

BÚSQUEDA DE CULTIVOS ALTERNATIVOS  
EN EL VALLE DEL ALAGÓN (CÁCERES, ESPAÑA)  
*Search for alternative crops in the Alagón valley region  
(Cáceres, Spain)*

Elena GIL PACHECO & Miguel LADERO ÁLVAREZ

*Departamento de Botánica. Facultad de Farmacia. Universidad de Salamanca. Avda.  
Licenciado Méndez Nieto, s/n. 37007 Salamanca. España. gilpa@usal.es, ladero@usal.es.*

BIBLID [0211-9714 (2010) 29, 39-103]

Fecha de aceptación: 28-10-2011

RESUMEN: En el presente trabajo se plantea la búsqueda de cultivos alternativos rentables, que sean competitivos en los mercados, para la zona de Torrejoncillo (Cáceres), al encontrarse en decadencia los cultivos tradicionales. Se ha optado por el cultivo de plantas medicinales, debido a la demanda creciente de las mismas en los mercados nacional e internacional en las últimas décadas.

Se han elegido para este estudio los siguientes táxones: *Calendula officinalis* L. (caléndula), *Hypericum perforatum* L. (hipérico), *Taraxacum officinale* Weber (diente de león) y *Trifolium pratense* L. (trébol rojo), por ser plantas que se adaptan a las condiciones ambientales y edafológicas de la zona y muy demandadas en el mercado español. Se valora el rendimiento cuantitativo de los cultivos por hectárea y el contenido en principios activos de las plantas y su rentabilidad. Se completa el trabajo con el estudio monográfico de cada una de las especies citadas.

*Palabras clave:* Plantas medicinales, *Calendula officinalis* L., *Hypericum perforatum* L., *Taraxacum officinale* Weber, *Trifolium pratense* L., rentabilidad.

ABSTRACT: In the present work we report the search for profitable alternative crops that will be competitive on the market from the zone of Torrejoncillo (province

of Cáceres, W. Spain), because traditional agricultural practices are starting to die out. Owing to the increasing demand on the domestic and international markets, we have decided that medicinal plants would offer a good alternative.

The following taxa were selected for study: *Calendula officinalis* L. (Pot marigold), *Hypericum perforatum* L. (St. John's wort), *Taraxacum officinale* Weber (Dandelion) and *Trifolium pratense* L. (Red clover), because these plants are able to adapt to the environmental and pedological conditions of the area and are in great demand on the Spanish market. We report the quantitative yield of the crops per hectare and the content in active principles of the plants and their profitability. The work is completed with a monographic study of each of the species selected.

*Keywords:* Medicinal plants, *Calendula officinalis* L., *Hypericum perforatum* L., *Taraxacum officinale* Weber, *Trifolium pratense* L., profitability.

## INTRODUCCIÓN

Torrejoncillo, situado en la comarca del *Valle del Alagón*, es un pueblo de gran tipismo del noroeste de Cáceres. Dista de la capital 58 km, 12 km de Coria y 50 km de Plasencia. Tiene 3.338 habitantes y una densidad de 35,3 hab./km<sup>2</sup>. A 7 km de Torrejoncillo se encuentra Valdencín, pueblo de colonización, con unos 500 habitantes, donde se halla la mayor parte de las tierras de cultivo.

Se localiza entre los 39° 53' de latitud y los 6° 27' de longitud, a unos 328 m sobre el nivel del mar.

Su término, aunque mayoritariamente es de monte bajo y encinares, consta de casi 1.200 hectáreas de regadío, que abarcan 90 km<sup>2</sup>. Sus principales productos agrarios son el maíz, el tabaco, el tomate, el pimiento y las judías, aparte de cereales varios, olivo y vid que se dan en el secano. Su potencial ganadero está representado por unas 3.000 cabezas de ganado ovino y alrededor de 1.600 de vacuno.

Como otros tantos pueblos de la tierra extremeña, ha sufrido la sangría de la emigración. A partir de 1950, la población de Torrejoncillo comenzó a descender, contando en la actualidad con menos de 4.000 habitantes. Este descenso de la población comenzó con la emigración en la década de los sesenta hacia el país Vasco, Barcelona, Madrid, Alemania, Francia, etc., y, posteriormente, se agravó con la política agraria común y, en consecuencia, se produjo el abandono de las tierras de cultivo.

Actualmente, en Torrejoncillo, como en otros pueblos de la zona, está desapareciendo la agricultura tradicional como forma de vida, sobre todo las pequeñas explotaciones, quedando el sector reducido a las de mayor potencial económico. Por este motivo, pretendemos hacer un estudio de búsqueda de cultivos alternativos en la zona y a la vez cultivos que sean rentables económicamente para el agricultor.

## MATERIAL Y MÉTODOS

- A) Se han sembrado 3.762 m<sup>2</sup> de terreno, subdivididos en pequeñas parcelas. A cada parcela se le ha asignado una especie, en función de las condiciones edafológicas.
- B) Se ha llevado a cabo el análisis del suelo, tomando muestras de las diferentes parcelas. El pH suele medirse en agua, en proporciones diversas 1:1,1:2,5, pasta saturada. También pueden hacerse otras determinaciones, como por ejemplo: en cloruro potásico. En este caso se determinó el pH del suelo en la relación 1:2,5.
- C) En cada parcela se han realizado las labores preparatorias requeridas por cada especie asignada.
- D) Para la siembra, se han utilizado plantones de *Hypericum perforatum*, *Calendula officinalis*, *Taraxacum officinale* y semillas de *Trifolium pratense*. Posteriormente, los cultivos se han sometido a las labores culturales necesarias (riego, labrado, escardado) para el desarrollo adecuado de cada planta. La recolección de los órganos oficiales se ha realizado a mano y en el momento óptimo, en el que la planta contiene mayor riqueza de principios activos. El secado de la droga se realizó en secaderos de tabaco adaptados.
- E) Para la valoración del principio activo se ha empleado el método indicado en la Real Farmacopea Europea:
- 1.º Se ha pesado la planta en seco.
  - 2.º Se ha trabajado con los diferentes disolventes indicados en La Real Farmacopea Europea (Real Farmacopea Europea, 3.ª ed. Ministerio de Sanidad, 2005).
  - 3.º La cuantificación del principio activo se ha realizado por espectrofotometría para *Calendula officinale* e *Hypericum perforatum*, y mediante HPLC para el *Trifolium pratense*.
- F) Se ha elaborado una monografía de cada especie cultivada. Cada monografía incluye el estudio botánico de cada una de las especies (identificación, descripción, ecología, corología, cultivo, plagas y enfermedades), de sus órganos oficiales troceados, *troscos* (recolección, conservación, características morfológicas, organolépticas y anatómico-microscópicas). Se indican los compuestos responsables de la acción terapéutica de cada droga (principios activos), su acción farmacológica e indicaciones terapéuticas. Se advierte de los posibles riesgos de la utilización de la planta, bien por los principios activos que contiene, o bien por las circunstancias concretas de cada paciente, así como las posibles interacciones con otros medicamentos.

La sistemática, la identificación y la descripción de la planta, la corología y la ecología están basadas, fundamentalmente, en las obras de CASTROVIEJO *et al.* (2000); COSTE (1937); FONT QUER (1975); IZCO *et al.* (2000); LÓPEZ GONZÁLEZ (2001); STRASBERGUER *et al.* (2003); TUTIN *et al.* (1968); VALDÉS *et al.* (1987).

El estudio morfológico de los ejemplares y de los órganos officinales se ha realizado con la ayuda de microscopios estereoscópicos de las marcas Nikon y Zeiss.

Para el estudio anatómico-microscópico, los órganos officinales se incluyeron en parafina, previa fijación en Karpetchencko, durante 24 horas. Se hicieron cortes de 12 micras de espesor con un microtomo tipo Minot, y se tiñeron con *Fasga* (TOLIVIA, 1987).

Para el análisis histológico, se ha seguido el criterio de autores como: ÁLVAREZ NOGAL (2002); BANCROFT *et al.* (1990); CORTÉS (1980); CURTIS (1986); CUTTLER (1987, 2006); DICKSON (2000); ESAU (2004); FAHN (1985); GUNNING (2000); JACKSON (1990); ROMBERGER (2004); TOLIVIA (*l. c.*).

La acción farmacológica y las indicaciones terapéuticas están basadas, fundamentalmente, en las obras de ARTECHE *et al.* (1992, 1998); BRUNETON (2001a, 2001b); CAÑIGUERAL *et al.* (1998); KUKLINSKI, (2000); PARIS (1967); TREASE (1976); VANACLOCHA *et al.* (2003), entre otras.

## RESULTADOS

### 1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE TORREJONCILLO

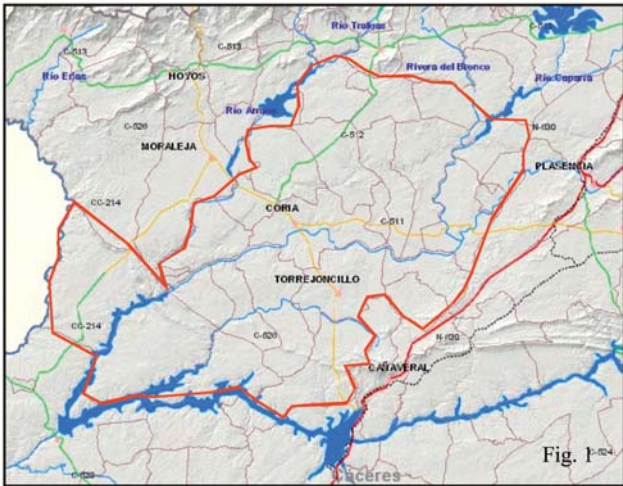
Torrejuncillo se encuentra en la comarca del Valle del Alagón, situada en el sector Noroeste de la provincia de Cáceres. Limita al Norte con la Sierra de Gata y Las Hurdes, al Este con la Comarca de Cáparra y Monfragüe y la ciudad de Plasencia, al Sur con la Comarca de Tagus y al Oeste con Portugal.

El territorio de la Comarca es diverso, por asentarse sobre zonas de penillanura, con profundos riberos, fruto de la erosión de los cauces fluviales, zonas de sierra y de vegas. La mayor parte del territorio se asienta sobre la cuenca sedimentaria, que conforma la vega del río Alagón y afluentes, actuando este río como seña de identidad, como eje vertebrador y como motor de desarrollo de la misma.

El agua es el elemento caracterizador de la comarca. Los diferentes ríos aportan una extraordinaria riqueza ambiental y paisajística.

Internamente, se encuentran dos áreas claramente diferenciadas, con disparidades físicas (Fig. 1).

Los distintos ambientes y la diferente ocupación del espacio han generado una rica biodiversidad, en la que destacan las zonas de ribero y los embalses. Además, posee una serie de importantes recursos en patrimonio cultural, destacando la ciudad de Coria y el pueblo de Galisteo.



Funcionalmente, la comarca no constituye una unidad; una parte de la misma gira en torno a Coria, mientras que el sector Este depende de Plasencia. La cercanía de Plasencia ha impedido el surgimiento de un dinamismo interior entre el conjunto de los municipios, que sí se ha desarrollado en el sector Oeste en torno a Coria.

La presencia del regadío condiciona la economía comarcal, caracterizada por las producciones agrícolas relacionadas con el mismo y las agroindustrias asociadas.

La población total de la comarca en el año 2009, último padrón oficial, es de 38.910 personas, significando un 3,58% de la población extremeña.

La comarca del Valle del Alagón se compone de los siguientes 26 municipios y entidades locales (ver tabla).

El territorio tiene una localización excéntrica respecto a la Red Nacional de Carreteras, pero posee una buena accesibilidad gracias a la cercanía de la A-66, que atraviesa todo el límite Este de la Comarca. La llegada de la Ex-A1 (Corredor Este-Oeste del Norte de Extremadura) romperá con la ubicación periférica de la zona, al comunicarla a través de esta vía rápida con Plasencia, Navalmoral y Madrid.

Municipio	Unidad poblacional	Población total	Varones	Mujeres
Acehúche	Acehúche	866	434	432
Aceituna	Aceituna	618	320	298
Aldehuela de Jerte	Aldehuela del Jerte	345	194	151
Cachorrilla	Cachorrilla	88	44	44
Calzadilla	Calzadilla	491	254	237
Carcaboso	Carcaboso	970	545	425
	Valderrosas	2	0	2
Casas de Don Gómez	Casas de Don Gómez	357	187	170
Casillas de Coria	Casillas de Coria	494	235	259
Ceclavín	Ceclavín	2.114	1.054	1.060
Coria	Coria	11.829	5.927	5.902
	Puebla de Argeme	711	366	345
	Rincón del Obispo	361	190	171
Galisteo	Galisteo	992	485	507
	Alagón	873	442	431
	Avarientos	9	6	3
	Jarilla del Sur	4	3	1
	Fuente del Sapo	1	0	1
	Rincón (El)	85	44	41
	Viñuelas	23	13	10
	Sartalejo	14	9	5
Guijo de Coria	Guijo de Coria	242	128	114
Guijo de Galisteo	Guijo de Galisteo	451	216	235
	Valrío	346	190	156
	Batán (El)	716	415	301
Holguera	Holguera	748	375	373
Huéлага	Huéлага	181	87	94
Montehermoso	Montehermoso	5.665	2.887	2.778
	Valrío	0	0	0
	Atalaya	3	2	1
Morcillo	Morcillo	437	214	223
Pescueza	Pescueza	165	78	87
Portaje	Portaje	398	196	202
Portezuelo	Portezuelo	287	141	146
Pozuelo de Zarcón	Pozuelo de Zarcón	564	271	293
Riolobos	Riolobos	1.245	648	597
	Pajares de la Rivera	23	14	9
Torrejuncillo	Torrejuncillo	2.946	1.437	1.509
	Valdencín	404	204	200
Valdeobispo	Valdeobispo	773	376	397
Villa del Campo	Villa del Campo	581	280	301
Zarza la Mayor	Zarza la Mayor	1.488	763	725

Fuente: INE. Nomenclator 2006.

## 2. ESTUDIO CLIMATOLÓGICO DE TORREJONCILLO

### 2.1. Características climáticas

Las características climáticas de Torrejoncillo son propias de un clima mediterráneo, en el que influyen considerablemente el océano Atlántico y algunas características típicas del clima continental. Los inviernos son suaves y los meses estivales muy secos y calurosos.

El invierno ocupa los meses de diciembre, enero y parte de febrero. En esta época, alcanzan la zona los efectos de los anticiclones térmicos que aparecen sobre La Mancha, que dan a la región un tiempo seco y frío, en el que las nieblas son muy frecuentes.

El verano es una larga y rigurosa estación que ocupa parte del mes de mayo, junio, julio, agosto y parte de septiembre. Durante estos meses son frecuentes las tormentas de tipo térmico y dinámico.

### 2.2. Precipitaciones

Las precipitaciones anuales en Torrejoncillo son de 654,2 mm, concentrándose en el período invernal, que es relativamente corto. Se pueden destacar los meses de enero y febrero como los más lluviosos del año. Para explicar la sequedad de la zona, hay que tener en cuenta que el Sistema Central actúa como barrera dificultando la entrada de ciclones cargados de agua.

Analizando detenidamente las Figs. 2 y 3, se observa que los veranos son largos y las precipitaciones prácticamente nulas. Además, puede apreciarse cómo el paso de primavera a verano, en cuanto a precipitaciones se refiere, se produce de una forma más gradual y menos drástica que el de verano a invierno.

Mes	Enc.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
(mm)	103,3	91,3	74,3	57,2	59,1	28,8	1,0	6,7	37,8	76,1	69,2	69,4	654,2

Figura 2. Precipitaciones medias mensuales, de los últimos 10 años, en Torrejoncillo, según la estación meteorológica de Coria (Cáceres).

### 2.3. Temperaturas

Las características climáticas son propias de un clima mediterráneo continental templado, influenciado por la situación de la localidad en un lugar llano.

La temperatura media anual es de 17,6 °C. Los meses estivales son muy secos y calurosos, con una temperatura media de 26,6 °C, llegándose a alcanzar máximas de unos 42 °C en el mes de agosto, que suele ser el más caluroso.

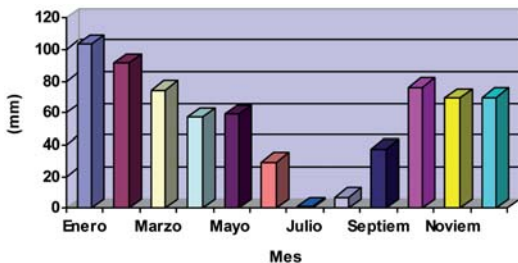


Figura 3. Diagrama de precipitaciones medias mensuales.

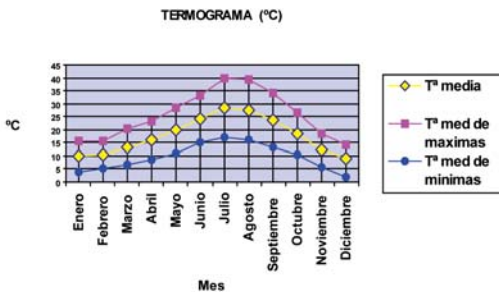


Figura 4

En el termograma de la Fig. 4 se muestran las temperaturas obtenidas, durante los últimos 5 años, en la estación de Coria «La Isleta» (río Alagón): Latitud 39° 58'42"N/Longitud: 6°31'10"W.

Teniendo en cuenta las temperaturas medias mensuales y las precipitaciones medias mensuales, y realizando una combinación de las mismas, se obtiene el siguiente diagrama ombrométrico (Fig. 5):



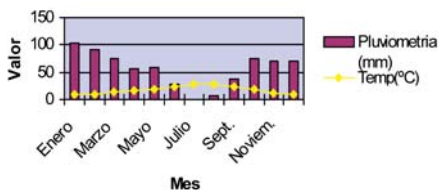


Figura 5

#### 2.4. Evapotranspiración

La *evapotranspiración potencial* (ETP) es la transferencia de agua desde el suelo a la atmósfera, pero a través de las plantas. La ETP es la evapotranspiración que se produciría en el supuesto de que el suelo esté totalmente cubierto de vegetación y sin que exista déficit hídrico.

En la zona en que nos encontramos, prácticamente el 75% de la ETP se produce en verano y parte de la primavera, ya que durante estos meses el grado de insolación es muy alto y las precipitaciones prácticamente nulas.

#### 2.5. Régimen de heladas

Hs (helada segura, T.<sup>a</sup> menor 0 °C): no existe este período.

Hp (helada probable, T.<sup>a</sup> entre 0 y 3 °C): diciembre, enero y parte de febrero (2 meses y medio).

H<sup>o</sup>p (bajo riesgo de heladas, T.<sup>a</sup> entre 3 y 7 °C): de mediados de febrero a mediados de abril y de mediados de octubre a final de noviembre (3 meses y medio).

D (estación libre de heladas, T.<sup>a</sup> superior a 7 °C): desde mediados de abril a mediados de octubre (seis meses).

#### 2.6. El viento

La dirección dominante del viento en la provincia de Cáceres es Sudoeste (SO) u Oeste (O), pero también hay que tener en cuenta los vientos de componente Noroeste (NO) y los del Este (E). La velocidad media anual de estos vientos es de 16,2 km/h.

## 2.7. Hidrología

El río Tajo recorre la provincia de Cáceres de Este a Oeste, para adentrarse posteriormente en tierras portuguesas. Uno de sus afluentes es el río Alagón, en cuyo valle se encuentra Torrejoncillo.

El río Alagón sufre las consecuencias del régimen de precipitaciones de la zona, alcanzando su máximo caudal en los meses de enero a marzo, disminuyendo el mismo de una manera considerable durante los secos y calurosos veranos. El río Alagón está sometido a un riguroso control en su cauce mediante los embalses de Gabriel y Galán y Valdeobispo.

## 2.8. Estudio del medio biótico

### a) Vegetación

El Valle del Alagón presenta gran diversidad desde el punto de vista paisajístico con zonas de vegas, dehesas, riberos, algunos de estos espacios con importante valor medioambiental.

En la tabla siguiente se recogen datos sobre la superficie total de la comarca, el área total protegida y los porcentajes de superficie protegida comarcal y superficie agraria útil (SAU).

Sup. total comarca (km <sup>2</sup> )	1.753,63
Total área protegida (km <sup>2</sup> )	246,62
% Sup. protegida comarcal	14,06
% SAU	92,23

El 14,06% de la superficie comarcal se encuentra bajo protección ambiental (Fig. 6).

La mayor parte de estos espacios se concentran en el Sur y, todos ellos, están asociados a los cursos fluviales y a los riberos.

En cuanto a la *Superficie Agraria Útil*, o sea, aquella que está cultivada o en condiciones de serlo, es del 92,23%, por encima de la registrada para las dos provincias extremeñas. El carácter llano del territorio favorece que este indicador sea tan elevado.

Hay que destacar el predominio del régimen de propiedad, el 65,63% de las explotaciones frente a otras fórmulas jurídicas como el arrendamiento y la aparcería. Aunque hay que señalar que el porcentaje de tierras en arrendamiento es bastante alto, del 31,30%.

En cuanto al aprovechamiento agrícola del territorio, destacan los pastizales, el monte abierto y leñoso y las tierras de regadío. Los regadíos se localizan en el sector Centro-Este de la Comarca, coincidiendo con las vegas de los ríos Alagón



## b) Fauna

A nivel provincial hay que destacar la riqueza faunística de Cáceres gracias, sobre todo, al Parque Natural de Monfragüe, situado a unos 50 km del municipio y en el que podemos encontrar especies protegidas, como: *Aegypius monachus* (buitre negro), *Aquila beliiaca adalberto* (aguila imperial), *Ciconia nigra* (cigüeña negra), *Lynx pardinus* (lince), *Bubo bubo* (búho real).

La mayoría de la fauna de la zona está asociada a la Rivera Fresnedosa y al Pantano de Santa María y es típica del bosque y matorral mediterráneo. Existen especies que viven durante todo el año y otras que se asientan en la zona durante las distintas estaciones; así, existen animales que vienen en periodos de cría (sobre todo aves), en primavera y verano; y otros en épocas de frío, huyendo de las bajas temperaturas del norte de España o Europa (especies invernantes). S= Ave sedentaria, I= Ave invernante, E= Ave estival.

Entre las aves, destacan: *Gyps fulvus* (buitre leonado) (S), Alimoche (éste en época de cría), *Hieraetus fasciatus* (águila perdicera) (S), *Milvus nigrus* (milano negro) (I), *Milvus milvus* (milano real) (S,I), *Falco tinnunculus* (cernícalo común) (S), *Athene noctua* (mochuelo común) (S), *Tyto alba* (lechuza común) (S), *Ardea cinerea* (garza real) (S,I), *Ciconia ciconia* (cigüeña blanca) (E), *Ciconia nigra* (cigüeña negra) (E), *Streptopelia turtur* (tórtola común) (E), *Hirundo rustica* (golondrina común) (E), *Upupa epops* (abubilla) (S), *Ardea cinerea* (garza común), *Sturnus unicolor* (estornino negro), *Columba palumbus* (paloma torcaz) (S,I), *Carduelis carduelis* (jilguero) (S).

Entre los mamíferos salvajes más importantes, se encuentran: *Sus scrofa* (jabalí), *Vulpes vulpes* (zorro), *Crocidura russula* (musaraña común), *Lepus europaeus* (liebre), *Oryctolagus cuniculus* (conejo), *Mustela nivalis* (comadreja), *Apodemus sylvaticus* (ratón de campo), *Pitymys duodecimcostatus* (topillo común), *Erinaceus europaeus* (erizo).

Entre los peces de los ríos y charcas de la zona, se encuentran: *Barbus bocage* (barbo), *Leporinus obtusidens* (boga), *Cyprinus carpio* (carpa común), *Micropterus salmoides* (black-bass), *Lepomis gibbosus* (pez sol), *Ictalurus melas* (pez gato), *Exos lucios* (lucio), *Tinca tinca* (tenca), *Gambusia holbrooki* (gambusia).

Entre los anfibios, se encuentran: *Triturus pygmaeus* (tritón jaspeado), *Triturus boscai* (tritón ibérico), *Bufo bufo* (sapo común), *Bufo calamita* (sapo corredor), *Pelobates cultripes* (sapo de espuelas), *Rana perezi* (rana común).

Entre los reptiles, se encuentran: *Coluber biprocerepis* (culebra de herradura), *Elaphe scalaris* (culebra de escalera), *Malpolon monspesulanus* (culebra bastarda), *Thamnophis proximus* (culebra de agua), *Psammotromus algirus* (lagartija colilarga), *Lacerta lepia* (lagarto ocelado), *Talentola mauritanica* (salmanquesa), *Mauremys leprosa* (galápagos leproso).

## 2.9. Estudio demográfico

La población total de la Comarca en el año 2009, último padrón oficial, es de 38.910 personas significando un 3,58% de la población extremeña.

Coria, único centro urbano de la comarca, concentra el 33% de la población. Otro 33,09% reside en municipios de tipo rural o menores de 2.000 habitantes. Finalmente, el 33,75% restante habita en municipios de tipo intermedio. Es importante tener en cuenta que un 42,30% de los municipios de la comarca tienen menos de 500 habitantes.

El índice de ruralidad de la comarca mide el peso de la población en municipios, cuya densidad no llega a 10 hab./km<sup>2</sup> sobre la población total del territorio comarcal. Estos municipios están en el límite de amenaza por despoblación.

La *densidad de población* en 2008 es de 22,19 hab./km<sup>2</sup>, inferior a la regional (26,09 hab./km<sup>2</sup>), 9 de los 26 municipios se encuentran por debajo de los 10 hab./km<sup>2</sup>, y otros 7 no pasan de los 20 hab./km<sup>2</sup>. Como se ha indicado, son 9 los municipios con una densidad inferior o igual a 10 hab./km<sup>2</sup>, dándonos un *índice de ruralidad* del 11,61%, que representa a 4.519 habitantes.

Entre 10 y 20 hab./km<sup>2</sup>, y en el límite de amenaza por despoblación, según el Eurostat, se encuentran 6 municipios con el 46,22%, 4.546 personas.

La tendencia negativa afecta a la mayoría de las localidades. Ahora bien, hay una serie de municipios que, en los últimos años, han conseguido estabilizar sus poblaciones, todos ellos en la zona de regadío. Coria es la única población que ha mantenido un crecimiento constante en todo el período, debido, en gran parte, a la absorción de la emigración de los municipios de esta comarca y las aldeañas.

En los últimos años, hay que considerar que parte de estas pérdidas viene motivada por el aumento de la mortalidad, a causa del envejecimiento de la población, y por la falta de nacimientos. Hay pueblos, como Pescueza y Cachorrilla, en donde hace años que no nace un niño.

El crecimiento natural ha sido negativo en los últimos 9 años, al igual que los saldos migratorios. Estos indicadores adquieren valores cada vez más negativos.

En la comarca, la inmigración es escasa, aunque debemos incidir en la importancia que, poco a poco, va adquiriendo la inmigración de extranjeros, ya que, gracias a ella, las pérdidas demográficas y sus consecuencias se ven ligeramente mitigadas. Este hecho se hace extensivo a toda Extremadura.

La población de la comarca se dedica principalmente a la construcción, a la agricultura, a la industria y al sector servicios. En el cuadro siguiente se reflejan los porcentajes:

	Agricultura %	Industria %	Construcción %	Servicios %
Comarca	28,39	9,23	21,78	40,52
Extremadura	15,90	10,08	14,46	59,57
España	6,13	17,93	11,74	63,57

Los datos oficiales de empleo, a nivel municipal y comarcal, son los correspondientes al censo de 2001, ya que para estos ámbitos se registran únicamente en los Censos de Población, que se elaboran cada diez años. Indirectamente, podemos acercarnos a la realidad más actual del empleo, gracias a los datos de la afiliación a la Seguridad Social.

En el año 2001 la población ocupada era de 12.694 personas, lo que representa un 31,38% de la población total.

La población ocupada agraria es del 28,39%, un valor muy por encima de los registrados en los ámbitos regional y nacional; aunque, por otro lado, es lógico, debido al fuerte peso del regadío en la economía de la comarca.

La proporción de ocupados por sectores no se ajusta a la existente en la región extremeña o en España. Nos encontramos con un sector Agrario sobredimensionado que ocupa a una gran parte de la población, aunque hay políticas que están intentando aminorar el peso de este sector. Los principales productos de cultivo de la comarca están desapareciendo; tabaco, tomate y pimiento son productos mal pagados y se fomenta en la comarca el abandono de tierras de cultivo para potenciar otros sectores, sin buscar cultivos competitivos en el mercado español.

Por tanto, por sectores, el más importante es Servicios, con un 40,58%; seguido de la Agricultura, con un 32,63%; Construcción, con el 18,28%, e Industria, con el 9,23%. Destacar: la importancia que para Coria tiene el sector Servicios, que llega casi al 58%, y que en 16 de los 26 municipios el sector agrario genera más empleo que los otros sectores.

El número de parados y la tasa de paro en la comarca se resumen en las siguientes tablas:

	Junio 2007	Junio 2008	Junio 2009	Saldo
Comarca	2.420	2.328	2.195	-225
Extremadura	74.534	75.816	73.906	-628
España	1.974.860	1.959.754	1.965.869	-8.991

	Tasa de paro	Tasa de paro hombres	Tasa de paro mujeres
Comarca	10,35	7,14	13,93
España	6,92	5,52	8,35
Extremadura	11,05	7,54	14,78

De acuerdo con el criterio adoptado, para calcular la tasa de paro basada en el porcentaje de número de parados (según datos del SEXPE a 31 de diciembre de 2005), respecto a la población potencialmente activa a 1 de enero de 2006 (padrón oficial de habitantes), *la tasa de paro es del 10,35%*.

De las tablas anteriores, se extraen dos importantes conclusiones:

1. *La tendencia a la baja del desempleo en los dos últimos años.*
2. *Las mujeres siguen siendo el colectivo más afectado por el paro.*

Por sectores, el sector de Servicios (52,16%), seguido por el de la Construcción (19,13%), son los que presentan mayores tasas de paro.

### 3. ESTUDIO GEOLÓGICO

El área estudiada se encuentra situada geológicamente sobre dos unidades estructurales de la Meseta Norte española:

- *El Macizo Hespérico* se sitúa en la parte meridional de la Unidad Geológica Centroibérica (JULIVERT *et al.*, 1974). Desde el punto de vista estratigráfico se distinguen sedimentos precámbricos, pertenecientes al Complejo Esquisto-Grauváquico, sedimentos paleozoicos, que abarcan términos desde el Ordovícico Inferior al Silúrico, depósitos terciarios y sedimentos cuaternarios, principalmente terrazas.
- *La Cuenca de Coria*, constituida por sedimentos posthercénicos, es decir, depósitos detríticos terciarios y cuaternarios, situados principalmente en terrazas fluviales y depósitos aluviales.

#### 3.1. *El Macizo Hespérico*

Macizo Hespérico (HERNÁNDEZ PACHECO, 1938) y, también, Macizo Ibérico y Meseta Ibérica, son términos con los que se designa usualmente al basamento o zócalo de la península ibérica, debiendo entenderse por tal el constituido por el conjunto de rocas ígneas y metamórficas antiguas (precámbricas y paleozoicas), cuyos afloramientos ocupan más de la mitad occidental de la misma.

Estructuralmente, es un fragmento de la cordillera hercínica europea, originada a finales del Paleozoico (Devónico y Carbonífero), por plegamiento de rocas precámbricas y paleozoicas. Dicho fragmento se presenta aquí como una cadena de doble vergencia, con una zona central caracterizada por pliegues de plano axial subvertical, a la que se adosan zonas cuyas estructuras tienen vergencia hacia las partes externas de la cordillera. A estas diferencias estructurales se unen otras de metamorfismo, magmatismo y metalogenia, mostrando dichas diferencias una gradación aproximadamente paralela a la dirección noroeste-sureste que llevan las principales estructuras. En estos hechos se basan las divisiones del macizo efectuadas por varios autores (LOTZE, 1945; JULIVERT *et al.*, 1974).

La zona Centro-Ibérica, en la que se encuentran los afloramientos hercénicos de la región investigada, se caracteriza litológicamente por la gran extensión que tienen en ella las rocas graníticas y gneísicas. Dichas rocas se encajan en una potente serie metamórfica en la que se distinguen dos conjuntos. El primero está

constituido por una monótona serie, pizarrosa fundamentalmente, en la que se agrupan todos los sedimentos precámbricos y cámbricos no datados paleontológicamente, y que se conoce con el nombre de «Complejo esquisto-grauváquico anteordovícico» (CARRINGTON DA COSTA, 1951). Sobre este conjunto reposa el segundo, constituido por materiales del Cámbrico datado (concordantes con los anteriores), ordovícicos y silúricos principalmente y, sólo ocasionalmente, devónicos y carboníferos, todos ellos discordantes sobre el conjunto Precámbrico-Cámbrico.

El rasgo más notable de esta zona, desde el punto de vista estructural, es la disposición de la serie metamórfica en una sucesión de antiformas y sinformas que, alargadas en dirección noroeste-sureste, la recorren longitudinalmente en toda su extensión. Frecuentemente, estas estructuras desaparecen lateralmente al ser cortadas por intrusiones graníticas.

Durante el Mesozoico, gran parte del macizo debió estar emergido, pues faltan en él sedimentos de esta edad, actuando como continente y sometido a una intensa denudación que dio origen a una gran penillanura de génesis policíclica, denominada Penillanura Poligénica.

### 3.2. La cuenca de Coria

La cuenca de Coria se extiende desde las proximidades de la Sierra de Cañaver, por el sur, hasta las proximidades de Oliva de Plasencia, al norte.

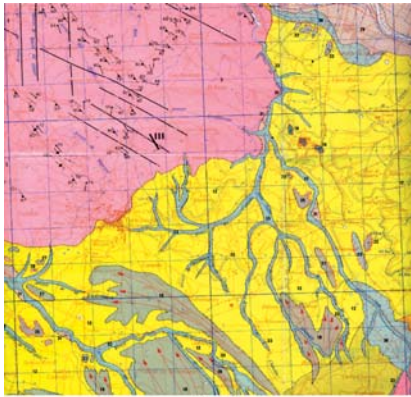
Dicha cuenca constituye una depresión cenozoica formada por el hundimiento del zócalo hercínico y colmatada durante todo el Terciario por sedimentos de origen continental. Aunque en gran parte de la misma son dominantes los afloramientos de rocas de naturaleza arenosa y arcillosa, en disposición tabular/horizontal.

La zona estudiada está situada concretamente dentro de la cuenca de Coria y rodeada por el noroeste, a la altura de la población de Torrejoncillo, por sedimentos precámbricos pertenecientes al Complejo Esquisto Grauváquico y por el sureste por esos mismos materiales del Precámbrico y, además, sobre ellos se ha depositado la serie paleozoica que actualmente está representada por sedimentos que abarcan términos entre el Ordovícico Inferior y el Silúrico (Fig. 7).

### 3.3. Precámbrico Superior

Los sedimentos del *Precámbrico Superior* (*grauvacas y pizarras*) se disponen en niveles alternantes de muy diversa potencia. Su característica litológica fundamental es el estar constituido por pizarras y limolitas grises que alternan con grauvacas grises y verdosas de grano fino a grueso, estratificadas en capas de 0,5 a 0,30 m, aunque no están ausentes los bancos métricos (1,4 a 2 m).





LEYENDA

CUATERNARIO	PLEISTOCENO	SUPERIOR	33	Caras volcánicas, arenas y arcillas, flint.
			32	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Beras, tórcas y MUDAS.
			31	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Caceras, albas.
		MEDIO	30	Caras argilosas, arenas y arcillas, Caceras.
			29	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.
			28	Caras argilosas, arenas y arcillas, Caceras.
			27	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.
		INFERIOR	26	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.
			25	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.
			24	Caras argilosas, arenas y arcillas, Torralba.
TERCI. NEOL.	MIOCENO	23	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.	
		22	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.	
		21	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.	
		20	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.	
		19	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.	
		18	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.	
		17	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.	
		16	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.	
		15	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.	
		ORDOVICICO SILURICO	MIOCENO	14
13	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.			
12	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.			
11	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.			
10	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.			
9	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.			
8	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.			
7	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.			
6	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.			
5	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.			
PRE.	SUPERIOR	4	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.	
		3	Caras volcánicas, arenas y arcillas, Torralba.	



Figura 7. Mapa geológico, escala 1/50.000.

### 3.4. Terciario (Mioceno)

#### Arcosas y arcillas

Esta unidad está constituida fundamentalmente por arcosas de tono gris verdoso, con porcentajes de fango muy variable. Incluyen cantos dispersos subredondeados a redondeados. Los cantos mayoritarios son esquistos y pizarras del Complejo Esquisto-Grauváquico, aunque también están presentes el cuarzo y los procedentes de rocas graníticas.

Los estudios granulométricos realizados ponen de manifiesto un contenido en limo-arcillas comprendido entre el 12% y el 70%, siendo el resto tamaño arena de muy fina a media. En algunas muestras, la fracción arena gruesa llega a alcanzar el 27%.

En las muestras recogidas en los niveles más arcillosos, se realizaron estudios de difracción de rayos X. El porcentaje de filosilicatos alcanza valores de hasta el 90%, siendo las esmectitas y la illita los más abundantes.

De las observaciones litológicas de campo y de los estudios realizados, se desprende que los depósitos de las arcosas y arcillas (Mioceno) son el resultado de la mezcla de términos litológicos cuya procedencia fundamental es del Este, Noreste y Sureste, derivados del Complejo Esquisto-Grauváquico, de áreas ígneas y de rocas afectadas por metamorfismo de contacto.

### 3.5. Cuaternario

En este apartado se describen los diferentes tipos de depósitos cuaternarios existentes en la zona estudiada: terrazas fluviales y llanuras aluviales. La potencia máxima de esta unidad no podemos establecerla en la actualidad por falta de datos fiables. Ahora bien, dada las características estructurales de esta cuenca, pensamos que el espesor debe ser importante. En este sentido, un sondeo realizado por el IGME perforó 180 m en el área de Galisteo sin llegar al basamento antiguo. De otro lado, de los estudios geoelectrónicos, con fines hidrogeológicos, realizados en esta cuenca por INTECSA (1984) por encargo del IGME, se deducen espesores máximos de 250 m en las áreas de Torrejoncillo, Holguera y Riolobos. Estos espesores se incrementan considerablemente hacia el NE (900 m). Esta diferencia de potencias es sólo explicable por la existencia de fracturas que producen importantes «escalones» en el zócalo precámbrico.

Atribuimos al Mioceno esta unidad por consideraciones regionales y de facies, al no disponer de ningún dato paleontológico (IGME, 1987).

### 3.6. *Pleistoceno*

Gravas con cantos redondeados, arenas y arcillas. Terrazas

Se trata de varios niveles situados de forma escalonada y a mayor altitud respecto al cauce actual de varios arroyos que discurren por la zona estudiada (arroyo de la Casa de Don Pedro, arroyo del Acín, arroyo de Chanelán, etc.). Litológicamente se compone de gravas y bolos cuarcíticos bien rodados, arenas silíceas y arcillas. El tamaño de los cantos varía entre unos 5 hasta 20-25 cm, aunque esporádicamente pueden existir bolos de mayor tamaño.

### 3.7. *Holoceno*

Gravas con cantos redondeados y arenas. Llanura aluvial

Está bien representada a lo largo de los cauces de los arroyos que discurren por el área estudiada y que ya han sido citados anteriormente. Su litología fundamental es semejante a la de las terrazas (gravas de cantos de cuarcitas y arenas).

## 4. ESTUDIO EDAFOLÓGICO

### 4.1. *Estudio edafológico de la parcela*

El suelo es considerado como un recurso natural debido, principalmente, a su potencial productivo de tipo agrícola y a ser una fuente de nutrientes para la cubierta vegetal (cultivos, pastizales, repoblaciones forestales, etc.). Por lo tanto, es importante describir las características edafológicas de la parcela objeto del presente estudio, debido a que uno de los factores más influyentes en la productividad de una explotación agrícola es el suelo. Además, con dicho estudio se podrá planificar de manera más precisa las condiciones de explotación y las mejoras en la producción.

La parcela estudiada está situada sobre una roca madre, constituida por arcosas y arcillas del Mioceno. Los suelos situados sobre esta litología tienen un buen desarrollo y evolución (Luvisoles). Se trata de suelos poco pedregosos y de un espesor variable entre 70 y 110 cm.

En un extremo de la parcela estudiada se ha descrito un Luvisol crómico que tiene un horizonte superficial de color pardo y textura franco-arcillosa, y un pH de 5,8 (ácido) (Fig. 8). El horizonte Bt es de unos 65 cm de espesor, aunque en la parte central de la parcela está algo erosionado y posee un menor espesor; es de color rojo y textura arcillosa (Fig. 9). El horizonte Cg está constituido por una arenisca (arcosa) de color pardo verdoso, con decoloraciones grises debidas a procesos de hidromorfía. A lo largo de todo el perfil, no existen fragmentos rocosos ni carbonatos.



En el otro extremo de la parcela, se ha descrito un Luvisol háptico, que tiene un horizonte Ap de color pardo y textura franco-arcillosa, y pH de 5,2 (ácido). El horizonte Bt es de unos 65 cm de espesor, es de color pardo amarillento y textura arcillosa. El horizonte Cg está constituido por una arenisca (arcosa) que presenta las mismas propiedades que en el perfil anterior. A lo largo de este perfil tampoco existen fragmentos rocosos ni carbonatos.

En la parte central de la parcela, la topografía adquiere una forma de vaguada y, durante la descripción del perfil en esta zona, se ha observado la presencia de un pequeño derrubio constituido por gravas redondeadas de cuarcitas sobre el que se ha desarrollado un Cambisol éutrico. Este suelo posee un horizonte Ap con características semejantes a los suelos descritos anteriormente; aunque el pH es de 6,9 (neutro); un horizonte Bw de color pardo oscuro, con textura franco-arcillosa y con fragmentos rocosos, de tamaño grava, de naturaleza cuarcítica. Por debajo de este horizonte «cámbico», existe un horizonte Bt, de color pardo-rojizo y textura arcillosa y las arcosas del Mioceno. Es decir, en esta zona de la parcela hay que destacar la presencia de un Luvisol, que ha sido enterrado por un derrubio y que, a su vez, ha sido posteriormente edafizado (Cambisol) (Fig. 10).

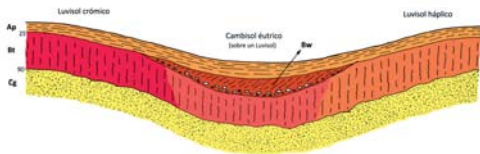


Figura 10. Horizontes del suelo de la parcela.

## ANEXO I

### DESIGNACIÓN DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

#### Horizontes principales:

A - Horizonte mineral superficial, que posee una acumulación de materia orgánica humificada, íntimamente asociada con la fracción mineral.

B - Horizonte mineral subsuperficial, en el cual la estructura de la roca está destruida y que se caracteriza por uno o más de los rasgos siguientes:

- 1) Una alteración de la roca madre, con lo que se produce un color y una estructura típicamente edáfica (granular, en bloques, prismática, etc.).
- 2) Una acumulación iluvial de arcilla.

C - Material geológico no consolidado (roca blanda que puede cavarse con una azada), a partir del cual se supone que se ha formado el «solum».

#### Letras sufijo:

Estas letras minúsculas se pueden añadir a la letra mayúscula para calificar el nombre del horizonte principal:

p - perturbación producida por el laboreo agrícola.

t - horizonte con acumulación de arcilla iluvial.

w - horizonte con alteración *in situ*.

g - horizonte con hidromorfia.

### CLAVE DE LAS UNIDADES DE SUELOS (CLASIFICACIÓN DE LA FAO, 1989)

#### Cambisoles

Suelos con un horizonte de diagnóstico B cámbico (horizonte de alteración de la roca madre).

Éutricos: Cambisoles con un grado de saturación en bases mayores del 50% en todas las partes del horizonte B.

#### Luvisoles

Suelos que tienen un horizonte B argílico (horizonte generalmente de color rojo, con acumulaciones de arcillas iluviales, en forma de películas brillantes o cutanes), con un grado de saturación mayor del 50% en todas las partes.

Crómicos: Luvisoles con un horizonte B de color pardo-rojizo a rojo.

Háplicos: Luvisoles con un horizonte B de color pardo-amarillento a amarillo.

### 4.2. Mapa de la parcela a sembrar y subparcelación

La parcela donde se va a realizar la siembra del cultivo se encuentra en el término municipal de Torrejuncillo (Cáceres) los datos de la parcela proporcionados por el SIGPAC son los siguientes:

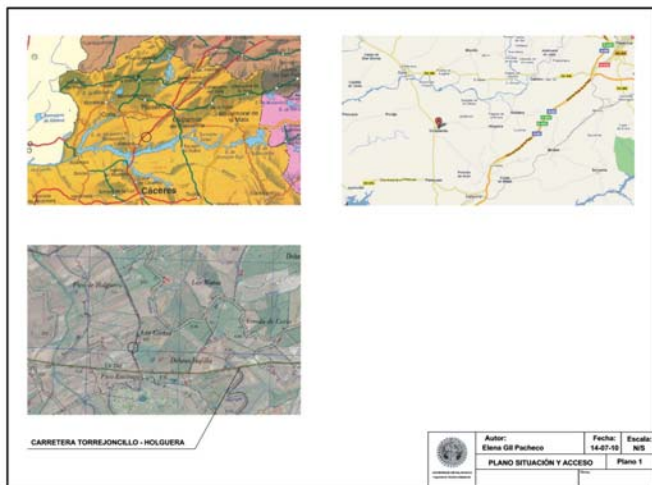
MUNICIPIO: 193.

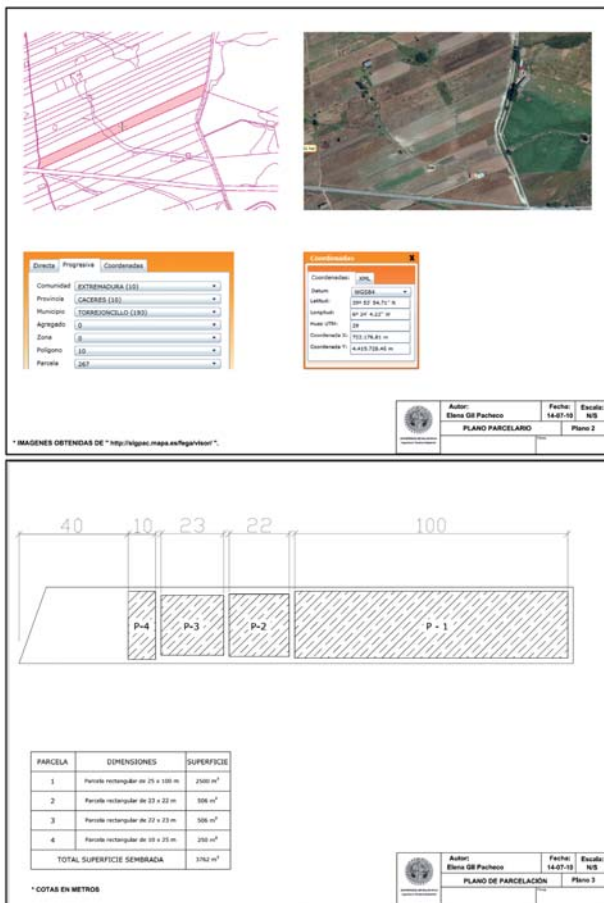
POLÍGONO: 10.

PROVINCIA: 10.

PARCELA: 267.

A continuación, se presenta el plano de situación de la parcela dentro del término municipal y con relación al resto de municipios.





## MONOGRAFÍAS DE LAS PLANTAS OBJETO DE ESTUDIO

*CALENDULA OFFICINALIS* L.

La caléndula tiene su origen en la zona mediterránea y, con toda probabilidad, no es más que el resultado del cruce de otras especies del género *Calendula*.

Se utiliza en la región mediterránea desde la época de los antiguos griegos y, con anterioridad, ya era conocida por los hindúes y los árabes, por sus cualidades terapéuticas y también como tinte para los tejidos. Se cree que procede de Egipto y fue introducida en España y Portugal en el siglo XII y de ahí se extendió al resto del mundo.



Su nombre genérico deriva del latín *calendula*, que significa «a lo largo de los meses», con lo que se quiso subrayar el largo período de floración que tiene esta planta. El nombre específico *officinalis* hace referencia a su carácter medicinal.

## NOMBRE CIENTÍFICO

Nombre científico: *Calendula officinalis* L. (Fig. 11).  
Familia: *Asteraceae* (*Compositae*).

## NOMBRES VULGARES

Botón de oro, corona de rey, caléndula, caldo, flamenquilla, flor de difunto, maravilla, rosa de muertos, reinita, flor de todos los meses, espantanovios, chuncho.

## DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

Planta herbácea, aromática, glandular, de anual a perenne, leñosa únicamente en la base. El tallo, de 20 a 55 cm de altura, es erecto o procumbente, ramificado en la parte inferior, piloso y anguloso y, generalmente, con hojas casi hasta el extremo superior. Las hojas, de (3-)7-14(-17) x 1-4(-6) cm, son simples, alternas,



enteras o ligeramente dentadas, oblongas o espatuladas, lanceoladas y pilosas. Las superiores, casi abrazadoras y agudas; las inferiores, obtusas, espatuladas y pecioladas. Las inflorescencias son capítulos de 4-7 cm de diámetro, solitarios. Las lígulas femeninas y fértiles, a menudo de 2 cm, al menos 2 veces más largas que las brácteas del involucre, de color amarillo o amarillo-anaranjado; generalmente, las flores tubulares son más o menos del mismo color que las flores liguladas, algunas veces parduzcas, funcionalmente masculinas. La floración dura prácticamente todo el año, cerrándose de noche y abriéndose al amanecer. Los estambres tienen las anteras sagitado-caudadas y los filamentos libres. Las brácteas involucrales, en 1 o 2 filas, son lineares, acuminadas, casi iguales, con un estrecho margen escarioso. El receptáculo es plano y sin escamas. Los frutos (cipselas) carecen de vilano; los exteriores son arqueados, con el dorso cubierto de espinas y los otros cimbiformes, más cortos, de forma navicular (raramente trialados).

#### COROLOGÍA Y ECOLOGÍA

Se encuentra en zonas templadas de Europa meridional, en el norte de África, Asia occidental y América, desde 0-1.000 m.

Es una planta poco exigente respecto al tipo de suelo, aunque prefiere los suelos arcillosos. Requiere pleno sol. Es resistente a las sequías y a las heladas (tolera hasta  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). En verano necesita cierta humedad. Se adapta a los climas templados.

Cultivada, a menudo crece espontáneamente cerca de las poblaciones.

#### CULTIVO

*Calendula officinalis* se cultiva en Europa desde el siglo XII. En España se utiliza como ornamental y, desde hace siglos, como planta medicinal, debido a sus cualidades terapéuticas.

#### SUELO

Es poco exigente respecto al suelo, aunque prefiere los calizos, arenosos, ligeros y ricos en materia orgánica; fértiles, bien drenados, abundantemente abonados y regables.

## PROPAGACIÓN

La caléndula se puede cultivar mediante semillas o bien en semilleros. El cultivo por semillas se realiza en primavera, al aire libre, en lecho soleado, o bien en otoño, en zonas de invierno poco riguroso. Las plantas sembradas en setiembre-octubre florecen en mayo-junio y dan capítulos grandes; las sembradas en marzo-abril florecen en julio-agosto del mismo año, y dan capítulos más pequeños. El cultivo en semillero se realiza en marzo-abril, para trasplantar en mayo-junio o mejor en septiembre (FERNÁNDEZ POLA, 1998).

Nosotros hemos optado por el 2.º sistema (en semillero). Las semillas fueron sembradas en invernaderos, a finales de marzo del 2009. Tardaron en germinar de 2-4 semanas, a temperatura óptima (20-30 °C). El número de semillas contenidas en 1 g es de 115 y su capacidad germinativa de 5-10 años.

Los plantones, de gran calidad, se trasplantaron a los 30 días, y medían aproximadamente 20 cm.

La utilización de semillero y plantones para el cultivo nos proporciona datos más fiables de la densidad de planta por hectárea y, además, nos facilita la recolección.

## PREPARACIÓN DEL TERRENO

Antes de la siembra, se realizaron las siguientes labores culturales:

1. Fertilizado.
2. Deshierbe.
3. Labrado con tractor, pasando la grada varias veces.
4. Regado, añadiendo al agua de riego el abono (8-15-15) y los herbicidas (Stop 33).
5. Surqueo y subdivisión parcelaria.

La preparación del terreno se realizó el 23 de abril del 2009, debido a que la primavera fue muy seca y hubo que esperar a que la Confederación Hidrográfica del Tajo abriera el suministro del agua de riego.

## DENSIDAD DE PLANTACIÓN

Según FERNÁNDEZ POLA (*l. c.*), la densidad de plantación óptima para la caléndula es de unas 50.000-70.000 plantas/ha. En la tabla siguiente se dan los marcos más adecuados según la densidad deseada y el grado de fertilidad del terreno. Siendo «a» la distancia entre líneas y «b» la distancia en la línea o entre golpes.

También nos facilita los marcos de plantación más adecuados, según la densidad deseada y el grado de fertilidad del terreno.

Valores de «b» (cm)

Valores de «a» (cm)	40.000 pl./ha	50.000 pl./ha	60.000 pl./ha	70.000 pl./ha	80.000 pl./ha
40	-	-	-	35,5	31
50	50	40	33,5	28,5	25
60	41,5	33,5	28	24	21
70	35,5	28,5	24	20,5	18
80	31	25	21	18	15,5
90	28	22	18,5	16	14

Basándonos en experiencias anteriores, hemos calculado una mayor densidad de planta/hectárea. Se han sembrado 80.000 plantas por hectárea, con un marco de plantación de 20 x 80 cm, para evitar la proliferación de otras especies y ahorrar la mano de obra del deshierbe, a la vez que permite el paso del tractor.

SIEMBRA

La siembra se realizó en la parcela n.º 2, que tiene una superficie de 500 m<sup>2</sup> y 30 surcos de 25 m cada uno. Los datos recogidos se extrapolarán a la hectárea.

El día 4 de mayo, se llevaron los plantones del vivero para ser trasplantados a la tierra: 29 bandejas de 300 alvéolos, con una media de 150-200 plantas cada una. Los plantones, de calidad excelente, medían alrededor de los 20 cm (Fig. 12). Se plantaron 30 surcos, con una media de 130 plantas en cada uno de ellos.



Antes de iniciar la siembra, se procedió a la instalación del riego. Lo ideal hubiera sido el riego por goteo, pero, por ser demasiado caro, se optó por el riego a surco tendido. Para ello, desde la toma de agua se instaló la manguera, dirigiéndola hacia los surcos y, una vez que el agua llegó a ellos, se guió mediante chorreras hechas con plásticos. Cuando la tierra estuvo suficientemente blanda, se comenzó la siembra, siguiendo el mismo marco que se utiliza para el pimiento; es decir, sembrar en la parte inferior del surco, para que la planta esté más cerca de la humedad.

## DESARROLLO DE LA PLANTACIÓN

El riego se efectuó a demanda. El 5 de mayo se regó la plantación por primera vez. El día 11 de mayo las caléndulas habían crecido del orden de 5 cm.

El 22 de mayo se observaron los primeros botones florales y el 5 de junio, el 30% de la plantación estaba en flor.

Las flores presentan variedad de colores, las hay naranjas, amarillas y con diversos matices. Se observó que las plantas de flores de color naranja alcanzan los 40 cm de altura (Fig. 13), mientras que las de flor amarilla los 50 cm (Fig. 14).



## ÓRGANOS OFICINALES

Los capítulos o solamente las flores.

## RECOLECCIÓN

La recolección de los capítulos se llevó a cabo a partir del día 25 de junio, de forma escalonada, cuando las plantas estaban en el momento óptimo de floración (Figura 15). Se realizó por la mañana temprano, cuando los órganos officinales presentan mayor porcentaje de principios activos.



Figura 15

#### SECADO

Los órganos officinales se llevaron a un secadero de tabaco, hasta que estuvieron secos.

#### RENDIMIENTO

Se recogieron 15 kg de capítulos por surco. Unos 450 kg en total, en la parcela de 500 m<sup>2</sup>. Extrapolando estos valores a la hectárea, en una hectárea se recolectarían 9.000 kg de planta fresca.

El 5 de julio la planta ya estaba seca, se pesó y había perdido un 75% de su peso.

El cultivo de caléndula ha dado 5 cosechas, en los meses de junio, julio, agosto, septiembre, octubre. Se observó que, en las sucesivas cosechas, disminuía el número de capítulos y el tamaño de los mismos.

#### CONSERVACIÓN

Los capítulos, una vez secos, se conservan en recipientes herméticos, evitando los de plástico, al abrigo de la luz y de la humedad.

#### CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Los capítulos son solitarios, miden de 4-7 cm de diámetro. El receptáculo es plano y carece de brácteas interflorales. Las brácteas del involucre se disponen en 1-2 filas; son casi iguales, lineares, acuminadas y presentan un margen escarioso estrecho. Las flores liguladas son amarillas o anaranjadas, a veces con diversos matices, y las tubulosas generalmente concoloras con las liguladas, a veces pardas. Las liguladas miden 2-3 cm de largo por 5-7 mm de ancho y tienen tres dientes en el ápice; las tubulosas miden 5 mm. Ambas presentan tricomas tectores pluricelulares biseriados en la base.

#### CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

El olor que desprenden las flores es desagradable y su sabor es amargo.

#### CARACTERÍSTICAS ANATÓMICO-MICROSCÓPICAS

En un corte longitudinal del capítulo, se observan:

- a) Abundantes tricomas tectores y glandulares pluricelulares biseriados en la base de las flores liguladas y de las tubulosas (Figs. 16, 17 y 18).

- b) Las flores tubulosas presentan, además de estos, tricomas tectores pluri-celulares uniseriados (Fig. 23) y algunos glandulares con el pie corto y la cabeza secretora formada por varios estratos de células superpuestas, tipo compuestas.

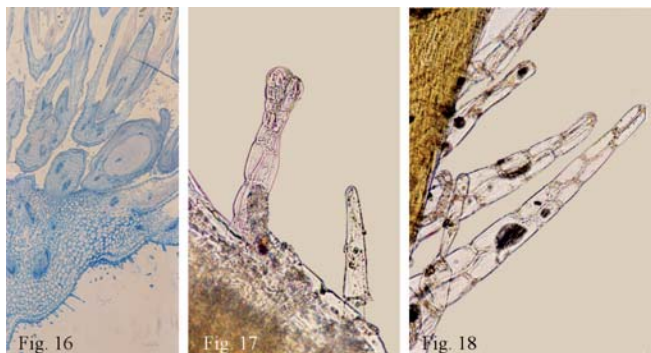


Figura 16. Fragmento de un corte longitudinal del capítulo. Figura 17. Tricomas de una flor tubulosa. Figura 18. Tricomas de una flor ligulada.

#### COMPOSICIÓN QUÍMICA

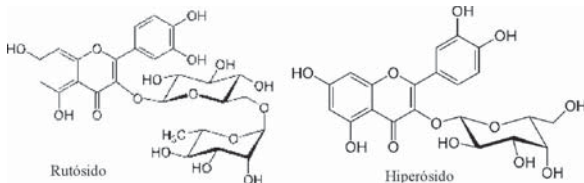
Según ARTECHE (1998), *Calendula officinalis* contiene los siguientes principios activos: aceite esencial (0,1-0,4%),  $\gamma$ -terpineno, mu-uroleno, cadineno, cariofileno, mentona, iso-mentona, carvona, geranilacetona, cariofilenocetona, sesquiterpenos (epicubebol, aloaromadendrol). Flavonoides: rutósido, neosesperidósido. Saponósidos (2-5%). Alcoholes triterpénicos (amirina, taraxasterol, amidiol, faradiol). Esteroles, carotenoides, pigmentos xantofílicos; ácidos fenolcarboxílicos; principio amargo (calendina); taninos polisacáridos (galactanas).

#### VALORACIÓN DEL PRINCIPIO ACTIVO

Uno de los componentes mayoritarios de la flor de caléndula son flavonoides, principalmente 3-O-glicósidos de quercetol e isorhamnetol, entre los que destacan hiperósido y rutósido (según la monografía de la OMS).

Según la Real Farmacopea Española, la Farmacopea Europea y la OMS, contiene no menos del 0,4% de flavonoides, calculado como hiperósido respecto a la droga desecada.

Para la extracción y cuantificación de dichos principios, se ha seguido el método descrito en la Real Farmacopea Española, mediante determinación espectrofotométrica.



Los pasos seguidos son los siguientes:

- *Disolución madre*

1. 0,8 g de droga pulverizada se introducen en un matraz de fondo redondo de 100 ml y se añade 1 ml de una disolución de 5 g/l de hexametilentetramina, 20 ml de acetona y 7 ml de ácido clorhídrico 7 N.

2. Se calienta a ebullición y a reflujo durante 30 min. Se filtra a un matraz de 100 ml y el residuo se extrae dos veces con 20 ml, cada vez, de acetona, calentando a ebullición a reflujo durante 10 min.

3. Se filtra, se reúnen todas las disoluciones de acetona y se enrasan en un matraz de 100 ml. A continuación, se ponen 20 ml de esta disolución en una ampolla de decantación, se añaden 20 ml de agua y se extrae la mezcla varias veces con acetato de etilo.

4. Los extractos de acetato de etilo se lavan con agua, se filtran sobre sulfato de sodio anhidro y se enrasan a 50 ml.

- *Disolución problema*

A 10 ml de la disolución madre se le añade 1 ml de una disolución de cloruro de aluminio en ácido acético glacial en metanol (5% v/v) y se diluye hasta 25 ml con una mezcla de ácido acético glacial en metanol (5% v/v).

- *Disolución de compensación*

10 ml de la disolución madre se diluyen hasta 25 ml con una disolución al 5% v/v de ácido acético en metanol.

Después de 30 min, se mide la absorbancia a 425 nm y se calcula el contenido en porcentaje de flavonoides, expresado como hiperósido, con ayuda de la siguiente expresión:  $A \times 1,25/m$  (A: absorbancia a 425 nm; m: masa de la droga a examinar en gramos).

Tomando 500 como valor de la absorbancia específica de hiperósido, el resultado obtenido para la muestra problema ha sido un valor de absorbancia de 0,602.

Realizando los cálculos, se obtiene el resultado siguiente:  $0,602 \times 1,25/0,8 = 0,94\%$ .

Nuestras plantas presentan una riqueza del 0,94%, que supera el mínimo establecido en la Farmacopea.

#### ACCIÓN FARMACOLÓGICA E INDICACIONES

El aceite esencial es el responsable de su acción antiséptica y parasitocida, que, junto a la presencia de alcoholes y lactonas terpénicas, le confiere una acción antibiótica y fúngica. Además, tiene actividad antiinflamatoria, cicatrizante, emenagoga, espasmolítica, sudorífica, colerética e hipotensora.

Actualmente, su uso está reducido casi exclusivamente a la vía tópica: acné, irritaciones cutáneas, escaldaduras, quemaduras superficiales, contusiones, picaduras de insectos, desinfección y ayuda a la cicatrización de heridas, ulceraciones dérmicas, forúnculos, isquinesias, abscesos, dermatitis exfoliativa, gingivitis, faringitis, vulvovaginitis. Por vía interna, popularmente, sigue usándose para amenorreas, dismenorreas, disquinesias hepato-biliares, parasitosis intestinales (ARTECHE, *l. c.*).

*Observación:* La planta fresca puede producir dermatitis de contacto.



### *HYPERICUM PERFORATUM* L.

*Hypericum perforatum* se utiliza desde la Antigüedad como planta medicinal. Hipócrates la utilizaba como analgésico y Dioscórides, en el siglo I d. de C., ya alababa sus propiedades curativas, considerándola como diurética y emenagoga.

En la época romana se consideraba como el remedio universal y en la Edad Media fue centro de las supersticiones medievales.

En la actualidad, es muy utilizada por sus propiedades curativas en caso de depresiones leves.

Su nombre genérico deriva del griego *Hyper* (sobre) y *eikom* (imagen), por considerar que sus propiedades estaban por encima de lo imaginable. El nombre específico, *perforatum*, alude a que sus hojas se hallan repletas de pequeñas bolsas secretoras, que, vistas a contraluz, dan la sensación de estar perforadas.

#### NOMBRE CIENTÍFICO

Nombre científico: *Hipericum perforatum* L. (Fig. 19).

Familia: *Guttiferae* (*Hypericaceae*).

#### NOMBRES VULGARES

Hipérico, hipericón, corazoncillo, hierba de San Juan.

#### DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

Es una planta herbácea, perenne, glabra, de 60-110 cm de altura. Los tallos son muy ramificados; los principales presentan ramas estériles, glándulas negras y dos finas líneas longitudinales. Las hojas son simples, enteras, opuestas, lampiñas, de semiamplexicaules a cuneadas, obtusas, a veces mucronadas, con una longitud de 1,5-4,0 cm. Presentan en el limbo numerosas glándulas secretoras esquizógenas, visibles a contraluz, y glándulas negras laminares e intramarginales. Las brácteas, de 4-6 mm, son de lineares a lanceoladas, agudas. Los sépalos, de 4-8 mm, son de lineares a estrechamente ovados, agudos o acuminados, con o sin algunas glándulas negras puntiformes, laminares e intramarginales. Los cinco pétalos de las flores son amarillos, de 9-15 mm, asimétricos, crenados, con algunas glándulas negras puntiformes, intramarginales o laminares y,



a veces, también lineales. El androceo tiene numerosos estambres, soldados en tres o cuatro fascículos. El ovario tiene los carpelos soldados. El fruto es una cápsula (de 5-9 mm), de subcónica a estrechamente ovoidea, rojiza, con vesículas dispuestas oblicuamente a la sutura de los carpelos y vitas longitudinales. Las semillas, de 0,8-1 mm, de color negro.

Es una planta muy polimorfa. En función de la relación longitud/anchura de las hojas de los tallos principales, se reconocen dos subespecies: subsp. *perforatum* y subsp. *angustifolium*, que se diferencian por la relación longitud/anchura de las hojas. En la subsp. *perforatum* es de 2-4 y en la subsp. *angustifolium* 3-7.

## COROLOGÍA Y ECOLOGÍA

Es una planta común en toda Europa, norte de Asia, de África y América. Frecuente en toda la península ibérica e islas Baleares.

Crece en setos, ribazos, prados no muy húmedos, senderos de bosque. Es poco exigente respecto al tipo de suelo. Se desarrolla en cualquier suelo bien drenado, preferiblemente duro y rico en calcio. En pastos, céspedes, baldíos, linderos de caminos, setos, bosques claros, talleres, matorrales, declives herbosos, campos secos, claveros, pastizales, terraplenes, collados. Desde el nivel del mar hasta los 2.000 m. Mejor a pleno sol, aunque tolera la semisombra. Es resistente a las heladas (tolera hasta -15 °C).

## CULTIVO

### PROPAGACIÓN

*Hypericum perforatum* se puede multiplicar:

A) Por semillas. El sembrado se puede realizar en agosto-septiembre, en un lugar sombreado, manteniendo la humedad, y realizar el trasplante en la primavera siguiente; o bien, sembrar en mayo en pequeñas cajas de mantillo y hacer un repicado a los 14 días después del brote, para transplantar 2-3 semanas después, a 6 cm de distancia, y en septiembre se disponen definitivamente a 20 cm en la hilera, estando éstas distanciadas 50 cm.

B) Por esqueje o por estaquilla de raíces, a finales de verano o principios de otoño, o bien a principios de primavera. Se elimina una parte del follaje, así como las flores y los botones florales, para reducir la evaporación.

C) Por división de mata, en época de reposo vegetativo, es decir, de octubre a marzo; mejor, a principios de este período.

D) Por acodo.

Nosotros hemos optado por el método del semillero. Las semillas utilizadas fueron adquiridas en los invernaderos «Cultiplant» en Lillo (Toledo).

Las semillas de *Hypericum perforatum* son negras, estrechas y cilíndricas, de 1-3 mm de longitud (los agricultores dicen que son más pequeñas que un grano de azúcar), con la superficie cubierta de pequeñas verrugas. 1.000 semillas pesan 0,1 g.

Se han utilizado, para la germinación, bandejas convencionales comerciales de 300 alveolos. Sobre cada alveolo se echó turba o sustrato. Con una máquina sembradora, se depositaron en cada alveolo 4 o 5 semillas, después una capa muy fina de vermiculita (opcional) y finalmente se regó. La germinación se produjo entre los 15-25 días. La facultad germinativa de las semillas dura 3 años.

Cuando la planta alcanza unos 2 cm de altura (plantón) (Fig. 20), se transporta a las tierras de cultivo para sembrarla.



#### PREPARACIÓN DEL TERRENO

Antes de la siembra, se realizaron las siguientes labores culturales:

1. Fertilizado y abonado, con 25-30 t/ha de estiércol bien fermentado al que se le añadió 200 kg/ha de sulfato amónico, 300-400 kg/ha de superfosfato cálcico y 200-250 kg/ha de sulfato potásico.
2. Deshierbe.
3. Labrado con el tractor, pasando la grada varias veces para crear un buen lecho de plantación.
4. Regado.
5. Surqueo.

## DENSIDAD DE PLANTACIÓN

Según FERNÁNDEZ POLA, *l. c.*, la densidad de plantación óptima para *Hypericum perforatum* es de unas 100.000 plantas/hectárea. En la tabla siguiente se dan los marcos más adecuados según la densidad deseada y el grado de fertilidad del terreno: «a» es la distancia entre líneas y «b» la distancia en la línea o entre golpes.

Valores de «b» (cm)

Valores de «a» (cm)	60.000 pl./ha	80.000 pl./ha	100.000 pl./ha	120.000 pl./ha	140.000 pl./ha
40	-	31	25	21	18
50	33,5	25	20	16,5	-
60	28	21	16,5	-	-

Basándonos en experiencias anteriores, sembramos 100.000 plantas/hectárea, el marco utilizado fue de 20 x 70 cm y se sembró en la parte inferior del surco para que la planta estuviese más cerca de la humedad.

## SIEMBRA DEL TERRENO

La siembra de los plantones de *Hypericum perforatum* se hizo a mano, en la parcela numero 4 (Fig. 21). Anteriormente, como prueba, se intentó utilizar para la siembra la máquina de sembrar tabaco, pero, al ser los plantones de pequeño tamaño, se daban la vuelta en el tambor de siembra y no quedaban bien introducidos en el terreno.



## DESARROLLO DE LA PLANTACIÓN

*Hypericum perforatum* requiere pocos cuidados: basta con regarlo cada 7 u 8 días y quitar las malas hierbas.

A los 20 días de ser sembrado, el hipérico presentaba el aspecto que se observa en la Fig. 22.

#### ÓRGANOS OFICINALES

La sumidad florida.

#### RECOLECCIÓN

A mediados de julio, cuando la planta está en plena floración; se deja sin regar unos 10 días y se somete a un proceso de estrés, con el fin de obtener mayor concentración de principios activos.

La siega se realiza al caer la tarde con una segadora con su peine.

#### SECADO

Una vez segadas las plantas, se transportaron a un secadero de tabaco previamente acondicionado y, para evitar que fermentaran, se les dieron 3 o 4 vueltas diarias.

#### RENDIMIENTO

En nuestra tierra se pueden obtener hasta tres cosechas anuales (afortunadamente son muchos días de sol): una a mediados de junio, otra a finales de julio y la tercera a mediados de septiembre. Las cosechas han sido espectaculares, llegando a recoger 1.800 kg/ha de planta seca.

#### CONSERVACIÓN

La planta, una vez seca, se conserva, en recipientes herméticos, evitando los de plástico, al abrigo de la luz y de la humedad.

#### CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

El tallo *Hypericum perforatum* es de color verde-amarillento a rojizo, estriado, con 2 líneas longitudinales prominentes y opuestas. Presenta glándulas negras alargadas.

Las hojas (Fig. 23), de (5-)8-30(-35) mm, son opuestas, enteras, de ovadas a lineares, sésiles o subsésiles, glabras, planas o algo revolutas, con numerosas puntuaciones translúcidas (visibles a contraluz), que corresponden a cavidades

secretoras, y glándulas negras en el margen. En el envés se distingue el nervio central prominente de color ámbar.

Las flores (Fig. 24) tienen 5 sépalos lanceolados, agudos, acuminados o cortamente aristados y generalmente enteros; se observan dos líneas ámbar a ambos lados del nervio medio y glándulas negras o ámbar sentadas; 5 pétalos crenados de color amarillo-dorado, con glándulas sentadas negras (puntiformes o lineales) en el margen y, a veces, también en la lámina. Su longitud es el doble de la de los sépalos. Los estambres son numerosos y están agrupados en 3 fascículos alrededor del ovario tricarpelar y presentan una glándula negra en la parte superior del conectivo. El fruto es una cápsula ovoidea o subcónica, con vesículas dispuestas oblicuamente a la sutura de los carpelos, y vitas (canales resiníferos translúcidos más o menos alargados) longitudinales. Las semillas son negras, de 0,8-1 mm de longitud.



Fig. 23

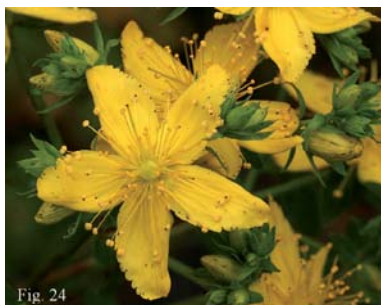


Fig. 24

#### CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

El olor es balsámico. El sabor aromático, amargo y astringente.

#### CARACTERÍSTICAS ANATÓMICO-MICROSCÓPICAS

a) En el tallo destaca la epidermis suberificada, el cámbium pluriestratificado, un cilindro de xilema con radios medulares estrechos y una cavidad medular rodeada de parénquima esponjoso.

b) En la hoja, se observan: glándulas sentadas en ambas epidermis; la epidermis del haz está formada por células con las paredes anticlinales sinuosas; la del envés presenta estomas anomocíticos y paracíticos. En el mesófilo existen

numerosas cavidades secretoras que alcanzan ambas epidermis (puntos translúcidos) (Fig. 25).

c) En la flor, se observan: los sépalos, que presentan a ambos lados del nervio central, un conducto secretor y algunas cavidades secretoras y los pétalos con numerosas glándulas sentadas.

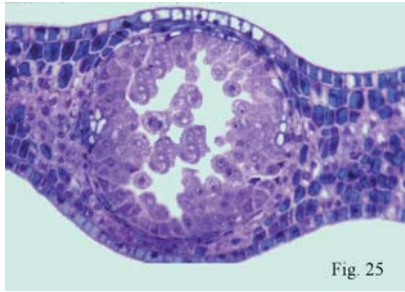


Fig. 25

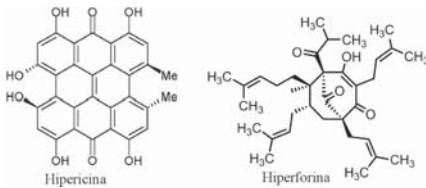
#### COMPOSICIÓN QUÍMICA

Según ARTECHE (1998)

*Hypericum perforatum* contiene: Naftodiantrona, hipericina, pseudohipericina, isohipericina, protohipericina. Flavonoides: hiperósido (viperina), rutósido, quercitrósido, isoquercitrósido. Ácido caféico, clorogénico, ferúlico. Pron-toantocianoides. Derivados del floroglucinol: hiperforina, adhiperforina. Aceite esencial, rico en  $\alpha$ -pineno y otros monoterpenos. Abundantes taninos (3-16%). Fitosteroles:  $\beta$ -sitosteroles. Cumarinas: umbeliferonas.

#### VALORACIÓN DEL PRINCIPIO ACTIVO

Los componentes mayoritarios de la sumidad de hipérico los constituyen las naftodiantronas (hipericina, hiperforina, pseudohipericina, etc.), flavonoides (hiperósido y rutósido) y taninos catéquicos.



La valoración se hace calculando el contenido en hipericinas totales expresada como hipericina, calculado con referencia a la droga desecada.

Según la Real Farmacopea Española, la Farmacopea Europea y la OMS: contiene como mínimo un 0,08% de hipericinas totales, expresadas como hipericina con referencia a la droga desecada.

Para la extracción y valoración de dichos principios hemos utilizado el método de la Real Farmacopea Española mediante determinación espectrofotométrica.

Los pasos que hemos seguido son los siguientes:

- *Disolución problema*

1. 5,8 g de la droga pulverizada se colocan en un soxhlet y se extrae mediante extracción continua a reflujo durante 30 min, con una mezcla de agua/tetrahidrofurano (20/80, v/v). Hemos hecho una modificación del proceso descrito en la Real Farmacopea, evitando el contacto directo de la planta con el disolvente para facilitar los procesos de filtrado posteriores.
2. Finalizado el proceso de extracción, se evapora el disolvente hasta sequedad y se redissuelve con metanol, con ayuda de ultrasonidos.
3. Enrasamos en un matraz de 100 ml con metanol, diluimos la muestra 50 veces y medimos en el espectrofotómetro a 590 nm, comparando con el líquido de compensación que en este caso fue metanol.

Se calcula el contenido en porcentaje de hipericinas totales, expresado como hipericina, mediante la siguiente expresión:

$A \times 5000 / m \times 870$  (A: absorbancia a 590 nm; m: masa de la droga a examinar en gramos).

La absorbancia medida a 590 nm en el espectrofotómetro nos da un resultado de 0,122.

Realizando los cálculos, se obtiene el siguiente resultado:

$$0,122 \times 5000 / 5,8 \times 870 = 0,12\%$$

0,12% de riqueza en hipericinas.

Nuestras plantas presentan una riqueza del 0,12% de hipericinas que supera el mínimo establecido en la Farmacopea.

#### ACCIÓN FARMACOLÓGICA E INDICACIONES

Según ARTECHE (1998), *Hypericum perforatum* produce un efecto antidepresivo, debido a la hipericina. La hiperforina es un tranquilizante suave. El aceite esencial y los taninos le confieren una acción antiséptica, astringente y cicatrizante. Los flavonoides, un efecto colágeno, espasmolítico y vitamínico P.

Muchos investigadores atribuyen la actividad antidepresiva del hipérico a la presencia de hipericinas. Unos atribuyen el mecanismo de acción a la inhibición de la monoaminoxidasa, inhibición de la catecol-orto-metil-transferasa e inhibición de la recaptación de noradrenalina y serotonina; otros afirman que las



hiperforinas están implicadas en la actividad antidepresiva de los extractos de hipérico; según esta hipótesis podrían actuar inhibiendo las respuestas inducidas por serotonina.

Ensayos *in vitro* han demostrado los efectos del extracto total de hipérico, fracciones purificadas e hipericina sobre la actividad de la MAO y COMT. Recientemente se ha comprobado la gran afinidad que muestra la hipericina por los receptores colinérgicos muscarínicos, así como una débil afinidad por los receptores 5-HT<sub>1A</sub> y una ligera inhibición de la recaptación de dopamina, hecho que plantea nuevas posibilidades de consideración en cuanto al mecanismo de acción del extracto de hipérico (GUERRA *et al.*, 2001).

También se ha descrito la posible implicación de las xantonas en la actividad antidepresiva del extracto de hipérico. En definitiva, cabe la posibilidad de que los diversos grupos de compuestos contribuyan de forma sinérgica al efecto total mostrado por el extracto.

En uso interno, está indicada en el tratamiento de la ansiedad, depresión, temores nocturnos, trastornos neurovegetativos asociados al climaterio, enuresis, disquinesias biliares, espasmos gastrointestinales, gastritis, úlcus gastroduodenal, diarreas, colon irritable, asma, varices, hemorroides, fragilidad capilar.

En uso tópico, para las heridas, llagas, quemaduras, eczemas, contusiones.

Sería interesante el estudio de la posibilidad de aplicación de sus propiedades fotosensibilizantes para el tratamiento de ciertas hipocromías, como el vitíligo.

*Observaciones:* La hipericina puede producir localmente fenómenos de fotosensibilización en caso de contacto con la piel húmeda y la exposición de las radiaciones solares, originando quemaduras e incluso ulceraciones.

*TARAXACUM OFFICINALE* Weber

El diente de león se ha usado comúnmente en la medicina nativa americana. Las tribus de los Iroquois, Ojibwe y Rappahannock preparaban la raíz de la hierba para tratar enfermedades renales, malestar estomacal y acidez. En la medicina tradicional árabe, el diente de león se ha usado para tratar las enfermedades del hígado y del bazo. En la medicina tradicional china el diente de león se combina con otras hierbas para tratar enfermedades hepáticas, para mejorar la respuesta inmunológica a las infecciones del tracto respiratorio superior, bronquitis o neumonía y en compresas para tratar la mastitis.

La raíz y la hoja del diente de león se usan en Europa para el tratamiento de las enfermedades gastrointestinales.

## NOMBRE CIENTÍFICO

Nombre científico: *Taraxacum officinale* Weber (Fig. 26).

Familia: *Asteraceae* (*Compositae*).

## NOMBRES VULGARES

Achicoria amarilla, achicoria amarga, achicoria silvestre, pelosilla, amairón (nombre dado en Andalucía en el siglo XI por los árabes), amargón (derivado de amairón), taraxacón, lechugilla, chinita de campo, radicheta, ralceta, relojes, lechiriega, flor de macho, cardaña.



## DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

Es una planta herbácea, perenne, escaposa, con látex. La raíz es gruesa y fusiforme. Las hojas son enteras, dentadas o runcinadas, dispuestas en una roseta basal. Los escapos, de 5-40 cm, erectos, robustos y pilosos, rematando cada uno de ellos en un capítulo. Las flores están reunidas en capítulos de 25-75 mm

de diámetro. Involucro de 12-25 x 15-25 mm. Las brácteas externas, de 17 mm aproximadamente, son lineal-lanceoladas, de erectas a deflexas. Las flores son todas liguladas, amarillas, generalmente con una banda parda. Poseen 5 estambres soldados por las anteras. El fruto es una cipsela (aquenio), de 2,5-3,5 mm, pardo, tuberculado o equinulado, con un pico de 7-15 mm y un vilano de 4,5-7 mm.

## COROLOGÍA Y ECOLOGÍA

Planta originaria la región Eurosiberiana. Se ha introducido en la mayoría de parques y jardines, pastos y terrenos de desperdicios de las zonas de clima templado. La mayoría del diente de león que se comercializa se cultiva en Bulgaria, Hungría, Polonia, Rumania y el Reino Unido.

Se encuentra en prados, pastos, céspedes, baldíos, linderos de caminos, arce-nes, arenas húmedas, cultivos, ribazos. Desde 0 a 2.000 m. Se adapta bien a muy variadas altitudes. Crece a pleno sol o semisombra, tolera el viento y las heladas.

## CULTIVO

### SUELO

Es una planta poco exigente en cuanto al suelo. Los prefiere húmedos, frescos y profundos, bien abonados, por lo cual conviene cultivarla en parcelas que anteriormente han sido sembradas con hortalizas que precisen mucho estiércol.

No le convienen los suelos arenosos ni los turbosos. Reacción edáfica (pH) ácida.

### PROPAGACIÓN

*Taraxacum officinale* se puede propagar por semillas o por división de mata.

Nosotros optamos por la propagación por semillas, que sembramos en semillero en marzo de 2009.

El número de semillas contenidas en 1 g es de 1.350 y tardaron en germinar 37 días en el vivero. La temperatura óptima de germinación se encuentra entre 20-30 °C y la capacidad germinativa de la semilla es de 2-5 años. La densidad de semilla empleada por m<sup>2</sup> en el semillero fue de 1-2 g/m<sup>2</sup> y la profundidad de siembra de 1 cm. A los 15-20 días se recogió el plantón, de calidad excelente, que medía, aproximadamente, 16-17 cm (Fig. 27). Se cortaron las raíces por la mitad y las hojas por su tercera parte y se trasladaron al lecho de siembra. Se regaron una o dos veces por semana, hasta que agarraron.

## PREPARACIÓN DEL TERRENO

En cuanto a la preparación del terreno se ha seguido el mismo proceso que para *Calendula officinalis*.

## DENSIDAD DE LA PLANTACIÓN

Según FERNÁNDEZ-POLA (*l. c.*), la densidad de plantación óptima para el diente de león es de unas 150.000 plantas/hectárea. En la tabla siguiente se dan los marcos más adecuados según la densidad deseada y el grado de fertilidad del terreno. «a» es la distancia entre líneas y «b» la distancia en la línea o entre golpe.



Fig. 27

## Valores de «b» (cm)

Valores de «a» (cm)	100.000 pl./ha	150.000 pl./ha	200.000 pl./ha
25	-	-	20
30	-	22	17
35	29	19	14
40	25	17	12,5

Basándonos en las experiencias anteriores, hemos calculado una mayor densidad de planta por hectárea. En nuestra parcela se van a sembrar 10.000 plantas, en una superficie de 500 m<sup>2</sup>; por lo tanto, la densidad por hectárea será de 200.000 plantas. El marco que se va a emplear es de 7-8 x 80 cm.

## SIEMBRA

La siembra del terreno se realiza en la parcela n.º 3, que tiene una superficie de 500 m<sup>2</sup> y 30 surcos. Los surcos miden 25 m.

Para la siembra aplicamos, en principio, el sistema de «líneas pareadas», por tratarse de una planta pequeña.

Este sistema podría ser más rentable: Se duplicaría el número de plantas por hectárea y la producción, con la mitad de trabajo; pero este tipo de siembra, en nuestro experimento, no resultaba práctico, ya que dificultaba las labores culturales, debido al pequeño tamaño de la parcela, por lo que seguimos el mismo procedimiento de siembra que empleamos para la caléndula.

La siembra se realizó entre los días 12 y 13 de mayo. Antes de proceder a la siembra, se regó el terreno, se instalaron las chorreras y, una vez que el agua había empapado el terreno, se procedió a la siembra.

En la parcela, con 30 surcos de 25 m, se sembraron 10.000 plantas, a una distancia de 7-8 cm entre ellas (Fig. 28). La media de planta por surco es de 330 plantas.



#### DESARROLLO DE LA PLANTACIÓN

El 14 de mayo se regó la plantación por primera vez y, después, a demanda, y semanalmente se fue observando su evolución.

El 22 de mayo, a pesar del calor, no se había perdido ninguna planta, y ya se apreciaba un crecimiento de 2-3 cm. El 5 de junio, la plantación presentaba un gran desarrollo y empezaron a aparecer las primeras flores y los primeros frutos (Fig. 29).



#### ENFERMEDADES Y PLAGAS

##### • *Enfermedades*

Pasados unos días, algunas plantas tomaron un color violáceo y comenzaron a secarse (Fig. 30). En principio lo achacamos a la demanda de agua, pero esto se descartó al observar que toda la plantación se iba secando. Se recogieron muestras y se enviaron, para ser analizadas, al Centro Regional de Diagnóstico (Junta de Castilla y León), que emitió el siguiente informe:

«Se ha detectado, mediante análisis morfológico en hojas y pedúnculos afectados, la presencia de numerosos ascomas cerrados (cleistotecios) en cuyo interior se aprecian ascas con ocho ascosporas de un Ascomiceto. Pensamos que se trata de un oídio que por el hospedador podría ser *Sphaerotheca erigerontis-canadensis*.



Estamos intentando el aislamiento en medio de cultivo, con el fin de poder secuenciarlo. Como los oídios son biotrofos obligados, es posible que no lo consigamos.

pH	CE ( $\mu\text{s/cm}$ )	NO <sub>3</sub> (ppm)
5,54	1129	25

Observaciones:

Por la sintomatología de las raíces se supone que la parcela tiene mala estructura de suelo.

Aldearrubia, 1 de diciembre 2009 (Informe muestra 602/314).

Las plantas se desarrollaron con normalidad, hasta que empezaron a aparecer síntomas de enfermedad en la mayoría de ellas. El informe emitido por el Centro Regional de Diagnóstico (Junta de Castilla y León) confirmó la presencia de micelios de hongos en las hojas (Figs. 32-33). La enfermedad es fácilmente reconocible por el desarrollo de manchas blanquecinas de aspecto pulverulento en hojas, pecíolos y tallos y, además, se reveló la presencia de ascomas o cleistotecios (cuerpos fructíferos del hongo) (Figs. 31-35).

El análisis microscópico de los cleistotecios reveló la presencia de ascas (Figs. 36 y 37) que contienen 8 ascosporas haploides; por tanto, el hongo pertenece a la clase Ascomycetes y, con toda probabilidad, es un oídio de la clase Leotiomycetes, orden Erysiphales.

Este hongo se caracteriza por poseer micelio tabicado y producir esporas de origen sexual denominadas ascosporas, que se producen dentro de sacos llamados ascas, contenidas en cuerpos fructíferos denominados ascomas o cleistotecios. Generalmente, se producen sobre el tejido vegetal colonizado por el hongo y pueden observarse como puntos negros (Figs. 32-35).

Los oídios son, probablemente, el grupo de patógenos vegetales más desconocidos, a pesar de su importancia en agricultura, debido a su dificultad de manejo en el laboratorio. Son parásitos biotrofos obligados, que crecen sobre la superficie de las plantas y obtienen nutrientes de las células epidérmicas mediante haustorios.

Debido a su incapacidad de crecer en medios comunes de laboratorio, no se ha podido identificar a nivel molecular, pero todos los datos microscópicos apuntan a que el hongo productor de la enfermedad podría ser el oídio de las cucurbitáceas *Podospbaera fusca*, también llamado *Sphaerotheca erigerontiscanadensis*.

Es un hongo altamente resistente a la mayoría de los fungicidas usados (benomilo, benzimidazoles, morfolinás, organofosfato, etc.). En la actualidad, se está intentando el control biológico de la enfermedad mediante dos estrategias:

- 1.- El empleo de microorganismos que son antagonistas naturales de los oídios por parasitismo (hongos micoparásitos) o antibiosis (*Bacillus subtilis*).

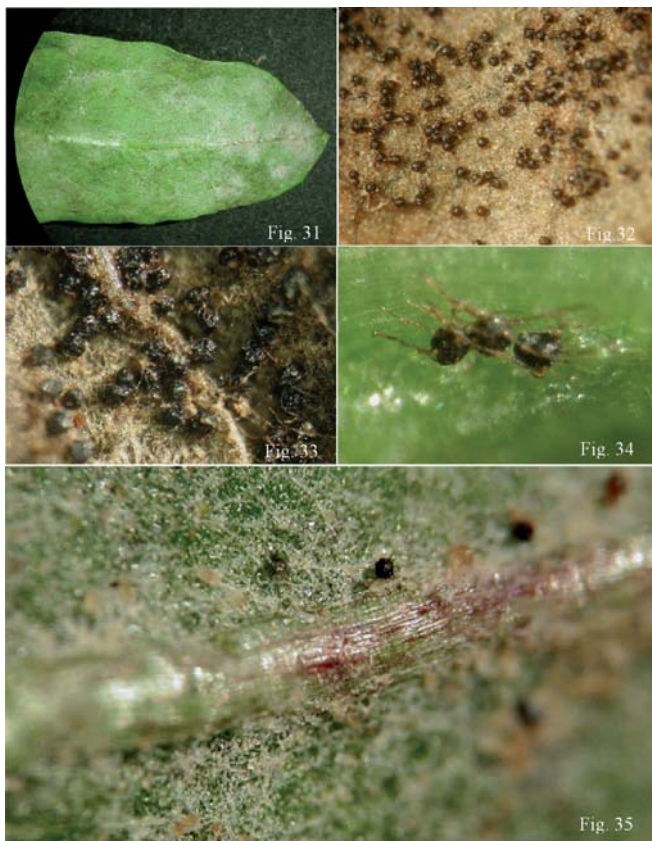


Figura 31. Hoja con micelio. Figuras 32 y 33. Ascomas en hoja afectada. Figura 34. Ascomas (cleistotecios) en hoja verde. Figura 35. Micelio y cleistotecios en hoja verde.

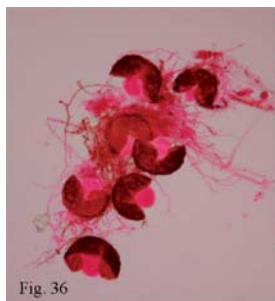


Fig. 36

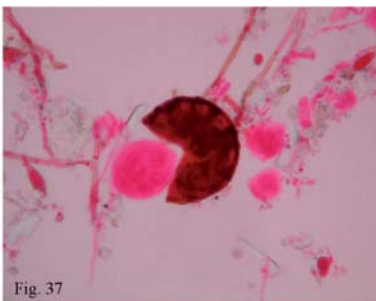


Fig. 37

Figuras 36 y 37. Cleistotecios y ascas al M. O.

2.- Uso de rizobacterias que inducen la respuesta del huésped frente a la infección por oídios (*Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* y *Bacillus cereus*).

- *Plagas*

En otoño del 2009, deberíamos haber levantado la plantación para obtener la parte oficial, que en este caso es la raíz, pero al intentar arrancar la parte aérea se rompía y la raíz era difícil sacarla de la tierra. Decidimos dejarla así. Observando la plantación a lo largo del invierno y de la primavera del 2010, vimos que aparecían brotes nuevos, flores y frutos y que incluso la planta llegaba a alcanzar 30 centímetros de altura (Fig. 38). Sin embargo, pudimos apreciar que muchas de las plantas habían desarrollado raíces adventicias y carecían de raíz principal. Ésta había sido destruida por la acción de nematodos, aún sin identificar.

Debido a las plagas y enfermedades que afectan a la planta, no se ha obtenido cosecha y, en consecuencia, no se ha podido seguir el protocolo aplicado en los cultivos de las otras especies objeto de estudio. Por lo tanto, el



Figura 38



cultivo de *Taraxacum officinale* no parece rentable en nuestra zona.

#### ÓRGANOS OFICINALES

La raíz y las hojas.

#### CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

La raíz tiene la superficie externa de color marrón oscuro, con gruesos surcos longitudinales. La sección transversal (Fig. 39) es blanquecina, en ella se distingue la corteza ancha, numerosos círculos concéntricos y laticíferos de color ámbar. Antes de secarse segrega látex. La fractura es córnea.

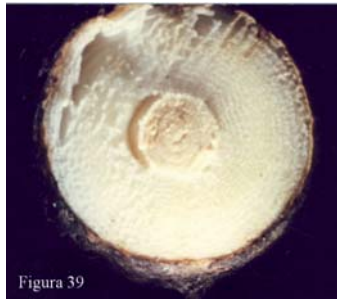


Figura 39

Las hojas son enteras o runcinadas, con los lóbulos triangulares, agudos, desiguales y orientados hacia la base. Pueden ser de glabras a pubescentes. Presentan el nervio central ancho, aplanado en la base, estriado y con tintes púrpura. El pecíolo es de color púrpura. Presenta tricomas tectores largos, aislados o enmarañados.

#### CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

El olor es débil, característico. El sabor es amargo.

#### CARACTERÍSTICAS ANATÓMICO-MICROSCÓPICAS

- Corte transversal de la raíz (Fig. 40), se distinguen:
  - a) Súber pluriestratificado.
  - b) El cilindro cortical parenquimático muy desarrollados con numerosos laticíferos dispuestos en círculos concéntricos.
  - c) Un cilindro central xilemático (protostela).
- *Corte transversal de la hoja* (Fig. 41), se observan:
  - a) El nervio central muy desarrollado, constituido por parénquima recorrido longitudinalmente por varios haces vasculares libero-leñosos y laticíferos distribuidos al azar, y rodeado por varios estratos de colénquima subepidérmico.

b) El mesófilo, estrecho, formado por parénquima en empalizada, en el haz, y parénquima lagunar, en el envés, y numerosos laticíferos en su parte media.

Los tricomas tectores de las hojas son pluricelulares uniseriados y están compuestos por un número variable de células de paredes finas y colapsadas.

#### COMPOSICIÓN QUÍMICA

Según ARTECHE (1998) *Taraxacum officinale*, contiene:

– *Raíces*: inulina (2%, que se concentra hasta un 40% en otoño), resina, derivados triterpénicos pentacíclicos. Conjunto de principios amargos de tipo eudesmanólico (antiguamente conocido como taraxacina), germacránolíidos. Triterpenos: taraxasterol, isotaraxasterol, arnidiol, faradiol. Fitosteroles: sitosteroles, estigmasterol; carotenoides (xantófilos). Mucílagos. Abundantes sales potásicas.

– *Hojas*: flavonoides, cumarinas, vitamina B y C.

#### ACCIÓN FARMACOLÓGICA E INDICACIONES

Se considera excelente depurativo o drenador hepato-renal. El principio amargo lo convierte en estimulante del apetito y eupéptico; los polifenoles son los responsables de su actividad colerética y diurética salurética (acción reforzada por la inulina y las sales de potasio). Además, es un laxante osmótico suave (inulina).

Está indicado en casos de isquinesias hepatobiliares, colecistitis, colelitiasis, inapetencia, dispepsias hiposecretoras, estreñimiento. Estados en los que se requiera un aumento de la diuresis: afecciones genitourinarias (cistitis, uretritis, pielonefritis, oliguria, urolitiasis), hiperazotemia, hiperuricemia, gota, hipertensión arterial, edemas, sobrepeso acompañado de retención de líquidos.

Por su acción depurativa, se utiliza en el tratamiento de fondo de enfermedades cutáneas: acné, eczemas, forunculosis, herpes, psoriasis, etc.

*Observaciones*: Está contraindicado en caso de obstrucción de las vías biliares, empiema biliar.

El látex de la planta fresca puede producir dermatitis de contacto.

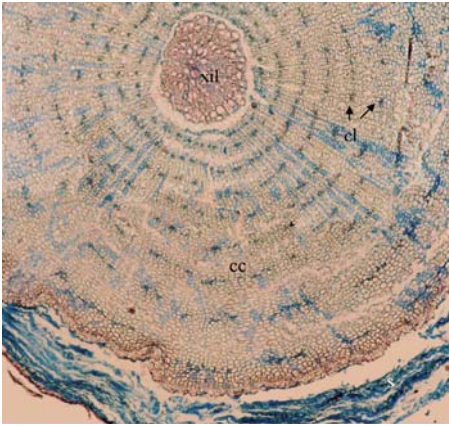


Figura 40. *Taraxacum officinale*. Corte transversal de raíz (cc, cilindro cortical; cl, conductos laticíferos; s, súber; xil, xilema).

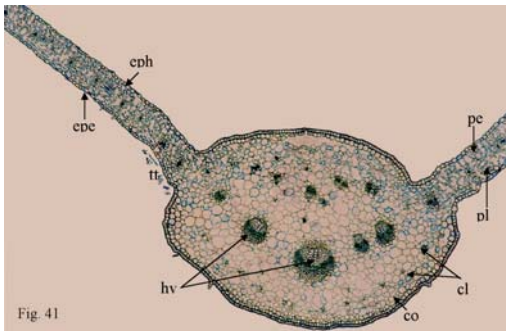


Figura 41. *Taraxacum officinale*. Corte transversal de hoja (cl, conductos laticíferos; co, colénquima; epe, epidermis del envés; epb, epidermis del haz; bv, haz vascular; pe, parénquima en empalizada; pl, parénquima lagunar; tt, tricomas tectores).

*TRIFOLIUM PRATENSE* L.

Planta conocida desde antiguo como *triphylon* y *trifolium*, debido a los tres folíolos que presentan sus hojas. Fue introducida en América, donde se naturalizó, y los indios americanos la emplearon como alimento y como medicina. Posteriormente, en el siglo XIX se introdujo en la práctica medicinal británica, procedente de la medicina popular americana (STUART, 1981).

El nombre genérico, *Trifolium*, procede del griego *triphylon*, que quiere decir *tres hojas*. El nombre específico deriva del latín *pratensis*, que alude a los prados.



## NOMBRE CIENTÍFICO

*Trifolium pratense* L. (Fig. 42)

Familia: *Leguminosae*.

## NOMBRES VULGARES

Trébol de los prados, trébol rojo, trébol común, trébol de la media luna, trébol violeta.

## DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

Es una planta herbácea, perenne, glabra o pilosa. Los tallos, de 6-110 cm, son erectos o ascendentes, glabros o pilosos, con pelos adpresos o patentes. Las hojas son alternas, estipuladas y pecioladas, trifoliadas; las estípulas son ovadas o lanceoladas, caudadas, membranáceas, glabras o pilosas; el pecíolo, de hasta 350 mm, frecuentemente con pelos patentes, con menor frecuencia glabro o con pelos adpresos; los folíolos, de 50 x 30 mm, los de las hojas inferiores son generalmente ovados o suborbiculares, emarginados, los de las hojas superiores elípticos u

obovados, obtusos o agudos, subsentados, con el margen entero, pilosos, a veces con el haz glabro o glabrescente. Las inflorescencias, de 17-40 x 16-39 mm, son capituliformes, ovoides o subglobosas, en apariencia terminales, sentadas, generalmente con involucre formado por las estípulas de las hojas superiores, a veces sin involucre, sin bractéolas, con numerosas flores sentadas. El cáliz es ligeramente zigomorfo, campanulado; el tubo, de 2-3,8 mm, tiene 10 nervios, es piloso al menos en el dorso; la garganta está abierta en la fructificación y tiene un anillo de pelos; los dientes son desiguales, lineares, pilosos, el inferior de 2,4-8 mm y los cuatro superiores de (1,2)1,5-4,5 mm. La corola tiene los pétalos soldados por su base y al tubo del androceo, son rosados, purpúreos o amarillos, glabros, marcescentes, persistentes o caedizos en la fructificación; el estandarte mide 8,5-21 mm. El fruto es sentado, está incluido en el cáliz, es indehiscente, con el pericarpo membranáceo y una semilla. Las semillas, de 1,3-2,1 mm, son lisas amarillentas o purpúreas (CASTROVIEJO *et al.*, 2000).

## COROLOGÍA Y ECOLOGÍA

Es una planta originaria de Europa, C y W de Asia, NW de África y región macaronésica (Azores, Madeira y Canarias); introducida en otras regiones del mundo. Se encuentra en casi toda la península ibérica y en las islas Baleares.

Se localiza en pastos y prados húmedos y juncuales, también se encuentra en herbazales diversos subnitrofilos, como en terraplenes y bordes de caminos, sobre suelos profundos y con humedad edáfica por escorrentía temporal. Desde 0-2.600 m.

Crece bien con temperaturas medias, tolerando mejor las bajas que las altas, deteniendo su crecimiento a partir de 30-35 °C, por lo que se adapta bien a climas fríos y/o templados, dando peores rendimientos en los climas cálidos. La temperatura influye de manera definitiva en desarrollo del cultivo, siendo la vida de éste de hasta 7 años en climas fríos y de menos de tres años en climas cálidos. También aguanta la sombra no muy intensa en riberas arboladas.

## CULTIVO

### SUELO

Crece en todo tipo de suelos, aunque prefiere los profundos (no soporta los encharcamientos) y con buen nivel de bases. Tolera suelos ligeramente ácidos (pH 4,5-7,5). Un buen nivel de arcilla mejora el cultivo (franco a franco-arcillosos). En comparación con la alfalfa, puede ir en suelos más ácidos y más húmicos que ella. Responde rápidamente a los aportes de fósforo y potasio.

Es bastante exigente en humedad, necesitando 700 mm anuales como mínimo. No soporta los encharcamientos prolongados ni la sequía, siendo las necesidades hídricas el punto más delicado de su cultivo, sobre todo en los meses de mayo y junio.

#### PROPAGACIÓN

*Trifolium pratense* se propaga por semillas.

El método de siembra puede ser «a voleo» o «en líneas» o «surcos». La siembra «a voleo» significa distribución, más o menos uniforme, de la semilla sobre la superficie del suelo, para taparla seguidamente con un pase, muy superficial, de rastra de dientes o cultivador, seguido de una tabla lisa o de rulo más o menos pesado que compacta la tierra.

Los inconvenientes de este tipo de siembra son múltiples; uno de los más importantes es el excesivo gasto de semillas, muchos granos de semillas quedan al descubierto, mientras que otros se entierran a más profundidad. La mayoría de esos granos no germinan, y si germinan, sus plántulas no logran emerger a la superficie. Todo ello conduce a la pérdida de semillas y origina grandes claros e irregularidades en la nascencia de las plantas y en la cobertura vegetal del suelo. Por otro lado, el poco peso de la semilla de la mayoría de las especies pratenses obliga a sembrarlas en días de calma, ya que el viento, incluso ligero, podría arrastrarlas a zonas no deseadas.

La siembra «en líneas» tiene ventajas considerables; se ahorra en semillas, las praderas son más uniformes y productivas. Se utilizan máquinas que gradúan la siembra, la densidad y la profundidad. El inconveniente mayor de este tipo de siembra «en líneas» es la proliferación de malas hierbas.

Nosotros, a pesar de los inconvenientes del método, decidimos sembrar «a voleo».

#### PREPARACIÓN DEL TERRENO

La tierra se rotura.

#### DENSIDAD DE PLANTACIÓN

La densidad depende, en primer lugar, del número de plantas que se pretende implantar por unidad de superficie. Por esta razón la cantidad de semilla que debe utilizarse en cada caso estará en relación directa con el peso de la misma, por lo tanto, con su tamaño.

El peso de 1.000 granos de *Trifolium pratense* es de 1,85 g, a mayor número de granos mayor número de plantas nacidas y, por tanto, mayor número de plántulas desaparecidas.

## SIEMBRA

Para cultivar el *Trifolium pratense*, elegimos la parcela número 1, que tiene una extensión de 2.500 m<sup>2</sup>. La pequeñez de las semillas (Fig. 43) condiciona la siembra en cuanto a densidad y profundidad.

Para la siembra, MUSLERA & RATERA (1991) aconsejan una *densidad* de semilla por hectárea de 1.000.000 granos. Sin embargo, nosotros optamos por sembrar 2 kg de semillas en la parcela de 2.500 m<sup>2</sup>, lo que equivale a unas 1.250.000 semillas.

La *profundidad* a la que se siembra la semilla también condiciona el crecimiento de la plántula. Debido a su tamaño, la semilla contiene muy pocas reservas nutritivas. Por ello, al germinar, emite un coleoptilo corto y débil, cuya misión es proteger la primera hoja de la planta y abrirle paso hacia el exterior. En general, la profundidad de siembra no debe pasar de 0,5 a 2 cm o, dicho de otra manera, no debe ser superior a diez veces el diámetro menor de la semilla. Profundidades mayores impiden nascencia y originan grandes claros en el césped de la pradera.

El día 5 de mayo procedimos a la siembra del trébol, para facilitar la distribución de las semillas se mezclaron con arena, 2 kg de semillas con 40 kg de arena.

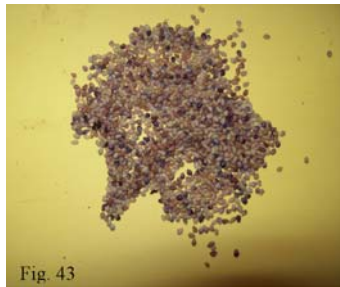
Una vez sembrada la semilla se pasó el tractor con una viga de madera.

La *época* de siembra varía. Para que germine la semilla se necesita humedad y calor. Por eso, el suelo debe estar al tempero y su temperatura no debe bajar de los 8 °C.

En muchos secanos de la España árida (Aragón, Extremadura, etc.), la época más propicia de siembra es el otoño, que es cuando la tierra se mantiene húmeda y la temperatura oscila entre los límites apropiados para la germinación. La planta fortalece durante el invierno su sistema radicular, que sigue desarrollándose, de manera que luego resiste mejor los calores y las sequías estivales. La siembra primaveral puede conducir al fracaso, ya que la semilla germina, pero las altas temperaturas pueden interrumpir su crecimiento y provocar su muerte.

En los regadíos, la siembra puede hacerse indistintamente en otoño o en primavera, ya que el tempero se mantiene con los constantes riegos.

Nosotros, a sabiendas de lo anteriormente descrito, sembramos en primavera porque disponemos de regadío.



#### DESARROLLO DE LA PLANTACIÓN

La plantación se regó a manta, en vez de a surco tendido, ya que, al tratarse de pradera, era más conveniente. Se regó 2 veces antes del 11 de mayo, y el 22 de mayo se observaron los primeros brotes de trébol (Fig. 44).

En la parcela empezaron a proliferar una gran variedad de «malas hierbas» que competían con el trébol. Eran especies de primavera/verano, por lo que pensamos que era más conveniente la siembra en otoño, con el fin de evitar esa proliferación.

Durante el verano y el otoño del 2009 observamos el predominio de malas hierbas. En la primavera del 2010, sin embargo, el trébol había colonizado toda la parcela. La cosecha fue extraordinaria en cantidad y calidad, llegando a medir las plantas más de 60 cm de altura. El éxito fue debido a la dormancia de las semillas durante el verano de 2009, que recuperan su vigor una vez desaparecida la competencia.



#### RECOLECCIÓN

El día 15 de mayo del 2010 se recolectó el trébol. De un metro cuadrado se obtuvieron 4,5 kg de planta fresca. Extrapolando este dato a la hectárea, se deduce que se pueden obtener 45.000 kg/ha de planta fresca.

#### SECADO

Los 4,5 kg de plantas se pusieron a secar en el secadero de tabaco acondicionado y a los 15 días pesaban 2 kg. Se habían perdido 2,5 kg en el secado.

*Observación:* En España no existen datos oficiales de producción individualizados para el trébol rojo.

#### CONSERVACIÓN

La droga, una vez seca, se guarda en recipientes herméticamente cerrados, al abrigo de la luz y de la humedad.



#### APROVECHAMIENTOS FORRAJEROS

*Trifolium pratense* es una especie que proporciona pasto abundante y de muy buena calidad, incluso en verano si recibe suficientes aportes hídricos, tan es así, que en Francia se dice que ha contribuido más que la patata al desarrollo de la economía agraria del país. Sin embargo, no es persistente en el pastizal, bien por su corta vida (tres-cuatro años máximo en nuestras condiciones) o porque no resiste la competencia con otras especies.

Aunque tiene un menor contenido proteico que la alfalfa, presenta una elevada proporción de glúcidos y una mayor digestibilidad. Si se pasta sola, puede producir meteorismo; por ello, se recomienda asociarla a una gramínea; va bien cultivado en asociación con Ray-Grass italiano. Además, debido al alto contenido en isoflavonas, algunas variedades tienen una considerable actividad estrogénica.

La mezcla con trébol blanco es muy utilizada, pues, al ser más rápido en su instauración, el primer año tiene buen aprovechamiento, siendo después desplazado por el blanco. Tiene un aprovechamiento mucho mejor como corte que como pastoreo. Una vez segado, puede darse en verde o conservarse mediante ensilado o henificado. Debido a su elevada proporción en glúcidos respecto a la proteína, es una de las leguminosas con mejor capacidad de ensilado, siendo el momento más adecuado entre el estado de yemas florales y el comienzo de la floración. Por el contrario, no es demasiado apto para la henificación. Aunque el aprovechamiento es peor, también puede pastarse, viéndose afectada su persistencia. Por su elevada talla, es más apropiado para ganado bovino que para el ovino.

#### ÓRGANOS OFICINALES

Las sumidades floridas.

#### CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Las flores están agrupadas en una inflorescencia capituliforme, de 17-40 x 16-33 mm. El cáliz, ligeramente irregular, tiene un tubo de 2-3,6 mm y cinco dientes lineares y ciliados, el inferior, de 2,4-6,5 mm, es más largo que los otros cuatro, que miden de 1,2(1,5)-4,5 mm; el cáliz presenta tricomas tectores largos, diez nervios prominentes y un callo con tricomas en la garganta. La corola, de color púrpura o rosa, es papilionácea, con los pétalos soldados en la base y al tubo del androceo; la parte soldada de la corola tiene los nervios casi paralelos y, en la parte libre, el estandarte lleva dos aurículas en su base.

Las hojas son trifoliadas, pecioladas y estipuladas; los folíolos, de hasta 50 x 30 mm, son pilosos, obtusos o agudos, con el margen entero; a menudo presentan una mancha blanca en la cara superior; el nervio medio es prominente por el

envés. Se observan tricomas tectores largos, con la base ensanchada, y puntuaciones similares a glándulas, que corresponden a la parte basal de tricomas tectores rotos. El pecíolo es largo, de hasta 350 mm, irregularmente surcado y tiene tricomas tectores largos. Las estípulas son ovadas o lanceoladas, membranáceas, terminan en una punta setácea y tienen los nervios muy marcados y oscuros, que forman reticulación en los bordes y en la parte superior; presentan tricomas tectores en la superficie externa y restos de tricomas rotos semejantes a los del limbo foliar.

#### CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

El olor es herbáceo. El sabor es herbáceo y agradable.

#### CARACTERÍSTICAS ANATÓMICO-MICROSCÓPICAS

- *Corte transversal de la flor.* Se distinguen:
  - a) El cáliz, con la epidermis papilosa (Fig. 45) y tricomas tectores de 2-3 células, la basal más corta.
  - b) La corola, con la epidermis también muy papilosa.

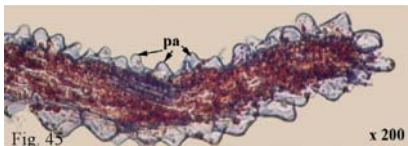
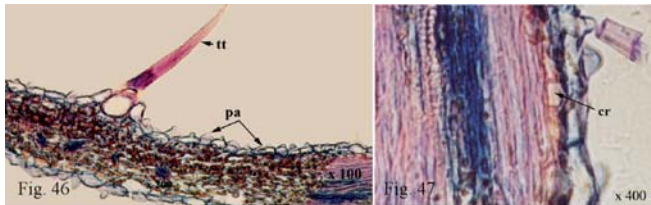


Figura 45. Fragmento de un corte del cáliz (*pa*, papilas epidérmicas).

- *Corte del foliolo* (Figs. 46 y 47). Se observan:
  - a) La epidermis papilosa, con tricomas tectores de longitud variable, formados por 2-3 células, la basal muy corta.
  - b) El mesófilo, cuyas células parenquimáticas contienen cristales.

#### COMPOSICIÓN QUÍMICA

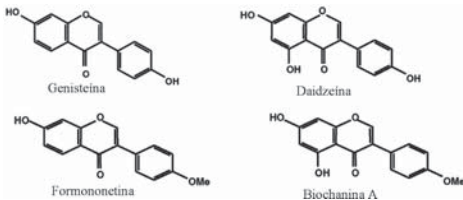
El trébol rojo contiene cumestrol y alrededor de un 2% de isoflavonas derivadas de la genisteína, daidzeína, biochanina y aformononetina. La investigación sobre las isoflavonas del trébol rojo está buscando actualmente su acción como alternativas potenciales al estrógeno en mujeres menopausicas.



Figuras. 46 y 47. Fragmentos de un corte del folíolo (*cr*, cristal prismático; *pa*, papilas epidérmicas; *tt*, tricoma tector, con la base ensanchada).

#### VALORACIÓN DEL PRINCIPIO ACTIVO

Los componentes mayoritarios de la sumidad florida del trébol rojo son compuestos de naturaleza polifenólica, principalmente isoflavonas como: genisteína, biochanina A, formononetina y daidzeína.



#### EXTRACCIÓN

La extracción y valoración de estos principios activos se ha realizado siguiendo el método descrito por ZGÓRKA (2009), mediante HPLC.

1. 4,00 g de sumidad florida desecada se extraen en soxhlet, mediante extracción continua a reflujo durante 30 min con una mezcla de metanol:agua (70:30, v/v).
2. Tras evaporar el disolvente a sequedad, se redisuelve el residuo con metanol:agua y se hace una hidrólisis con ácido clorhídrico 1 N a reflujo durante 1 h.
3. Tras la hidrólisis se lleva a cabo la determinación de aglicones mediante HPLC.

## ANÁLISIS POR HPLC-DAD-MS

El análisis de isoflavonas se llevó a cabo usando un equipo Hewlett-Packard 1100. El sistema se acopló a una estación de tratamientos de datos HP Chem Station (rev. A.05.04). La fase estacionaria utilizada fue una columna para HPLC de fase reversa (Waters Spherisorb S3 ODS-2 C18 3  $\mu\text{m}$  (4,6 x 150 mm), termostaticada a 35 °C. Como fase móvil se utilizó un gradiente binario compuesto por ácido fórmico acuoso al 0,1% (v/v) (solvente A) y acetonitrilo (solvente B). El flujo usado fue de 0,5 ml/min. El gradiente cromatográfico se recoge en la siguiente tabla.

Tiempo (min)	Solvente A (%)	Solvente B (%)
0	90	10
5	85	15
10	75	25
20	65	35
30	50	50
40	10	90
50	90	10
55	90	10

La identificación se realizó mediante una doble detección en línea por detector de fotodiodos alineados (DAD) y por espectrometría de masas (MS) conectado a la salida del DAD. La longitud de onda preferente seleccionada fue 260 nm, también se registraron los cromatogramas a 230 y 360 nm.

El análisis por espectrometría de masas se llevó a cabo en un equipo 3200Q TRAP Applied Biosystems MDS Sciex, equipado con un triple cuádrupolo y trampa iónica.

La cuantificación de las isoflavonas identificadas (agliconas y glicósidos) se llevó a cabo por el método del patrón externo. Se cuantificaron en función de la recta de calibrado del patrón de la isoflavona genisteína (Sigma-Aldrich, Saint Louis -USA-).

*Resultados y discusión*

La Fig. 48 muestra el perfil cromatográfico obtenido a partir del extracto hidrolizado de trébol rojo. Los números de los picos del cromatograma se corresponden con los de los compuestos identificados y cuantificados en la Tabla 1, en la que se muestran los máximos de los espectros UV, los iones moleculares, los principales fragmentos observados en el MS<sup>2</sup> obtenidos del análisis de HPLC-MS y la concentración de cada uno de los compuestos en la muestra.

El pico 6 se identificó como genisteína ya que presentaba el mismo tiempo de retención y espectro UV que el patrón correspondiente. La identidad de este compuesto fue confirmada con el análisis de MS. Los picos 4, 7, 8

fueron identificados como las isoflavonas daidzeína, formononetina y biochanina A, por presentar un espectro UV similar al de la genisteína patrón, pero con distinto tiempo de retención y fueron confirmados por su espectro de MS.

Los picos 1, 2, 3 y 5 fueron identificados como glicósidos de las isoflavonas daidzeína, genisteína, formononetina y biochanina A, por eluir de la columna antes que sus correspondientes agliconas, por presentar un espectro UV característico de isoflavonas y por su espectro de MS.

En el espectro MS<sup>2</sup> de estos compuestos se generaba el ion de la isoflavona aglicona correspondiente, con un patrón de fragmentación de pérdida de una molécula de hexosa [M-162]. Por lo tanto, estos compuestos fueron identificados como glicósidos de las isoflavonas correspondientes. La presencia de estos glicósidos de isoflavonas indica que la hidrólisis de la muestra no fue completa.

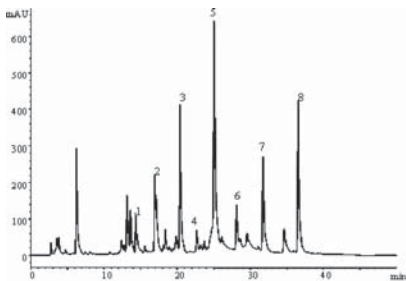


Figura 48. Cromatograma del extracto hidrolizado de trébol rojo a 260 nm.

Tabla 1. Características cromatográficas, iones moleculares, fragmentos obtenidos en MS<sub>2</sub>, identidad de las isoflavonas detectadas en el extracto hidrolizado de trébol rojo y concentración en mg/g muestra seca:

Pico	t <sub>r</sub> (min)	λ <sub>max</sub> (nm)	[M-H] (m/z)	MS <sup>2</sup> (m/z)	Compuestos	mg/g muestra seca
1	14,3	250	415	251	Glicósido de daidzeína	0,15
2	16,9	260	431	269	Glicósido de genisteína	0,35
3	20,4	257	429	267	Glicósido de formononetina	1,17
4	22,6	250	253	-	Daidzeína	0,17
5	25,0	260	445	283	Glicósido de biochanina A	2,41
6	28,1	260	269	-	Genisteína	0,46
7	31,7	250	267	-	Formononetina	0,76
8	36,5	260	283	-	Biochanina A	1,33

La isoflavona más abundante en la muestra ha sido biochanina A, seguida de formononetina, genisteína y daidzeína por este orden, de forma semejante a lo descrito por ZGÓRKA (*l. c.*). La presencia de glicósidos en la muestra analizada

no permite obtener datos concluyentes sobre la riqueza real de cada una de las isoflavonas.

#### ACCIÓN FARMACÓLOGICA/INDICACIONES

Las isoflavonas presentan una acción estrogénica débil, por unión competitiva con los receptores estrogénicos, con especial afinidad por los  $\beta$ . Promueven el almacenamiento del calcio e inhiben la actividad osteoclástica (OCCHIUTO, 2007).

Las flores mejoran la producción de orina, circulación de la sangre y secreción de bilis, detergente, sedativa y tónica. El trébol rojo tiene la habilidad de soltar la flema y calmar los espasmos bronquiales. Se usa en el tratamiento de problemas superficiales (sobre todo eczema y psoriasis), cánceres de mama, ovarios y sistema linfático, enfermedades degenerativas crónicas, gota, tos ferina y toses secas.

*Observación:* El trébol rojo interacciona principalmente con medicamentos anti-coagulantes por el gran contenido de cumarinas.

#### CONCLUSIONES

El presente trabajo ha consistido en la búsqueda de cultivos alternativos en el Valle del Alagón, con el fin de intentar encontrar cultivos más competitivos en los mercados ante la decadencia los cultivos tradicionales.

De los datos obtenidos durante el desarrollo del mismo, pueden extraerse las siguientes conclusiones:

1. El cultivo de *Calendula officinalis* ha dado 5 cosechas, en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre. Se recogieron 9.000 kg de planta fresca por hectárea. En el proceso de secado la planta perdió un 75% de su peso, obteniendo 2.250 kg de planta seca por hectárea. El kilogramo de caléndula seca se vende en el mercado español a 2,40 euros.

La valoración de principios activos se realizó según la Real Farmacopea Española, la Farmacopea Europea y la OMS, que indican que el contenido en flavonoides, calculado como hiperósido respecto a la droga desecada, no debe ser inferior al 0,4%. Nuestras plantas presentan una riqueza de 0,94%, superando el mínimo establecido en la Farmacopea; de donde se deduce que el cultivo de caléndula en la zona resulta muy rentable para el agricultor.

2. El cultivo de *Hypericum perforatum* ha dado 3 cosechas (una a mediados de junio, otra a finales de julio y la última a finales de agosto). Se recogieron 3.600 kg de planta fresca por hectárea. En el proceso de secado la planta perdió un 50% de su peso, obteniendo 1.800 kg de planta seca por hectárea. El kilogramo de planta seca de hipérico se vende en el mercado español a 2,60 euros. El contenido en hipericinas es del 0,12%, que supera el mínimo establecido en la Farmacopea, que

es del 0,08% de hipericinas totales; de donde se deduce que el cultivo de hipérico en la zona también es rentable.

3. De *Taraxacum officinale* no se han obtenido resultados referentes a la cosecha ni a la extracción de principios activos. Por tratarse de una planta muy sensible a plagas y a enfermedades, deducimos que, de acuerdo con el informe del Centro Regional de Diagnóstico (Junta de Castilla y León), no es rentable en la zona, debido a las complicaciones que conlleva el cultivo, dadas las características del suelo.

4. De *Trifolium pratense* hemos obtenido 45.000 kg de planta fresca por hectárea, de una sola cosecha, en abril del 2010. En el proceso de secado, la planta ha perdido un 55% de su peso obteniéndose 20.000 kg por hectárea. El kilogramo de planta seca se vende en el mercado español a 1,70 euros. En la valoración de la muestra se observó la presencia de glicósidos de isoflavonas, que indican que su hidrólisis no fue completa. Se puede deducir que la isoflavona más abundante en la muestra es la biochanina A, seguida de formononetina, genisteína y daidzeína, por este orden, de forma semejante a lo descrito por ZGÓRKA (*l. c.*). Sin embargo, la presencia de glicósidos en la muestra analizada no permite obtener datos concluyentes sobre la riqueza real de cada una de las isoflavonas.

## BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ NOGAL, R. (2002): *Atlas de histología y organografía de las plantas*. Secretariado de Publicaciones y Medios Audiovisuales de la Universidad de León. León.
- ARTECHE, A.; FERNÁNDEZ, J. A.; GÜENECHEA, J. L. & VANACLOTXA, B. (1992): *Fitoterapia. Vademécum de Prescripción*. 1.<sup>a</sup> ed. Ed. CITA. Bilbao.
- ARTECHE, A.; VANACLOCHA VANACLOCHA, B.; GÜENECHEA SALAZAR, J. I. & MARTÍNEZ COBO, R. (1998): *Fitoterapia. Vademécum de prescripción*. 3.<sup>a</sup> ed. Ed. Masson. Barcelona.
- BANCROFT, J. D.; STEVENS, A. & TURNER, D. R. (1990): *Theory and practice of histological techniques*. 3.<sup>a</sup> ed. Churchill Livingstone. N. Y.
- BIROT, P. & SOLE SABARIS, L. (1954): *Investigaciones sobre la morfología de la Cordillera Central Española*. Inst. J. S. Elcano, CSIC. Madrid.
- BRUNETON, J. (2001A): *Farmacognosia. Fitoquímica. Plantas medicinales*. 2.<sup>a</sup> ed. Ed. Acribia, S. A. Zaragoza.
- (2001b): *Plantas tóxicas. Vegetales peligrosos para el hombre y los animales*. Ed. Acribia, S. A. Zaragoza.
- CAÑIGUERAL, S.; VILA, R. & WICHTL, M. (1998): *Plantas medicinales y drogas vegetales para infusión y tisana. Un manual de base científica para farmacéuticos y médicos*. OEMF International SRL. 606 pp.
- CARRINGTON DA COSTA, J. (1951): *Noticia sobre una carta geológica do Buçaco, de Nery Delgado*. Com. Serv. Geol. Port. 28 pp.
- CASTROVEJO, S.; MUÑOZ GARMENDIA, F. & NAVARRO, C. (1998). *Flora Iberica. Plantas vasculares de la península ibérica e islas Baleares*, vol. VI (*Rosaceae*). Real Jardín Botánico. CSIC. Madrid. 592 pp.

- CASTROVIEJO, S.; TALAVERA, S.; AEDO, C.; ROMERO ZARCO, C.; SÁEZ, L.; SALGUEIRO, F. J. & VELAYOS, M. (1999): *Flora Iberica. Plantas vasculares de la península ibérica e islas Baleares*, vol. VII (I) (*Leguminosae*). Real Jardín Botánico. CSIC. Madrid. 578 pp.
- (2000): *Flora Iberica. Plantas vasculares de la península ibérica e islas Baleares*, vol. VII (II) (*Leguminosae*). Real Jardín Botánico. CSIC. Madrid. 1.119 pp.
- CHEN, Q.; LI, P.; LI, B.; LI, X.; ZHU, J. & CHEN, F. (2010): Simultaneous determination of formononetin, biochanin A, daidzen and genistein in *Trifolium pratense* (Red Clover) by HPLC. *LC-GC Europe*, 23: 406-411.
- CORTÉS BENAVIDES, F. (1980): *Histología vegetal básica*. Ed. Blume. Madrid.
- COSTE, H. (1937): *Flore Descriptive et Illustrée de la France*. Librairie Scientifique et Technique. París.
- CURTIS, P. J. (1986): *Manual de técnicas en Histología Vegetal*. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- CUTLER, D. (2006): *Plant anatomy: an applied approach*. Blackwell Publishing.
- CUTLER, D. F. (1987): *Anatomía vegetal aplicada*. Ed. Agropecuaria. Buenos Aires.
- CUTTER, E. G. (1987): *Anatomía Vegetal. Parte II. Órgãos*. Roca. São Paulo.
- DICKSON, W. C. (2000): *Integrative plant anatomy*. Academic Press. Nueva York.
- DÍEZ BALDA, M. A. (1982): *El Complejo Esquisto-Grauwáquico, las series Paleozoicas y la estructura bercínica al Sur de Salamanca*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- FAHN, A. (1985): *Anatomía vegetal*. Ed. Pirámide. Madrid.
- FAO (1989): *Soil map of the world. Revised legend*. World Soil Resources, Report 60. Roma.
- FERNÁNDEZ-POLA, J. (1996): *Cultivo de plantas medicinales, aromáticas y condimenticias*. Ed. OMEGA, S. A.
- FONT-QUER, P. (1975): *Diccionario de Botánica*. Ed. Labor. Barcelona.
- (1978): *Plantas medicinales. El Dioscórides renovado*. 15.<sup>a</sup> ed. Editorial Labor, S. A. Barcelona.
- GUERRA GIL, A.; LADERO ÁLVAREZ, M.; ZARAGOZÁ, F.; RABASCO, A.; ALLUÉ, J.; MUÑOZ, J.; ALONSO, M. J.; VILLAESCUSA, L.; MARTÍN, T.; GONZÁLEZ, M. L.; SANTOS, M. T.; GONZÁLEZ, F. J.; ALONSO, M. T. & MUÑOZ, L. M. (2001): *Plantas medicinales (Fitoterapia práctica)*. Ed. Infusiones La Leonesa/Manasul Internacional. 398 pp.
- GUNNING, B. E. S. & STEER, M. W. (2000): *Plant cell Biology: Structure and function*. Jones and Bartlett Publisher.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1938): *Síntesis fisiográfica y geológica de España*. Trab. Museo Cien. Nat. Serv. Geol., 38. Madrid.
- IGME (1987): *Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja n.º 622 (Torrejuncillo)*. Serv. Public. Ministerio de Industria. Madrid.
- IZCO, J.; BARRENO, E.; BRUGUÉS, M.; COSTA, M.; DEVESA, J.; FERNÁNDEZ, F.; GALLARDO, T.; LLIMONA, X.; SALVO, E.; TALAVERA, S. & VALDÉS, B. (2000): *Botánica*. McGraw-Hill-Interamericana. 781 pp.
- JACKSON, B. P. & SNOWDON, D. W. (1990): *Atlas of Microscopy of Medicinal Plants, Culinary Herbs and Spices*. Ed. Belhaven Press. London.
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, M.; RIBEIRO, A. & CONDE, L. (1974): *Mapa tectónico de la península ibérica y Baleares. Escala 1:1.000.000*. IGME. Madrid.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, G. A. (2001): *Los árboles y arbustos de la península ibérica e islas Baleares*. Tomos I y II. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- LOTZE, F. (1945): Zur gliederung der Varisziden der Iberischen Messeta. *Geotekt. Fosch.* 6: 78-92.
- MONOGRAFÍA DE LA OMS (2002): *WHO monographs on selected medicinal plants*. Vol. 2: 35-44. Ginebra: World Health Organization.



- (2002): *WHO monographs on selected medicinal plants*. Vol. 2: 149-171. Ginebra: World Health Organization.
- MUSLERA PARDO, E. & RATERA GARCÍA, C. (1991): *Praderas y Forrajes. Producción y Aprovechamiento*. 2.<sup>a</sup> ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- OCCHIUTO, F. *et al.* (2007): Effetti degli isoflavoni fitoestrogenici da trifoglio rosso (*Trifolium pratense* L.) sull'osteoporosi sperimentale. *Phytother. Res.* 21: 130-134.
- REAL FARMACOPEA ESPAÑOLA. 3.<sup>a</sup> ed. Ministerio de Sanidad y Consumo (2005).
- ROMBERGER, J. A. (2004): *Plant structure: function and development*. Ed. Blackburn. New Jersey.
- STUART, M. (1981): *Enciclopedia de hierbas y berboristería*. Ediciones Omega.
- TOLIVIA, D. & TOLIVIA, J. (1987): *Fasga*: a new polychromatic method for simultaneous and differential staining of plant tissues. *J. of Microscopy*, 148: 113-117.
- TREASE, G. E. & EVANS, W. C. (1976): *Farmacognosia*. CECSA.
- TUTIN, G. T.; HEYWOOD, V. H.; BURGESS, N. A.; MOORE, D. M.; VALENTINE, D. H.; WALTERS, S. M. & WEBB, D. A. (1968): *Flora Europaea*. Vol. 2. *Rosaceae* to *Umbelliferae*. Cambridge University Press. 455 pp.
- VANACLOCHA, B. & CAÑIGUERAL, S. (2003): *Fitoterapia. Vademécum de prescripción*. 4.<sup>a</sup> ed. Ed. Masson. Barcelona.
- ZGÓRKA, G. (2009): Pressurized liquid extraction versus other extraction techniques in micropreparative isolation of pharmacologically active isoflavones from *Trifolium* L. sp. *Talanta*, 79: 46-53.