

El control postcosecha de todas estas plagas se ha realizado principalmente mediante el uso de fungicidas, como la iprodiona, el clorano, el diclorano, la fenexamida, el fludioxonil (Forster et al., 2007), pero las sustancias activas autorizadas para la composición de estos fungicidas es muy limitada y los hongos han creado resistencia a muchas de estas sustancias, suponiendo un riesgo para la salud de los consumidores, principalmente por la posibilidad de sintetizar micotoxinas (Ippolito et al., 2005). Es por ello que actualmente se están buscando alternativas al uso de pesticidas químicos, que protejan el medio ambiente y reduzca la cantidad de sustancias químicas en el producto y a los cuales las especies patógenas no hayan creado resistencia. El uso de

Resultados y discusión

compuestos naturales que inhiban el crecimiento de estos hongos ha comenzado a ser estudiado (Neri et al., 2007; Feng et al., 2008; Hou et al., 2010), alcanzando gran interés en la actualidad.

Existen referencias de la existencia de sustancias como los compuestos fenólicos con actividad antifúngica y antibacteriana en plantas silvestres que ha sido estudiada por algunos autores (Cvetni, 2004; Park et al., 2008; Gatto et al., 2011), y podría ser de gran interés para sustituir a otros compuestos de síntesis, con mayor toxicidad.

Anchusa azurea y *Beta maritima* se han seleccionado para el estudio de su actividad antifúngica por presentar un perfil interesante de compuestos fenólicos, según este estudio y los trabajos previos de Morales et al. (2014) y de Kuruüzüm-Uz et al. (2010), y no haber sido estudiada la actividad antifúngica de dichos compuestos fenólicos.

Con los extractos fenólicos de *A. azurea* y de *B. maritima* se ha llevado a cabo el estudio de la actividad antifúngica de estas especies, frente a 7 hongos diferentes (*Botrytis cinerea*, *Monilia laxa*, *Penicilium expansum*, *Penicilium digitatum*, *Penicilium italicum*, *Apergillus carbonarius* y *Aspergillus niger*), causantes de infecciones en frutas, cuyos resultados se detallan en la tabla 12.1.

Tabla 12.1. Ensayo *in vitro* con extractos fenólicos de *A. azurea* (lenguaza) y *B. maritima* (acelga silvestre) de la inhibición del crecimiento fúngico (expresado en %)

	<i>B.cinerea</i>		<i>M.laxa</i>		<i>P.expansum</i>		<i>P.digitatum</i>	
	IGC	IGTE	IGC	IGTE	IGC	IGTE	IGC	IGTE
Control	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
<i>A. azurea</i>	17,05 ^a	21,67 ^b	0 ^a	10,73 ^a	6 ^{ab}	33,19 ^b	93,33 ^c	84,85 ^c
<i>B. maritima</i>	5,68 ^{ab}	7,60 ^{ab}	18,07 ^b	0 ^a	8 ^b	44,01 ^b	49,33 ^b	72,22 ^b

	<i>P.italicum</i>		<i>A.carbonarius</i>		<i>A.niger</i>	
	IGC	IGTE	IGC	IGTE	IGC	IGTE
Control	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
<i>A. azurea</i>	69,77 ^c	57,07 ^c	1 ^a	28,32 ^b	0 ^a	68,89 ^b
<i>B. maritima</i>	40,70 ^b	34,55 ^b	2 ^a	27,80 ^b	0 ^a	72,28 ^b

IGC: inhibición de la germinación conídica; IGTE: inhibición del crecimiento del túbulo de elongación.

En cada celda, diferentes letras significan variaciones estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

Como se puede apreciar en las figuras 12.2. y 12.3., así como en la tabla 12.1., la especie más sensible frente a ambos extractos fue *Penicillium* sp. El mejor resultado se obtuvo con el extracto fenólico de *A. azurea*, que consiguió inhibir la germinación conídica en más de un 90% en la especie *P. digitatum* y disminuyó el crecimiento del tubo de elongación en un 84,85%.

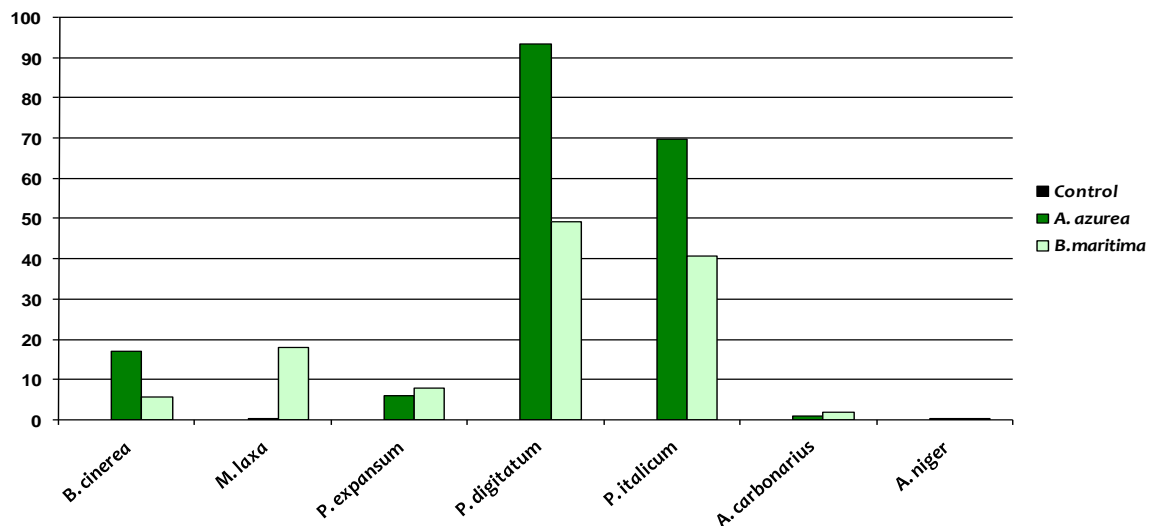


Figura 12.2. Porcentaje de inhibición de la germinación conídica en los extractos de *A. azurea* y *B. maritima*

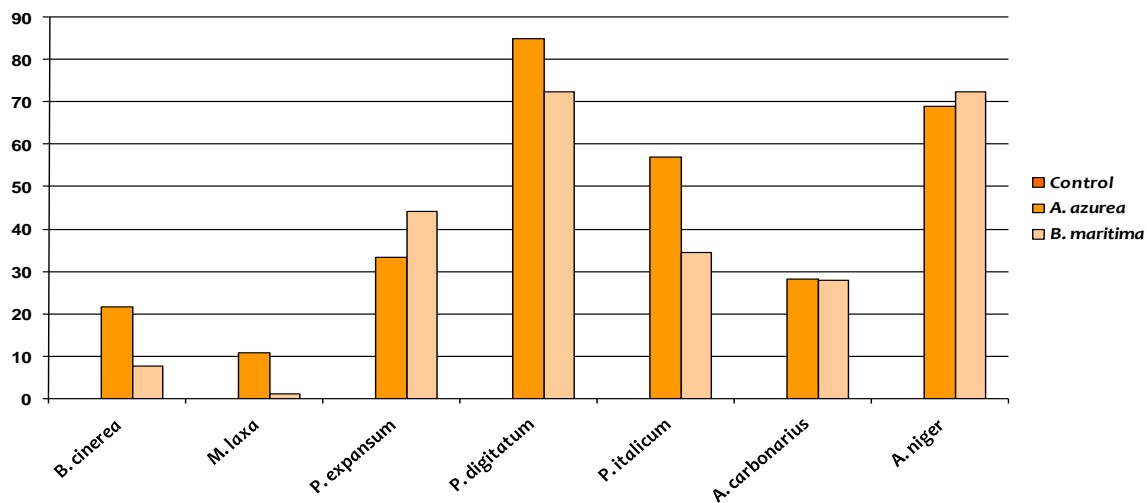


Figura 12.3. Porcentaje de inhibición del crecimiento del túbulo de elongación en los extractos de *A. azurea* y *B. maritima*

El control, en el que se encontraba la suspensión conídica pero en la que no había ningún extracto fenólico de planta silvestre, no mostró inhibición de la germinación conídica ni del tubo de elongación tras ser sometido a una incubación de 17 horas a 16,5°C.

En general, los extractos fueron más efectivos reduciendo la germinación del tubo de elongación que la germinación conídica. En las especies del género *Aspergillus* la inhibición de la germinación conídica es prácticamente nula.

Otras especies silvestres han sido estudiadas desde este punto de vista y siguiendo condiciones similares de análisis (Gatto et al., 2011), frente a las mismas especies de hongos, y todas proporcionan una mayor o menor inhibición de los hongos, siendo *Sanguisorba minor* la especie silvestre que mejor resultados dio alcanzando en ocasiones inhibiciones del 100%, pero en el resto de especies estudiadas se obtuvieron resultados semejantes a los hallados en este estudio.

Como conclusión de este estudio, se puede decir que en una primera aproximación, *A. azurea* y *B. maritima* poseen actividad antifúngica, alcanzando la mayor efectividad sobre las especies del género *Penicillium*. En cualquier caso no inhiben totalmente el crecimiento de estas especies a las concentraciones ensayadas, por lo tanto queda un importante campo de investigación abierto y muy interesante desde el punto de vista de la industria agroalimentaria.

CONCLUSIONES

A) Caracterización del valor nutricional de plantas silvestres comestibles:

De las especies estudiadas, se pueden destacar las siguientes características, así como algunos aspectos en relación a su adecuación a lo establecido en el Reglamento(CE) n° 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006:

1. Los bulbos de *A. ampeloprasum* destacan por su elevado contenido en hidratos de carbono (valor medio de 16,6 g/100g), muy superior a cualquiera de los otros vegetales estudiados.
2. Todas las especies estudiadas excepto las hojas y tallos tiernos de *M. fontana* presentan bajos contenidos de grasa, pudiéndose considerar como “alimentos sin grasa” (menos de 0,5 %), así como como “alimentos de bajo valor energético” (menos de 40 Kcal/100g).
3. Todas las plantas estudiadas excepto *A. nodiflorum* y *S. marianum*, son buenas fuentes de fibra (> 3%), especialmente las hojas de *C. juncea* y *T. obovatum*, con (4-13,4% y 5,4-8,6% respectivamente), lo que supone que 100g de las mismas podrían cubrir el 43% de la ingesta diaria de fibra recomendada.

Conclusiones

4. Las siguientes especies, además de ser fuente de fibra, destacan por ser “fuente de” algunos minerales ($\geq 15\%$) o por contener un “alto contenido de” ($\geq 30\%$) algunos minerales:

-Las hojas de ajonjera (*C. juncea*) son fuente de K, Ca, Cu, Fe y Mn, y presentan una muy buena relación oxálico/Ca.

-Las hojas de amapola (*P. rhoeas*) son fuente de K, Cu, Fe y Zn.

-Las acelgas silvestres (*B. maritima*), así como las collejas (*S. vulgaris*) destacan por tener un alto contenido de K y Mn.

- Los cardillos (*S. hispanicus*) son fuente de Ca y Fe, y especialmente de K, con una buena relación oxálico/Ca.

- Las hojas y tallos tiernos de hinojo (*F. vulgare*) son fuente de Ca con muy buena relación oxálico/Ca.

-Las corujas (*M. fontana*) son una muy buena fuente de Mn.

- Las hojas de diente de león (*T. obovatum*) pueden ser consideradas como una fuente de Fe.

B) Influencia de la cocción sobre las hojas de *R. pulcher*, hojas y tallos tiernos de *S. vulgaris*, y sobre los espárragos silvestres (*A. acutifolius*, *B. dioica*, *H. lupulus* y *T. communis*):

5. La cocción supone un incremento de la humedad en todas estas verduras, una disminución del contenido proteico y mineral. La fibra se mantiene como un componente mayoritario en la composición de las mismas, cubriendo un 16.88-9.33% de las recomendaciones diarias con 100 g de verdura cocida. Los espárragos

suelen retener mejor sus nutrientes tras la cocción con respecto a las verduras de hoja, lo que se atribuye a su diferente estructura tisular.

6. Na, K, Mg y Zn fueron los minerales que experimentaron mayores pérdidas durante la cocción de las verduras (porcentajes de pérdidas medios de alrededor del 50%). Por el contrario, los contenidos de Ca, Cu, Fe y Mn experimentan menores pérdidas tras la cocción. Las collejas (*S. vulgaris*) continúan siendo una buena fuente de Mn tras la cocción, manteniendo sus niveles en torno a 0,6 mg/100g.

C) Determinación de compuestos bioactivos: Carotenoides y Compuestos fenólicos

7. Las cuatro especies de espárragos silvestres estudiados presentan un mayor contenido de carotenoides que muchos vegetales convencionales consumidos frecuentemente en el área mediterránea. Todos presentan un mayor contenido de xantofilas (luteína, neoxantina y violaxantina) que de β -caroteno. De ellas, los brotes tiernos de brionia (*B. dioica*), son los que presentaron un mayor contenido de carotenoides, y todas ellas se podrían considerar buenas fuentes de neoxantina y violaxantina, carotenoides que raramente aparecen en tablas de composición de alimentos.
8. El compuesto fenólico que predomina en estos vegetales es el ácido clorogénico, siendo mayoritario en las hojas de achicoria (*C. intybus*), cardillos (*S. hispanicus*) y en las hojas y tallos tiernos de hinojo (*F. vulgare*). También cabría destacar la presencia de ácido chicórico, sobre todo en especies de la familia *Asteraceae*. Las hojas de lenguaza (*A. azurea*) son la única verdura de entre las estudiadas que

Conclusiones

presentó ácido rosmarínico en su composición, siendo además el principal compuesto de la misma.

D) Valoración de la actividad antifúngica de los extractos de algunas de las especies seleccionadas

9. Los extractos fenólicos obtenidos de las hojas de lenguaza (*A. azurea*) y *acelga silvestre* (*B. maritima*) poseen actividad antifúngica, y alcanzan la mayor efectividad sobre las especies del género *Penicillium*. El mejor resultado se obtuvo con *A. azurea*, que consiguió inhibir la germinación conídica en más de un 90% en la especie *P. digitatum* y disminuyó el crecimiento del túbulo elongación en un 84,85%.

CONCLUSION FINAL

10. Las plantas silvestres consideradas en este estudio son alimentos muy interesantes desde el punto de vista nutricional por lo que su consumo tradicional debe ser preservado. El presente trabajo aporta una visión global sobre su valor nutritivo (composición centesimal completa, macro y microelementos minerales), que viene a completar la escasa información nutricional existente sobre este tema en las especies estudiadas, y permite que puedan ser incluidas en Tablas de Composición de Alimentos, presentándolas, además, como una alternativa más, al no tan amplio abanico de verduras consumidas en la actualidad, lo que hace posible una mayor diversificación de la dieta.

A) Nutritional value of wild edible plants

From the studied species the following characteristics can be stood out, as well as some aspects related to the Regulation (CE) n° 1924/2006 of the Europe Parliament and Council, of 20 December of 2006:

1. *A. ampeloprasum* bulbs stand out for its high carbohydrate contents (16.6 g/100g average), much higher than other vegetables here studied.
2. All species, except *M. fontana* present low fat content, allowing to consider them as “fat free” (below 0,5 %), as well “low energy” foods (40 Kcal/100g).
3. All studied vegetables, except *A. nodiflorum* and *S. marianum*, are good fibre sources (> 3%), especially *C. juncea* and *T. obovatum* (4-13.4% y 5.4-8.6% respectively); 100g could provide 43% of the diary recommended intakes of fibre.

4. In addition of being sources of fibre, the following species should be considered as “source of” ($\geq 15\%$) or “high content of” ($\geq 30\%$) some minerals:

- *C. juncea* leaves (skeleton weed) are a source of K, Ca, Cu, Fe and Mn, with a very good oxalic acid/Ca ratio.
- Poppy leaves (*P. rhoeas*) are a source of K, Cu, Fe and Zn.
- *B. maritima* leaves (see beat) and *S. vulgaris* stems and leaves (bladder campion) stand out for their high content of K and Mn.
- *S. hispanicus* leaves (golden thistle) are a source of Ca, Fe, and especially K, with a good oxalic acid/Ca ratio.
- Fennel (*F. vulgare*) is a source of Ca, with a very good relation oxalic acid/Ca ratio.
- Water blinks (*M. fontana*) are a very good source of Mn.
- Dandelion leaves (*T. obovatum*) can be considered as a source of Fe.

B) Influence of cooking process on *R. pulcher* leaves, *S. vulgaris* stems with leaves and wild shoots (*A. acutifolius*, *B. dioica*, *H. lupulus* y *T. communis*):

5. The cooking process (boiling) supposes a increase of water content in all the vegetables studied, as well as protein and mineral contents reduction. Fibre stands as a major compound also in the cooked product, which provides 16.88-9.33% of dialy recommendations in a 100 g portion. Shoots showed a better retention of nutrients better than leaves, attributable to their different tissue structure.

6. Na, K, Mg and Zn experimented higher losses during cooking process (average losses percent of 50% approximately). On the contrary, Ca, Cu, Fe and Mn contents presented lower losses after cooking. *S. vulgaris* are still a good Mn source, even after the cooking, with levels around of 0.6 mg/100g.

C) Bioactive compounds content: Carotenoids and Phenolic compounds

7. The four wild shoots studied present higher content carotenoids, compared to other conventional vegetables frequently consumed in the Mediterranean area. All of them present a higher xanthophyls content (lutein, neoxanthin and violaxanthin) than β -carotene. Tender shoots of *B. dioica* presented the highest content of carotenoids, and all shoots could be considered as good sources of neoxanthin and violaxanthin, compounds that rarely appear in Food Composition Tables.
8. Clorogenic acid is the main phenolic compound in the vegetables studied, being a major compound in cichory leaves (*C. intybus*), golden thistle (*S. hispanicus*) and fennel (*F. vulgare*). It is worth noting the presence of chicoric acid, especially in species of the Asteraceae family. *A. azurea* leaves (bugloss) is the only specie presenting rosmarinic acid, being the main phenolic compound in this species.

D) Antifungal activity of the phenolic extracts of some selected species

9. The phenolic extracts of bugloss (*A. azurea*) and sea beet leaves (*B. maritime*) present antifungal activity, achieving the high effect over *Penicillium* species. The best results were obtained with *A. azurea* leaves, which inhibited the conidial germination of the *P. digitatum* species more than 90% and decreased the elongation tubule in 84.85%.

FINAL CONCLUSION

10. Wild plants considered in this study are interesting foods from the point of nutritional view. For that reason, their traditional consumption must be preserved. The present work provides an overall study on their nutritional value (proximate composition, macro and microelements), that completes the scarce nutritional information available in the studied species, and allows their inclusion Food Composition Tables. In addition, they are presented as alternatives for the limited variety of vegetables currently consumed, making possible a diversification of the diet.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Abdel-Aal, E.S.M.; Young, J.C.; Akhtar, H.; Rabalski, I. 2010. **Stability of lutein in wholegrain bakery products naturally high in lutein or fortified with free lutein.** Journal of agricultural and food chemistry, 58 (18), 10109-10117.

AESAN, 2005. **Estrategia NAOS. Estrategia para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad.**

<http://www.naos.aesan.msssi.gob.es/naos/ficheros/estrategia/estrategianaos.pdf>

Alarcón, R.; Ortiz, L.T.; García, P. 2006. **Nutrient and fatty acid composition of wild edible bladder campion populations (*Silene vulgaris* (Moenck.) Garcke).** International Journal of Food Science and Technology 41, 1239-1242.

Alfawaz, M.A. 2006. **Chemical composition of hummayd (*Rumex vesicarius*) grown in Saudi Arabia.** Journal of Food Composition and Analysis 19, 552-555.

Alonso Aperte, E. 2011. **Patrones de dieta actual en el mundo mediterráneo.** En: ¿Es posible la dieta mediterránea en el siglo XXI? Fundación Tomás Pascual y Pilar Gómez-Cuétara; universidad San Pablo CEU y Universidad Cardenal Herrera CEU. Ed. International Marketing and Communication.

Al-Qudah, J.M. 2009. **Identification and Quantification of Major Carotenoids in Some Vegetables.** American Journal of Applied Sciences 6 (3), 492-497.

Al-Zoreky, N.S. 2009. **Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels.** Int. J. Food Microbiol. 134, 244-248.

Badui Dergal, S. 2006. **Química de los Alimentos**. Pearson Educación. Mexico. 4ª Ed.

Barros, L.; Carvalho, A.M.; Ferreira, IC.F.R. 2010. **The Nutritional Composition of Fennel (*Foeniculum vulgare*): Shoots, leaves, stems and inflorescences**. Food Science and Technologies 43, 814-818.

Barros, L., Dueñas, M. Ferreira, IC, Maria Carvalho, A., & Santos-Buelga, C. 2011. **El uso de HPLC-DAD-ESI/MS al perfil compuestos fenólicos en verduras silvestres comestibles de Portugal**. Food Chemistry, 127 (1), 169-173.

Benitez, G.; Gonzalez-Tejero, M.R.; Molero-Mesa, J. 2010. **Pharmaceutical ethnobotany in the western part of Granada province (southern Spain): Ethnopharmacological synthesis**. Journal of Ethnopharmacology, 129 (1), 87-105.

Benito, E. P.; Arranz, M.; Eslava, A. P. 2000. **Factores de patogenicidad de Botrytis cinerea**. Rev Iberoam Micol. 17, 43-46.

Bergström, L. 1994. **Nutrient losses and gains in the preparation of food**. NLG Report, 32 National Food Administration, Sweden.

Bernabeu-Mestre, J. 2011. **La Dieta Mediterránea desde la perspectiva histórica y cultural**. En: ¿Es posible la dieta mediterránea en el siglo XXI? Fundación Tomás Pascual y Pilar Gómez-Cuétara; universidad San Pablo CEU y Universidad Cardenal Herrera CEU. Ed. International Marketing and Communication.

Bibliografía

Bianco, V.V.; Santamaría, P. 1998. **Nutritional value and nitrate content in edible wild species used in Southern Italy.** Proc. 3rd IS on Diversification of vegetable crops. Acta Hort. 467. ISHS 1998

Bonet, M.A.; Vallés, J. 2002. **Use of non crop food vascular plant in Montseny biosphere reserve (Catalonia, Iberian peninsula).** Int. J Food Sci Nutr 53, 225-248.

Cámara, M. 2006. **Calidad Nutricional y Salud.** En. Mejora Genética de la calidad en plantas. SECH. Sociedad Española de Genética. 45-65. Valencia. España.

Cámara, M.; Sánchez-Mata, M.C. 2011. **Agrodiversidad y Salud.** Ambianta 95, 90-96.

Carnovale, E. and Miuccio, F. 1989. **Tabelle di composizione degli alimenti.** Istituto Nazionale della nutrizione. Litho Delta.Milano.Italia.

Carrillo, R.; Cárdenas, M. E.; Hernández, R. 2002. **Aumento de la calidad sensorial de la cerveza corriente.** Ciencia y Tecnología de Alimentos 12, (1)

Carvalho, A.M.; Morales, R. 2010. **Persistence of Wild Food and Wild Medicinal Plant Knowledge in a North Eastern Region of Portugal.** In M. Pardo de Santayana, A.; Pieroni & R. Puri (eds.), Ethnobotany in the New Europe: People, Health and Wild Plant Resources. Osford, UK: Berghahn Books.

Casañas Artigas, F. 2010. **Origen y evolución de las plantas cultivadas hasta la “Revolución Verde” en La Agrodiversidad.** Historia natural y económica. En Cruanyes,

J.S.; Plans, M.; Casañas Artigas, F. Editores. I Seminario Internacional sobre la Agrodiversidad como estrategia para el mantenimiento del territorio. Fundación de estudios superiores de Olot, Barcelona.

Casseres, E. 1980. **Producción de hortalizas** (No. 42). Biblioteca Orton IICA/CATIE.

Chai, W; Liebman, M. 2005. **Effect of Cooking Method on Vegetable Oxalate Content**. J. Agric. Food Chem. 53, 3027-3030.

Codex Alimentarius. 2006. **Código alimentario español y disposiciones complementarias**. 7ª ed. Editorial Tecnos. España.

Concon, J.M.1988. **Toxicology. Principles and Concepts**. Marcel Dekker, NewYork.

Conforti, F., Sosa, S., Marrelli, M., Menichini, F., Statti, G.A., Uzunov, D., Tubaro, A., Menichini, F. 2009. **The protective ability of Mediterranean dietary plants against the oxidative damage: The role of radical oxygen species in inflammation and the polyphenol, flavonoid and sterol contents**. Food Chemistry, 112, 587-594.

Cordain, L. 1999. **Cereal grains : Humanity's double-edged sword**. En: Simopoulos, A.P. (ed.) Evolutionary aspects of Nutrition and Health . Diet, exercise, genetic and chronic disease. World Review of Nutrition and Dietetics, 84, 19-73. Karger, Basel.

Bibliografía

Cordain, L.; Boyd, S.; Sebastian, A.; Mann, N.; Lindeberg, S.; Watkins, B.A.; O'Keefe, J.H.; Brand-Miller, J. 2005. **Origins and evolution of the western diet: health implications for the 21st century.** Am J Clin Nutr 81(2) 341-354.

Cornara, L.; La Rocca, A.; Marsili, S.; Mariotti, M.G. 2009. **Traditional uses of plants in the Eastern Riviera (Liguria, Italy).** Journal of Ethnopharmacology, 125,16-30.

Curtis, BM.; O'Keefe, JH. Jr. 2002. **Understanding the Mediterranean diet. Could this be the new “gold standard” for heart disease prevention?** Postgrad Med. 112, 35-38; 41-45.

Cvetnic, Z.; Vladimir-Knezevic, S. 2004. **Antimicrobial activity of grapefruit seed and pulp ethanolic extract.** Acta Pharm. 54, 243-250.

De Cervantes, M. 1615. **Segunda Parte del ingenioso caballero Don Quijote de la Mancha.** Madrid: Juan de la Cuesta. Disponible en <http://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/don-qvixote-sic-de-la-mancha-segunda-parte—o/html>.

De Ritter, E.; Purcell, A. E. 1981. **Carotenoid analytical methods.** In: Bauernfeind, J.C., Ed. Carotenoids os colorants and vitamin A precursors; Chapter 10. Academic Press: London.

Del Rio, M.; Font, R.; Almela, C.; Vélez D.; Montoro, R.; De Haro-Bailón, A. 2002. **Heavy metals and arsenic uptake by wild vegetation in the Guadiamar river area after the toxic spill of the Aznalcóllar mine.** Journal of the Biotechnology 98, 125-137

Derache, R. 1990. **Toxicología y seguridad de los alimentos**. Omega, Barcelona.

Downie, S.R.; Katz-Downie D.S. 1996. **A Molecular Phylogeny of Apiaceae Subfamily Apioideae: Evidence from Nuclear Ribosomal DNA Internal Transcribed Spacer Sequences**. American Journal of Botany, 83, (2) 234-251.

Eaton, S.B.; Konner, M. 1985. **Paleolithic Nutrition- A Consideration of Its Nature and Current Implications**. New England Journal of Medicine 312(5) 283-289.

Ecke, W.; Michaelis, G. 1990. **Comparison of chloroplast and mitochondrial DNA from five morphologically distinct Beta vulgaris cultivars: sugar beet, fodder beet, beet root, foliage beet, and Swiss chard**. Theoretical and Applied Genetics, 79(4), 440-442.

Edelenbos, M.; Chritensen, L.P.; Grevsen, K. 2001. **HPLC determination of chlorophyll and carotenoid pigments in processed green pea cultivars (*Pisum sativum*)**. J. Agric. Food Chem. 49, 4768-4774.

EFSA 2010. **Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA); Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre**. EFSA Journal; 8(3):1462 [77 pp.]. Available online: www.efsa.europa.eu

Egea- Gilabert, C.; Niñirola, D.; Conesa, E.; Candela, M.E.; Fernández, J.A. 2013. **Agronomical use as baby leaf salad of *Silene vulgaris* based on morphological, biochemical and molecular traits**. Scientia Horticulturae 152, 35-43.

Bibliografía

Ekstrom, A.M.; Serafini, M.; Nyren, O.; Hansson, L.E.; Ye, W.; Wolk, A. 2000. **Dietary antioxidant intake and the risk of cardia cancer and noncardia cancer of the intestinal and diffuse types: a population-based case-control study in Sweden.** *Int. J. Cancer* 87, 133-140.

El Beyrouthy, M.; Arnold, N.; Delelis-Dusollier, A.; Dupont, F. 2008. **Plants used as remedies antirheumatic and antineuralgic in the traditional medicine of Lebanon.** *Journal of Ethnopharmacology* 120, 315-334.

Elliott, R. 2005. **Mechanisms of genomic and non-genomic actions of carotenoids.** *Biochim Biophys Acta.* 1740, 147-54.

EPPO. 2007. **List of A2 Pests Regulated as Quarantine Pests in the EPPO Region, OEPP/EPPO** from <http://www.eppo.org/QUARANTINE/listA2.htm>.

Escudero, N.L.; De Arellano, M.L.; Fernández, S.; Albarracín, G.; Mucciarelli, S. 2003. **Taraxacum officinale as a food source.** *Plant Foods Hum Nutr* 58, 1–10.

Etkin, N.L. 1996. **Medicinal cuisines: Diet and Ethnopharmacology.** *Int J Pharmacogn* 34(5): 313-326.

FECYT 2005. **Alimentos Funcionales.** Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, Madrid.

Femenia, A.; Robertson, J.A.; Waldron, K.W.; Selvendran, R.R. 1998. **Cauliflower (*Brassica oleracea* L), Globe Artichoke (*Cinara scolymus*) and Chicory Witloof (*Cichorium intybus*) Processing By-products as Sources of Dietary Fibre.** *J Sci Food Agric* 77, 511-518.

Feng, X.Y.; Wang, B.G.; Li, W.S.; Shi, L.; Cao, J.K.; Jiang, W.B. 2008. **Preharvest application of phellodendron bark extracts controls brown rot and maintains quality of peento-shaped peach.** *Hortscience* 43, 1857-1863.

Fennema, O.R. 2000. **Química de los alimentos.** cap.5-6. Editorial Acribia. 2ª edición.

Fior, S.; Karis, P.O., Casazza, G., Minuto, L.; Sala, F. 2006. **Molecular phylogeny of the Caryophyllaceae (Caryophyllales) inferred from chloroplast matK and nuclear rDNA ITS sequences.** *American journal of botany*, 93(3): 399-411.

Flora Ibérica. **Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares.** Real Jardín Botánico. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. <http://www.floraiberica.org/>

Flyman, M.V.; Afolayan, A.J. 2006. **The suitability of wild vegetables for alleviating human dietary deficiencies.** *South African Journal of Botany*. 72, 492-497.

Font Quer P. 2005. **Plantas Medicinales. El Dioscórides Renovado.** 6ª edición. Barcelona, España:Editorial Labor S.A.

Förster, H.; Driever, G.F.; Thompson, D.C.; Adaskaveg, J.E. 2007. **Postharvest decay management for stone fruit crops in California using the “reduced-risk” fungicides**

Bibliografía

fludioxonil and fenhexamid. Plant Dis. 91, 209–215.

Frasetto, L.A.; Schloetter, M.; Mietus-Synder, M.; Morris, R.C.; Sebastian, A. 2009. **Metabolic and Physiologic improvements from consuming a paleolithic, huntergatherer type diet.** European Journal of Clinical Nutrition 63(8): 947-955.

Fuentes-Alventosa, J.M. 2010. **Caracterización de componentes bioactivos del espárrago verde: obtención de ingredientes funcionales a partir de los subproductos generados durante su transformación industria.** Tesis doctoral. Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Córdoba.

Fundación Dieta Mediterránea. 2012. www.dietamediterranea.com

Gamon, J. A.; Surfus, J. S. 1999. **Assessing leaf pigment content with a reflectometer.** New Phytologist, 43, 105-117.

García- Herrera, P.; Olmedilla-Alonso, B.; Sánchez-Mata, MC.; Cámara, M.; Tardío, J. 2012. **Carotenoids characterization of wild edible young shoots traditionally consumed in Spain (*Asparagus acutifolius* L., *Humulus lupulus* L., *Bryonia dioica* Jacq. and *Tamus communis* L.)** J Sci Food Agric (wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/jsfa.5952.

Gatto, M.A. 2006. **Ricerca e caratterizzazione di sostanze estratte da piante spontanee eduli, attive contro marciumi di prodotti ortofrutticoli freschi in post-raccolta.** tesi di Dottorato di Ricerca in Protezione delle Colture. Università degli Studi di Bari, XVIII Ciclo.

Gatto, M. A.; Ippolito, A.; Linsalata, V.; Cascarano, N. A.; Nigro, F.; Vanadia, S.; Di Venere, D. 2011. **Activity of extracts from wild edible herbs against postharvest fungal diseases of fruit and vegetables.** *Postharvest Biology and Technology* 61, 72–82.

Gatto, M. A.; Sanzani, S. M.; Tardia, P.; Linsalata, V.; Pieralice, M.; Sergio, L.; Di Venere, D. 2013. **Antifungal activity of total and fractionated phenolic extracts from two wild edible herbs.** *Natural Science*, Vol.5, No.8, 895-902.

Giacosa, A. 2004. **The Mediterranean diet and its protective role against cancer.** *Eur J Cancer Prev.* 13, 155-157.

González, J.A.; García-Barriuso, M.; Amich, F. 2010. **Ethnobotanical study of medicinal plants traditionally used in the Arribes del Duero, western Spain.** *J. Ethnopharmacol.* 131, 343-355.

Gonzalez-Tejero, M.R.; Casres-Porcel, M.; Sánchez-Rojas, C.P.; Ramiro-Gutierrez, J.M.; Molero-Mesa, J.; Pieroni, A.; Giusti, M.E.; Censorii, E.; de Pasquale, C.; Della, A.; Paraskeva-Hadijchambi, D.; Hadijchambis, A.; Houmanie, Z.; El-Demerdash, M.; El-Zayat, M.; Hmamouchig, M; Eljohrig, S. 2008. **Medicinal plants in the Mediterranean area: Synthesis of the results of the project Rubia.** *Journal of Ethnopharmacology* 116, 341-357.

Granado, F.; Olmedilla, B.; Blanco, I.; Rojas-Hidalgo, E. 1992. **Carotenoid composition in raw and cooked Spanish vegetables.** *J. Agric. Food Chem.* 40, 2135-2140.

Bibliografía

Grivetti, L.E. 2006. **Edible wild plants as food and medicine: reflections on thirty years of fieldwork.** En: Pieroni, A.; Price, L.L. (ed.) “Eating and Healing. Traditional food as medicine”. Food Product Press, Haworth Press, New York.pp. 11-38.

Grivetti,L.E.; Ogle, B.M. 2000. **Value of traditional foods in meeting macro- and micronutrients needs : the wild plant connection.** Nutr Res Rev 13, 31-46.

Gross, J. 1991. **Pigments in Vegetables: Chlorophylls and Carotenoids.** Van Nostrand Reinhold, New York.

Guarrera, P.M. 2003. **Food medicine and minor nourishment in the folk traditions of Central Italy (Marche, Abruzzo and Latium).** Fitoterapia 74, 515-544.

Guarrera, P.M.; Forti, G; Marignoli, S. 2005. **Ethnobotanical and ethnomedicinal uses of plants in the district of Acquapendente (Latium, Central Italy).** Journal of ethnopharmacology, 96, 429-444.

Guil-Guerrero, J.L.; Torija, M.E.; Giménez, A.; Rodríguez-García, I. 1996. **Identification of fatty acids in edible wild plants by gas chromatography.** Journal of Cromatography A, 719, 229-235.

Guil, J.L., Torija, M.E., Giménez, J.J., Rodríguez-García, I., & Giménez, A. 1996. **Oxalic acid and calcium determination in wild edible plants.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 1821–1823.

Guil-Guerrero, J.L.; Rodríguez-García, I.; Torija, E. 1997. **Nutritional and toxic factors in selected wild edible plants.** *Plant Foods for Human Nutrition* 51, 99-107.

Guil-Guerrero, J.L.; Torija-Isasa, M.E. 1997. **Composición centesimal en plantas silvestres comestibles (II).** *Alimentaria* 10, 95-101.

Guil-Guerrero, J.L.; Giménez-Giménez, A.; Rodríguez-García, I.; Torija-Isasa, M.E. 1998a. **Nutritional Composition of *Sonchus* Species (*S. asper* L, *S. oleraceus* L and *S. tenerrimus* L).** *J Sci Food Agric* 76, 628-632.

Guil-Guerrero, J.L.; Giménez-Martínez, J.J.; Torija-Isasa, M.E. 1998b. **Mineral Nutrient Composition of Edible Wild Plants.** *J Food Comp Anal* 11, 322-328.

Guil-Guerrero, J.L.; Torija-Isasa, M.E. 1998. **Nutritional composition of leaves of *Chenopodium* species.** *International Journal of Food Science and Nutrition* 48, 321-327.

Guil-Guerrero, J.L.; Rodríguez-García, I. 1999. **Lipids clases, fatty acids and carotenes of the leaves of six edible wild plants.** *Eur. Food Res. Technol.* 209, 313-316.

Guil-Guerrero, J.L.; Torija-Isasa, M.E. 2002. **Recent progress in medicinal plants.** Eds. D.K. Majundar, J.N. Govil y V.K. Singh. Sci.Tech. Publishing LLC, Texas, USA. pp. 431-466

Hadad Chi, G.R.; Moradi, Z. 2005. **The amounts and distribution of diosgenin and saponin and their carbohydrate moiety of *Tamus communis* L.** *J. Agric. Sci. Nat. Resour.* 12(2), 55-66.

Bibliografía

Hadjichambis, A.C.; Paraskeva-Hadjichambi, D.; Della, A.; Giusti, M.E.; De Pasquale, C.; Lenzarini, C.; Censorii, E.; González-Tejero, M.R.; Sanchez-Rojas, C.P.; Ramiro-Gutiérrez, J.M.; 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.** *Int J Food Sci Nutr* 59(5): 383-414.

Hammed, I.; Dastagir, G. 2007. **Nutritional Analyses of Rumex hastatus D. Don, Rumex dentatus Linn and Rumex nepalensis Spreng.** *African Journal of Biotechnology* 8 (17), 4131-4133.

Heinrich, M.; Leonti, M.; Nebel, S.; Peschel, W. 2005. **Local Food-Nutraceuticals: an example of a multidisciplinary research project on local Knowledge.** *J Physiol Pharmacol* 56 (suppl 1), 5-22.

Heinrich, M.; Müller, W.E.; Galli, C. (eds). 2006. **Local Mediterranean Food Plants and Nutraceuticals.** *Forum Nutr. Basel, Karger*, vol 59.

Hipsley, E.H. 1953. **Dietary fibre and pregnancy toxemia.** *British Medical Journal*, 2, 420-422.

Hocking, A.D. 1997. **Especies toxigénicas de aspergillus.** En Doyle, M.P.; Beuchat, L.R.; Montville, T.J. Eds. *Microbiología de los Alimentos. Fundamentos y fronteras.* Ed. Acribia. S.A. Zaragoza, España. cap. 21.

Horwitz, W.; Latimer, G.W. 2006. **Official methods of análisis.** Asociación de Químicos Analíticos Oficial Internacional AOAC 18th edn. AOAC International, Gaithersburg (Maryland).

Hou, D.Y.; Yan, C.Q.; Liu, H.X.; Ge, X.Z.; Xu, W.J.; Tian, P.F. 2010. **Berberine as a natural compound inhibits the development of brown rot fungus *Monilinia fructicola*.** Crop Protection 29, 979-984.

Ippolito, A.; Schena, L.; Pentimone, I.; Nigro, F. 2005. **Control of postharvest rots of sweet cherries by pre- and postharvest applications of *Aureobasidium pullulans* in combination with calcium chloride or sodium bicarbonate.** Postharvest Biol. Technol. 36, 245–252.

Isler, O. 1971. **Carotenoids.** Birkhauser Verlag Basel und Stuttgart. Switzerland.

Izco, J. 1998. **Caracteres taxonómicos: Composición química.** Botánica. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid. Capítulo, 6, 155-172.

Jan, G.; Kahan, M.; Ahmad, M.; Iqbal, Z.; Afzal, A.; Afzal, M.; Shah, G.M.; Majid, A.; Fiaz, M.; Zafar, M.; Waheed, A.; Gul, F. 2011. **Nutritional analysis, micronutrients and chlorophyll contents of *Cichorium intybus* L.** *J Med Plants Res* 5 (12): 2452-2456.

Jeffrey, C. 2007. **Compositae: Introduction with key to tribes.** In J.W. Kadereit & C. Jeffrey (Eds.), *Families and Genera of Vascular Plants, Vol. VIII: Flowering Plants, Eudicots, Asterales.* (pp. 61-87). Berlin, Germany: Springer-Verlag, Berlin.

Bibliografía

Johns, T. 1990. **With bitter herbs they shall eat it: Chemical ecology and the origins of human diet and medicine.** The University of Arizona Press, Tucson, Arizona.

Jonsson, T.; Granfeldt, Y.; Ahren, B.; Branell, U.C.; Palsson, G.; Hansson, A.; Söderström, M.; Lidenberg, S. 2009. **Beneficial effects of a paleolithic diet on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: a randomized cross-over pilot study.** Cardiovascular diabetology 8.

Kayashima, T.; Katayama, T. 2002. **Oxalic acid is available as a natural antioxidant in some systems.** Biochimica et Biophysica Acta 1573, 1-3.

Keys, A. 1980. **Seven countries: A Multivariate Analysis of Death and Coronary Heart Disease.** Cambridge, Harvard University Press.

Kim, Y.; Han, M. S.; Lee, J. S.; Kim, J., Kim, Y. C. 2003. **Inhibitory phenolic amides on lipopolysaccharide-induced nitric oxide production in RAW 264.7 cells from Beta vulgaris var. cicla seeds.** Phytotherapy Research, 17(8), 983-985.

Kimbrell, A. 2002. **Fatal Harvest. The tragedy of industrial Agriculture.** Island Press, Washington.

Kobori, C.N.; Rodriguez-Amaya, D.B. **Uncultivated Brazilian green leaves are richer sources of carotenoids than are commercially produced leafy vegetables.** 2008. Food and Nutrition Bulletin. 29 (4), 320-328.

Kotake-Nara, E.; Kushiro, M.; Zhang, H.; Sugawara, T.; Miyashita, K.; Nagao, A. 2001. **Carotenoids Affect Proliferation of Human Prostate Cancer Cells.** J. Nutr. vol. 131 no. 12, 3303-3306.

Krinsky, N.I.; Johnson, E.J. 2005. **Carotenoid actions and their relation to health and disease.** Mol Aspects Med 26, 459-516.

Kuruüzüm-Uz, A.; Güvenalp, Z.; Kazaz, C.; Salih, B.; Demirezer, L.Ö. 2010. **Four New Triterpenes from Anchusa azurea var. azurea.** Helvetica Chimica Acta, 93 (3), 457-465.

Lachance, P.A.; Fischer, M.C. 1988. **Effects of food preparation procedures in nutrient retention with emphasis on food service practices, in Nutritional Evaluation of Food Processing.** (E. Karmas and R.S. Harris, eds.), Van Nostrand Reinhold, New York, pp.505-556.

Laguna, A. 1555. **Pedacio Dioscorides Anazarbeo, Acerca de la material medicinal y de los venenos mortíferos.** Edición facsímil 1991. Comunidad de Madrid, Madrid.

Lattanzio, V. 2003. **Bioactive polyphenols: their role in quality and storability of fruit and vegetables.** J. Appl. Bot. 77, 128–146.

Lee, S.H.; Chang, K.S.; Su, M.S.; Huang, Y.S.; Jang, H.D. 2007. **Effects of some Chinese medicinal plant extracts on five different fungi.** Food Control 18, 1547–1554.

Bibliografía

Leeson, S.; Caston, L. 2004. **Enrichment of eggs with lutein.** Poultry science, 83 (10), 1709-1712.

Leonti, M.; Nebel, S.; Rivera, D.; Heinrich, M. 2006. **Wild Gathered Food Plants In The European Mediterranean: A Comparative Analysis.** *Economic Botany*, 60(2): 130-142.

Lesková, E.; Kubíková, J.; Kováčiková, E.; Kosická, M.; Porubská, J.; Holcikova, K. 2006. **Vitamin losses: retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models.** *JFCA*, 19, 252-276.

Letcher Lyle, K. 2010. **The complete guide to edible wild plants, mushrooms, fruits and nuts.** Second edition, Ed. Falconguides. Guilford, Connecticut. U.S.A.

Lin, J.T.; Liu, S.C.; Chen, S.L.; Chen, H.Y.; Yang, D.J. 2006. **Effects of domestic processing on steroidal saponins in Taiwanese yam cultivar (*Dioscorea pseudojaponica* Yamamoto).** *J. Agr. Food Chem.* 54 (26), 9948-995.

Mabberley, D.J. 2008. **Mabberley's plant-book**, 3rd ed. Cambridge: Cambridge Univ. Press.

Madrid Fusion. 2009. **Gastronomía audiovisual, grandes debates ciencia y cocina, lo último en I+D+G.** editorial Foro de debate S.L.

Mahan, L.K.; Escott- Stump, S. 2013. **Krause Dietoterapia.** 12° ed. Elsevier Masson. Brcelona. España.

Maiani, G.; Periago, M.; Catasta, G.; Toti, E.; Goñi, I.; Bysted, A.; Granado-Lorencio, F.; Olmedilla-Alonso, B.; Knuthsen, P.; Valoti, M.; Volker B.; Mayer-Miebach, E.; Behsnilian, D.; Schlemmer, U. 2009. **Carotenoids: Actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans.** *Mol. Nutr. Food Res.* 53, 194–218.

Marston, A.; Hostettmann, K. 2006. **Separation and quantification of flavonoids.** In: Andersen, Ø.M.; Markham, K.R. (Eds.), *Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and Applications.* CRC Press-Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL, USA, pp. 1–36.

Martins, D.; Barros, L.; Carvalho, A.M.; Ferreira, I.C.F.R. **Nutritional and in vitro antioxidant properties of edible wild greens in Iberian Peninsula traditional diet.** *Food Chemistry.* 2010, 125: 488–494.

Maynard, D.N.; Hochmuth, G.J. 2007. **Knott's Handbook for Vegetable Growers** (5th ed). New-York, USA. John Wiley & Sons.

Moerman, D.E. 1994. **North American food and drug plants.** In Nina L. Etkin, ed., *Eating on the Wild Side.* University of Arizona Press, Tucson. pp 166-181.

Morales, R.; Tardío, J.; Aceituno, L.; Molina, M.; Pardo-de-Santayana, M. 2011. **Biodiversidad y Etnobotánica en España.** En: Viejo-Montesinos, J.L. (ed.) *Biodiversidad. Aproximación a la diversidad botánica y zoológica de España.* Real Sociedad Española de Historia Natural, Madrid. pp. 157-207.

Bibliografía

Morales, P. 2011. **Vegetales silvestres de uso alimentario. Determinación de compuestos bioactivos y valoración de la capacidad antioxidante.** Tesis doctoral. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid.

Morales, P.; Ferreira, I.C.F.R.; Carvalho, A.M.; Sánchez-Mata, M.C.; Cámara, M., Tardío, J. 2012. **Fatty acids profile of some Spanish wild vegetables.** *Science of Food and Agriculture*. 18 (3), 281 – 290.

Muller, H. 1997. **Determination of the carotenoid content in selected vegetables and fruit by HPLC and photodiode array detection.** *Z Lebensm Unters Forsch A* 204, 88-94.

Murphy, E.W.; Criner, P.E.; Gray, B.C. 1975. **Comparison of methods for determining retentions of nutrients in cooked foods.** *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 23, 1153.

Nadgórska-Socha, A.; Kandziora-Ciupa, M.; Cyepal, R.; Walasek, K. 2011. **Effects of Zn, Cd, Pb on physiological response of *Silene vulgaris* plants from selected populations.** *Polish J. of Environ. Stud.* 20(3), 599-604.

Nazemi, S. 2012. **Concentration of heavy metal in edible vegetables widely consumed in Shahroud, the North East of Iran.** *J. Appl. Environ. Biol. Sci.* 2 (8), 386-391.

Neri, F.; Mari, M.; Brigati, S.; Bertolini, P. 2007. **Fungicidal activity of plant volatile compounds for controlling *Monilinia laxa* in stone fruit.** *Plant Disease* 91, 30-35.

Nijveldt, R.; Van Nood, E.; Van Hoorn, D.E.C.; Boelens, P.G.; Van Norren, K.; Van Leeuwen, P.A.M. 2001. **Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications**. American Journal of Clinical Nutrition, 74, 418-425.

Nuez Viñals, F. 2010. **La agrobiodiversidad y el proceso sociocultural antes de la “Revolución Verde”**. En La Agrobiodiversidad. Historia natural y económica. Cruanyes, J.S.; Plans, M.; Casañas Artigas, F. Editores. I Seminario Internacional sobre la Agrobiodiversidad como estrategia para el mantenimiento del territorio. Fundación de estudios superiores de Olot. Barcelona.

Osborne, J.J. & Voogt, L. 1986. **Análisis de los nutrientes de los alimentos**. Ed. Acribia. Zaragoza.

Özcan, M.M.; Ünver, A.; Uçar, T.; Arslan, D. 2007a. **Mineral content of some herbs and herbal teas by infusion and decoction**. Food Chemistry 106, 1120-1127.

Özcan, M.M.; Akbulut, M. 2007b. **Estimation of minerals, nitrate and nitrite contents of medicinal and aromatic plants used as spices, condiments and herbal tea**. Food Chemistry 106, 852-858.

Pardo de Santayana, M.; Tardío, J.; Blanco, E.; Carvalho, A.M.; Lastra, J.J.; San Miguel, E.; Morales, R. 2007. **Traditional Knowledge of wild edible plants used in the northwest of the Iberian Peninsula (Spain and Portugal): a comparative study**. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 3, 27.

Bibliografía

Park, S.U.; Uddin, M.R.; Xu, H.; Kim, Y.K.; Lee, S.Y. 2008. **Biotechnological applications for rosmarinic acid production in plant.** African Journal of Biotechnology 7 (25), 4959-4965.

Pereira, C.; Barros, L.; Carvalho, A.M.; Ferreira, I.C.F.R. 2011. **Nutritional composition and bioactive properties of commonly consumed wild greens: potential sources for new trends in modern diets.** Food Research International 44 (9), 2634-2640.

Pérez Rodrio, C; Aranceta Bartrina, J. 2011. **La Dieta Mediterránea en el marco de la nutrición comunitaria: luces y sombras.** En: ¿Es posible la dieta mediterránea en el siglo XXI? Fundación Tomás Pascual y Pilar Gómez-Cuétara; universidad San Pablo CEU y Universidad Cardenal Herrera CEU. Ed. International Marketing and Communication.

Petrini, C. 2007. **Bueno, limpio y justo. Principios de una nueva gastronomía.** Ediciones Polifemo.

Pieroni, A.; Nebel, S.; Heinrich, M. 2005. **Food for two seasons: Culinary uses of non-cultivated local vegetables and mushrooms in a south Italian village.** International Journal for Food Science and Nutrition 56, 245-272.

Pieroni, A.; Janiak, V.; Dürr, C.M.; Lüdeke, S.; Trachsel, E.; Heinrich, M. 2002a. **In vitro antioxidant activity of non-cultivated vegetables of ethnic Albanians in Southern Italy.** Phytoterapy Research, 16,467-473.

Pieroni, A.; Nebel, S.; Quave, C.; Munz, H.; Heinrich, M. 2002b. **Ethnopharmacology of Liakra: traditional weedy vegetables of the Arbereshe of the vulture area in southern Italy**. Journal of Ethnopharmacology, 81, 165-185.

Pitt, J.I. 1997. **Especies toxigénicas de *Penicillium***. En Doyle, M.P.; Beuchat, L.R.; Montville, T.J. Eds. Microbiología de los Alimentos. Fundamentos y fronteras. Ed. Acribia. S.A. Zaragoza, España. cap. 22.

Real Academia de la lengua Española. 2001. **Diccionario de la lengua española**. 22ª ed. www.rae.es

Rauha, J.P.; Remes, S.; Heinonen, M.; Hopia, A.; Kahkonen, M.; Kujala, T.; Pihlaja, K.; Vuorela, H.; Vuorela, P. 2000. **Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds**. Int. J. Food Microbiol. 56, 3–12.

Redzic, S. 2010. **Use of Wild and Semi-Wild Edible Plants in Nutrition and Survival of People in 1430 Days of Siege of Sarajevo during the War in Bosnia and Herzegovina (1992-1995)**. Collegium Antropologicum 34 (2):551-570.

Reglamento 1924/2006 del parlamento europeo y del consejo de 20 de diciembre de 2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos.

Reglamento 1169/2011 del parlamento europeo y del consejo de 25 de octubre de 2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor.

Bibliografía

Rivera, D.; Obon, C.; Inocencio, C.; Heinrich, M.; Verde, A.; Fajardo, J.; Llorach, R. 2005. **The ethnobotanical study of local mediterranean food Plants as Medicinal Resources in Southern Spain.** Journal of Physiology and Pharmacology 56 (S):97-114.

Rodriguez-Amaya, D.B.; Kimura, M.; Godoy, H.T.; Amaya-Farfan, J. 2008. **Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition.** J Food Comp. & Anal. 21, 445-463.

Ros-Berruezo, G. 2011. **Influence of food processing on vitamin content and availability,** 25-34. En “Hot topics” en vitaminas y salud. Instituto Tomás Pascual Sanz. Madrid.

Rumm-Kreuter, D. 2001. **Comparison of the eating and cooking habits of northern Europe and the Mediterranean countries in the past, present and future.** Int J Vitam Nutr Res 71, 141-148.

Salvatore, S.; Pellegrini, N.; Brenna, O.V.; Del Río, D.; Frasca, G.; Brighenti, F.; Tumino, R. 2005. **Antioxidant characterization of some Sicilian edible wild greens.** J. Agric. Food Chem. 53, 9465-9471.

Sanchez-Mata, M.C.; Cabrera Loera, R. D.; 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.** Genet Resour Crop Evol 59, 431-443.

Santas, J.; Almajano, M.P.; Carbo, R. 2010. **Antimicrobial and antioxidant activity of crude onion (*Allium cepa* L.) extracts.** Int. J. Food Sci. Technol. 45, 403–409.

Scaporni, L. 2003. **Biochimica agraria.** Prima edizione. Pàtron editore, Bologna, Italia.

Scherrer, A.M.; Motti, R.; Weckerle, C.S. 2005. **Traditional plant use in the areas of Monte Vesole and Ascea, Cilento National Park (Campania, Southern Italy).** Journal of Ethnopharmacology, 97,129-143.

Shad, A.A.; Shah, H.U.; Bakht, J. 2013. **Ethnobotanical assessment and nutritive potential of wild food plants.** The Journal of Animal and Plant Sciences 23 (1), 92-97.

Silvestre Castelló, D. 2011. **Concepto y bases de la Dieta Mediterránea.** En: ¿Es posible la dieta mediterránea en el siglo XXI? Fundación Tomás Pascual y Pilar Gómez-Cuétara; universidad San Pablo CEU y Universidad Cardenal Herrera CEU. Ed. International Marketing and Communication.

Simopoulous, A.P. 2001. **The Mediterranean diets: what is so special about the diet of Greece? The scientific evidence.** J Nutr. 13 (1):3065-3073.

Simopoulos, A.P. 2003. **Importance of the ratio of Omega-6/Omega-3 essential fatty acids: the scientific evidence.** World Review of Nutrition and Dietetics, vol. 92. Karger, Basel.pp. 1-22.

Bibliografía

Simopoulos, A.P. 2004. **Omega-3 Fatty Acids and Antioxidants in Edible Wild Plants.** Biol Res 37, 263-277.

Šircelj, H.; Mikulič-Petkovšek, M.; Batič, F. 2010. **Antioxidants in spring leaves of *Oxalis acetosella* L.** Food Chemistry 123, 351–357.

Solano, E.; Ayala, M. M. 2008. **Polygonaceae. Flora Del Valle De Tehuacán-Cuicatlán.** 63, 1-22. ISBN 968-36-3108-8 Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Souci, S.W.; Fachmann, W., Kraut, H. 2008. **Food Composition and Nutrition Tables.** Stuttgart. Medpharm Scientific Publishers.

Stahl, W.; Sies, H. 2003. **Antioxidant activity of carotenoids.** Mol Aspects Med 24, 345-351.

Takagi, S.; Kishi, F.; Nakagima, K.; Kimura, Y.; Nakano, M. 1990. **A seasonal variation of carotenoid composition in green leaves and effect of environmental factors on it.** Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University 75, 1-7.

Tamm, L.; Flückiger, W. 1993. **Influence of temperature and moisture on growth, spore production, and conidial germination of *Monilia laxa*.** Ecology and Epidemiology. The American Phytopathological Society Vol 83. (12), 1321-1326.

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.** Madrid : Ediciones La Librería.

Tardío, J.; Pascual, H.; Morales, R. 2005. **Wild food plants traditionally used in the province of Madrid.** *Econ Bot* 59(2): 122-136.

Tardío, J.; Pardo-de-Santayana, M.; Morales, R. 2006. **Ethnobotanical review of wild edible plants in Spain.** *Botanical Journal of the Linnean Society* 152, 27–71.

Tardío, J. 2010. **Spring is coming: the gathering and consumption of wild vegetables in Spain** en: Pardo-de-Santayana, M., Pieroni, A., Puri, R. (ed.) *Ethnobotany in the New Europe: people, health and wild plants 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, M.C. 2011. ***Montia fontana* L. (Portulacaceae), an interesting wild vegetable traditionally consumed in the Iberian Peninsula.** *Genet. Resour. Crop. Evol.* 58, 1105-1118.

Tenorio, M.D.; Villanueva, M.J.; Sagardoy, M. 2004. **Changes in carotenoids and chlorophylls in fresh green asparagus (*Asparagus officinalis* L) stored under modified atmosphere packaging.** *J Sci Food Agric.* 84, 357–365.

Bibliografía

Torija, M.E. 1981. **Principios inmediatos y elementos minerales en hongos comestibles.** Memoria Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Trichopoulos, D; Lagiou, P. 2004. **Mediterranean diet and overall mortality differences in the European Union.** Public Health Nutr 7, 949-951.

Trichopoulou, A; Lagiou, P.; Kuper, H.; Trichopoulos, D. 2000. **Cancer and Mediterranean dietary traditions.** Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 9, 869-873.

Trichopoulou, A.; Vasilopoulou, E.; Hollman, P.; Chamalides, Ch., Foufa, E.; Kaloudis, Tr.; Kromhout, D.; Miskaki, Ph.; Petrochilou, I.; Poulima, E.; Stalakis, 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, A. A.; 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.

Turan, M.; Kordali, S.; Zengin, H.; Dursun, A.; Sezen, Y. 2003. **Macro and micro mineral content of some wild edible leaves consumed in eastern Anatolia.** Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci. 53, 129-137.

USDA. 2002 Nutrient Data Laboratory, ARS, **National Food and Nutrient Analysis Program Wave 6h** Beltsville MD

Verástegui, A.; Verde, J.; García, S.; Heredia, N.; Oranday, A.; Rivas, C. 2008. **Species of agave with antimicrobial activity against selected pathogenic bacteria and fungi.** World J. Microbiol. Biotechnol. 24, 1249–1252.

Viegi, L.; Pieroni, A.; Guarrera, P.M.; Vangelisti, R. 2003. **A review of plants used in folk veterinary medicine in Italy as basis for a databank.** Journal of Ethnopharmacology, 89,221-244.

Villegas Becerril, A. 2008. **Saber del Sabor. Manual de cultura gastronómica.** Ed. Almuzara. España.

Watson, L.; Dallwitz, M.J. 1992 onwards. **The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval.** Version: 19th December 2012. <http://delta-intkey.com>'.

Xue, L.; Yang, L. 2009. **Deriving leaf chlorophyll content of green-leafy vegetables from hyperspectral reflectance.** ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64, 97-106.

Zeb, A.; Mehmood, S. 2004. **Carotenoids Contents from Various Sources and Their Potential Health Applications.** Pakistan Journal of Nutrition 3 (3), 199-204.

Zohary, D.; Hopf, M. 2000. **Domestication of plants in the Old World: The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley.** 3rd edition. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.

**ANEXO 1. TRABAJOS DERIVADOS DEL
PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACION**

PARTICIPACION EN CONGRESOS

- **I Jornada de Antropología y Ecología.** Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, septiembre 2007.
Poster: **”Estimación de la productividad y valoración nutricional de verduras y frutos silvestres comestibles”**. Autores: Tardío, J.; Cabrera, R.; Cámara, M.; Díez, C.; Fernández, V.; García, P.; González, S.; Morales, R.; Pardo, M.; Sánchez, M.C

- **VI Congreso Internacional de Alimentación, Nutrición y Dietética.** Sociedad Española de Ciencias de la Alimentación. El Escorial, Abril 2008.
Poster : **“Recuperación de plantas silvestres comestibles de uso tradicional en España por su potencial nutricional como fuente de vitamina C en la dieta”**. Autores: Cabrera Loera, R; Díez-Marqués, C.; Sánchez-Mata, M.C.; Tardío, J.; Cámara Hurtado, M.; Fernández Ruiz, V.; García Herrera, P.; González, S.; Morales, R.; Pardo de Santayana, M.

- **V Congreso de Mejora Genética de Plantas.** (Madrid) Julio 2010.
Poster: **Recuperación de recursos genéticos tradicionales: verduras y frutos silvestres comestibles.** Autores : Sánchez Mata, M.C.; Fernández Ruiz, V.; Cámara Hurtado, M.; Díez Marques, C.; García Herrera, P.; Ruiz Rodríguez, B.M.; Morales, P.; Morales, R.; Pardo De Santayana, M.; Molina Simón, M.; Tardío Pato, J.
Publicación: ISBN: 978-84-491-1004-97

- **28th International Horticultural Congress.** Lisboa (Portugal), Agosto 2010
Poster: **Nutritional Approach to Some Wild Edible Plants From Asteraceae family.** Autores: García-Herrera, P.1, Fernández-Ruiz, V.1, Sánchez-Mata, M.C.1, Cámara, M.1, Díez-Marqués, C.1, Morales, R.2, Tardío, J.

- **ISE 2010 11th Congress of the International Society of Ethnopharmacology.** *Continuity and change in ethnopharmacology: Transdisciplinary science for our future.* (Albacete) Septiembre 2010.
Oral: **Montia fontana L., an interesting wild resource of the Iberian peninsula western.** J. Tardío, M. Molina, L. Aceituno, R. Morales, M. Pardo de Santayana, P. Morales, P. García, V. Fernández, M.C. Sánchez-Mata

- **VII Congreso Internacional de Alimentación, Nutrición y Dietética.** Sociedad Española de Ciencias de la Alimentación. Madrid, Abril 2011.

Poster: **Nutritional Importance of Wild Leek (*Allium Ampeloprasum L.*).** García-Herrera Patricia, Morales Patricia, Cámara Montaña, Sánchez-Mata Ma De Cortes, Fernández-Ruiz Virginia, Diez-Marques Carmen, Molina María, Tardío Javier.

Poster: **Contribution to Dietary Fiber daily requirements of different Wild Edible Fruits and Vegetables.** García Herrera Patricia, Ruiz Rodríguez Brígida María, Cámara Montaña, Sánchez Mata Ma De Cortes, Fernández-Ruiz Virginia, Pardo-de-Santayana Manuel, Tardío Javier

- **11th European Nutrition Conference (FENS).** Madrid, Octubre 2011.
Oral: **Carotenoids in Spanish wild edible young shoots (*Humulus lupulus L., Bryonia dioica Jacq., Tamus communis L., Asparagus acutifolius L.*)** García Herrera, Patricia, Olmedilla-Alonso, Begoña, Sánchez-Mata, María de Cortes, Cámara, Montaña, Tardío, Javier.

- **XIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. (SECH 2012).** Almería. Abril 2012.
Oral: **Estudio de la influencia de los factores ambientales en el contenido de vitamina C de vegetales silvestres tradicionalmente consumidos en España.** P. Morales, P. García-Herrera, V. Fernández-Ruiz, M.C. Sánchez-Mata, M. Cámara, M. Molina, J. Tardío.

- **I Congreso Internacional de Seguridad Alimentaria (ACOFESAL).** Madrid. Junio 2012.
Poster: **Importancia del ácido oxálico como potencial antinutriente presente en vegetales silvestres.** P. García Herrera, P. Morales, V. Fernández-Ruiz, M.C. Sánchez-Mata, M. Cámara, C. Díez-Marques, J. Tardío.

- **54th Annual Meeting of the Society for Economic Botany (Plymoth)** Julio 2013.
Oral: **The Importance of Wild Vegetables in the Mediterranean Diet.** J. Tardío, M.C. Sánchez-Mata, P. García-Herrera, P. Morales, M. Molina, M. Pardo de Santayana.

- **VII. Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas.** (Madrid) Agosto 2013.
Oral: **Evaluación nutricional y de la actividad biológica de los bulbos silvestres de *Allium ampeloprasum* L.** M.C. Sánchez-Mata, P. García-Herrera, P. Morales, V. Fernández-Ruiz, M. Cámara, A.M. Carvalho, I.C.F.R. Ferreira, M. Molina, J. Tardío.

PUBLICACIONES

- Tardío, J.; Molina, M.; Aceituno-Mata, L.; Pardo-de-Santayana, M.; Morales, R.; Fernández-Ruiz, V.; Morales, P.; García, P.; Cámara, M.; Sánchez-Mata, M. C. ***Montia fontana* L. (Portulacaceae), an interesting wild vegetable traditionally consumed in the Iberian Peninsula.** Genet Resour Crop Evol (2011) 58:1105–1118. DOI 10.1007/s10722-011-9749-7.

- García- Herrera, P; Olmedilla-Alonso, B; Sánchez-Mata, MC; Cámara, M; Tardío, J. **Carotenoids characterization of four wild edible young shoots (*Asparagus acutifolius* L., *Humulus lupulus* L., *Bryonia dioica* Jacq. and *Tamus communis* L.) with reference to site and year collection variability.** Journal of the Science of Food and Agriculture (2013) DOI 10.1002/jsfa.5952.
- García-Herrera, P.; Sánchez-Mata, M.C.; Cámara, M.; Fernández-Ruiz, V.; Díez-Marqués, C.; Molina, M.; Tardío, J. **Nutritional Contribution Of Some Wild Edible Asteraceae Species To Human Diet.** Journal of Food Composition and Analysis. Aceptado.
- García-Herrera, P.; Sánchez-Mata, M.C.; Cámara, M.; Tardío, J. **Nutritional and antioxidant properties of Wild leek (*Allium ampeloprasum* L.) traditionally consumed in the Mediterranean Area.** Food Research International. En revisión.
- García-Herrera, P.; Sánchez-Mata, M.C.; Cámara, M.; Tardío, J, Di Venere, D. **Activity of extracts from *Anchusa azurea* Mill. against postharvest fungal diseases of fruit and vegetables.** En proceso de redacción.
- MC. Sánchez-Mata; P. García-Herrera. The contribution of wild plant foods To dietary intakes of micronutrients (II): mineral elements. (Capítulo 7) En: **Mediterranean wild edible plants: ethnobotany and food composition tables.** MC. Sanchez-mata, J. Tardío eds. Ed. Springer. En proceso de redacción.
- MC. Sánchez- Mata, J. Tardío, M. Cámara, C. Díez- Marqués, V. Fernández-Ruiz,P. García- Herrera, MC. Matallana González, M. Molina- Simón, P. Morales, R. Morales, M. Pardo de Santayana, B.M. Ruiz- Rodríguez, ME. Torija Isasa. **Descriptive dossier: botany, uses and food Composition tables.** (Capítulo 12) En: **Mediterranean wild edible plants: ethnobotany and food composition tables.** MC. Sánchez-mata, J. Tardío eds. Ed. Springer. En proceso de redacción.