

DATOS SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LOS 'FRESNALES' O FRESNEDAS DE FLOR VALENCIANAS, OBTENIDOS MEDIANTE EL INVENTARIADO DIACRÓNICO

E. Laguna Lumbreras

Generalitat Valenciana, Centro para la Investigación y Experimentación Forestal
Avda. Comarques del País Valencià, 114. 46930 Valencia
laguna_emi@gva.es

P.P. Ferrer Gallego

Generalitat Valenciana, VAERSA
Avda. Corts Valencianes, nº 20. 46015 Valencia
flora.cief@gva.es

D.C. Gómez Montblanch

Universidad de Sevilla
C/ Doña María de Padilla, s/n. 41004 Sevilla
davidcristel@gmail.com

P.J. Lozano Valencia y G. Meaza Rodríguez

Universidad del País Vasco
C/ Tomás y Valiente s/n. 01006 Vitoria-Gasteiz
pedrojose.lozano@ehu.es
guillermo.meatza@gmail.com

Resumen: Se exponen resultados del seguimiento de inventarios fitosociológicos de bosques de fresno de flor (*Fraxinus ornus* L.) valencianos, *Hedero helicis*–*Cytisetum patentis fraxinetosum orni*, monitorizados durante 3 décadas, cuyos datos de abundancia–dominancia se tomaron cada 10 años –1984, 1994, 2004 y 2014– en la localidad del *typus nominis* de esta asociación vegetal en los montes de Malacara (Buñol, Valencia, España). El análisis de los datos demuestra un incremento progresivo de la riqueza específica y la cobertura media, notablemente para las especies conside-

radas indicadoras de la evolución al encinar climácico local (*Hedero helicis-Quercetum rotundifoliae*).

Palabras clave: inventario de vegetación, método diacrónico, fresnedas de flor, España.

Abstract: Results on the monitoring of phytosociological releves of Valencian manna ash (*Fraxinus ornus* L.) forest –*Hedero helicis-Cytisetum patentis fraxinetosum orni*– for 3 decades are shown; their abundance-dominance data were collected every 10 years –1984, 1994, 2004 and 2014– in the *typus nominis* site of this plant association in Malacara Mountains (Buñol, Valencia, Spain). The data analysis demonstrate the progressive global increase in species richness and mean cover, notably for the species taken as evolution indicators towards the local, climacic helm oak forest (*Hedero helicis-Quercetum rotundifoliae*).

Keywords: vegetation relevee, diachronical method, manna ash forests, Spain.

1. Introducción

El desarrollo de estudios diacrónicos de la vegetación, particularmente cuando resulta conveniente el análisis de inventarios seriados tomados sobre parcelas fijas, acusa una notable escasez de trabajos disponibles con un período suficientemente amplio de seguimiento, a pesar de su relevancia para los estudios biogeográficos (v. Braun-Blanquet, 1979; Pintó *et al.*, 2000). Salvo algunas excepciones notables –p.ej., Cardona, 1980– apenas existen antecedentes de trabajos en los que se haya realizado el inventariado vegetal sistemático de parcelas fijas por períodos suficientemente largos en España. Como parte del desarrollo de la tesis doctoral de Laguna (1995) se inventariaron las comunidades vegetales que forman parte de la serie de vegetación del encinar valenciano de media montaña –ver caracterización más adelante–, estableciéndose parcelas de seguimiento que han vuelto a revisitarse para su inventariado cada 10 años. En el presente artículo se analizan los resultados obtenidos para el caso de los ‘fresnales’, nombre local de la fresnedas de flor –formaciones forestales de ladera o fondo de barranco dominadas por la especie *Fraxinus ornus* L.– en la parte central de la provincia de Valencia.

2. Área de estudio

La zona objeto del estudio la constituye el paraje de la Umbría del Fresnal (Buñol, Valencia), que conforma la hemicuenca septentrional del Barranco del Fresnal, en el

extremo occidental de la Sierra de Malacara o Montes de Buñol, en la provincia de Valencia. Esta zona ha sido descrita por Laguna (1997) por lo que aquí se aportan exclusivamente datos sintéticos, sin indicación detallada de las obras consultadas para cada componente ambiental, salvo las derivadas de trabajos de publicación más reciente.

La Umbría del Fresnal se encuentra íntegramente incluida en la celda UTM de 10 km de lado 30S XJ77 –ver fig. nº 1– y posee una superficie de 204 ha, con cotas comprendidas entre 605 (Hondo del Fresnal, XJ7565) y 964 m.s.n.m. (Pico del Retamar, XJ7764). El Barranco del Fresnal nace en el paraje del Collado Umán (XJ7865, 812 m.s.n.m.) y discurre en sentido SE-NW –fig. nº 2–, por lo que la hemicuenca de aguas de umbría

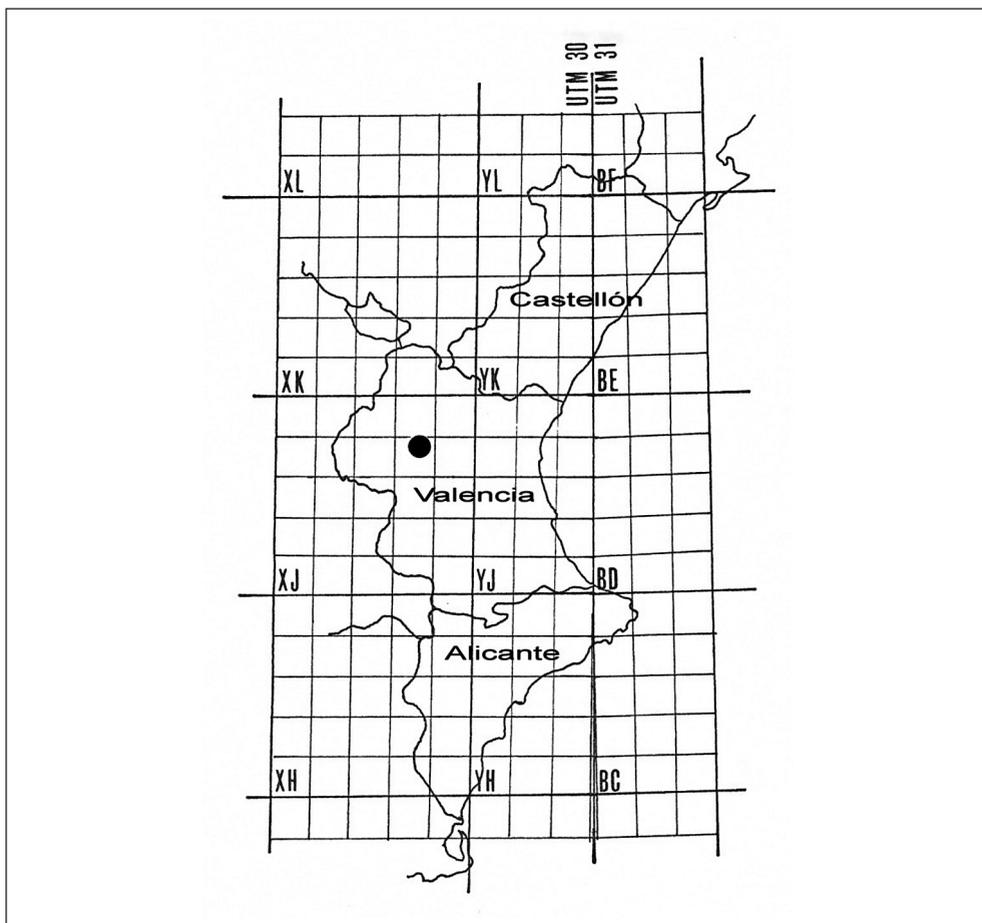


Figura 1. Ubicación del área de estudio dentro de la Comunidad Valenciana con sobreimpresión del retículo UTM en celdas de 20 x 20 km.

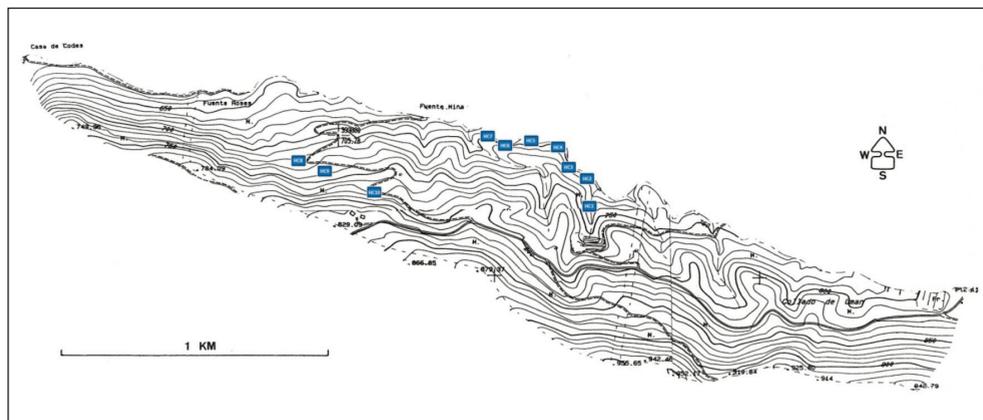


Figura 2. Topografía de la zona de estudio (isolíneas cada 10 m). En cuadrados resaltados, ubicación de las parcelas utilizadas para el seguimiento diacrónico de la vegetación.

se encuentra orientada a NNE y la contraria –Solana del Arca–, a SSW. Los terrenos son de naturaleza básica, siendo dominantes los afloramientos del Cretácico –calcarenitas del Cenomaniense, dolomías sacaroideas del Cenomaniense-Turoniense y calizas gris-claro del Santoniense– y Neógeno –areniscas de matriz calcárea. Los suelos predominantes de la clasificación FAO-2006 (IUSS Grupo de Trabajo WRB, 2007) son los Luvisoles crómicos y cálcicos, Regosoles, Cambisoles cálcicos y crómicos, Rendzinas y Kastanozems. Desde el punto de vista bioclimático, considerando la clasificación adoptada por Rivas-Martínez *et al.* (2001), la zona corresponde al termoclima Mesomediterráneo superior y ombroclima seco-subhúmedo, con tendencia al Supramediterráneo subhúmedo por efecto de la intrazonalidad que aporta la orientación de la ladera. Siguiendo la clasificación corológica de los mismos autores (Rivas-Martínez *et al.*, 2001) la zona de estudio se sitúa en el extremo nordoccidental del sector Setabense, dentro de la subprovincia Valenciana de la provincia Catalano-Provenzal-Balear. La fig. nº 3 expone la situación de la zona de estudio respecto de la sectorización propuesta por Costa (1986, 1999), recientemente modificada por Rivas-Martínez (2007) al transferir a la provincia Catalano-Provenzal-Balear la parte NE del antiguo distrito Setabense –D1 en la fig. nº 3–, que pasa a denominarse subsector Turiano-Huertano, pero que no abarca la zona de estudio aquí analizada. Dada su situación dentro del sector Setabense, la Umbría del Fresnal posee una fuerte influencia de otros tres sectores colindantes: Valenciano-Tarraconense, Manchego y Maestracense –fig. nº 3–. El trabajo de Laguna (1997) facilita la relación de indicadores de estos sectores florísticos.

Dentro de la Umbría del Fresnal se han localizado poblaciones de 583 táxones de flora vascular hasta grado de subespecie, siendo predominante el elemento corológico Mediterráneo (73,6% de los táxones). Aunque la forma etológica más representada son los te-

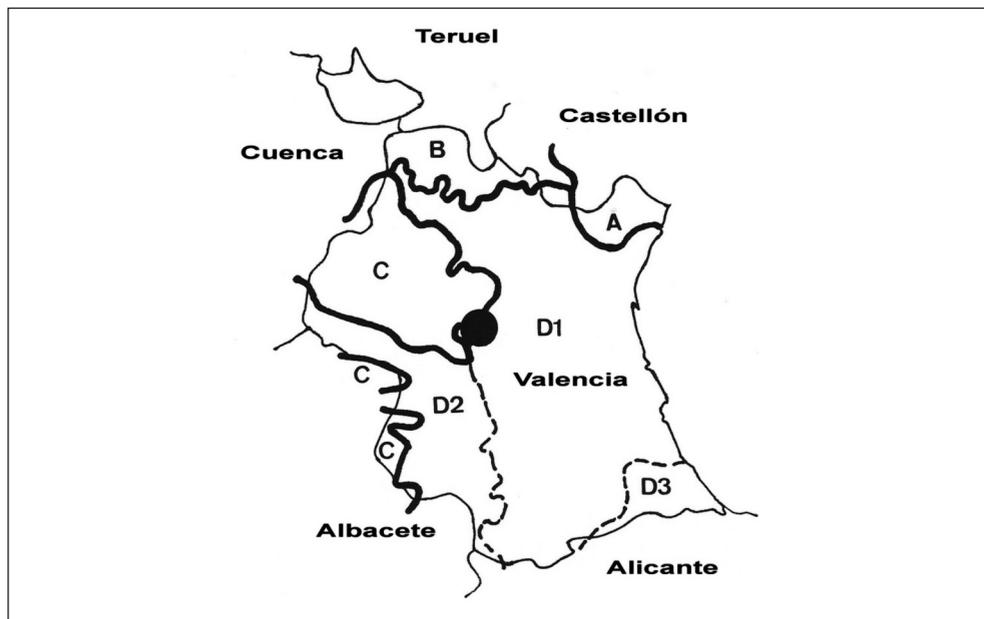


Figura 3. Sectorización corológica de la provincia administrativa de Valencia y sus contactos con otras limítrofes. Elaboración propia, a partir de los datos de Costa (1986, 1999). Para la escala territorial, ver la fig. nº 1. A: Sector Valenciano-Tarraconense; B: Maestracense; C: Manchego; D: Setabense (D1: Subsector y Distrito Setabense; D2: Subsector Cofrentino-Villenense, Distrito Ayorano-Cofrentino; D3: Subsector Alcoyano-Dianense, Distrito Dianense.

rófitos o plantas anuales de porte herbáceo (33,1% de los táxones), el paisaje local está extensivamente dominado por árboles y grandes arbustos. El territorio se encontraba fuertemente desertizado a principios del siglo XX como consecuencia de la sobreexplotación de los recursos vegetales, repoblándose en etapas sucesivas entre 1900 y 1917 con empleo de especies locales –*Pinus halepensis*, *P. pinaster*, *P. nigra* subsp. *salzmannii*– a partir de semilla de los escasos rodales remanentes de estas especies en la Sierra de Malacara; la incorporación de la zona de estudio al Catálogo de Montes de Utilidad Pública a finales del siglo XIX, la repoblación forestal, y las limitaciones al pastoreo y la extracción de madera por motivos de prevención hidrológico-forestal, favorecieron el rebrote de las frondosas preexistentes y su progresiva expansión, dando lugar mayoritariamente a un bosque multiestratificado dominado en su dosel superior por *Pinus halepensis* en torno a 20-25 m de altura, y en el intermedio –hasta los 8-10 m, aunque excepcionalmente se alcanzan los 20 m con ejemplares monumentales– por *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia*, *Q. faginea* subsp. *faginea* y *Fraxinus ornus*, que de modo puntual y disperso conforman rodales de encinar. Los pinares locales se han adscrito a la comunidad *Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae* Br.-Bl. y O. Bolòs 1954, y los encinares al *Hedero heli-*

Quercetum rotundifoliae Costa, Peris y Stübing 1987, aunque en los enclaves más evolucionados tienden a dominar las especies caducifolias y marcescentes (*Quercus faginea*, *Fraxinus ornus*, *Acer opalus* subsp. *granatense*) propias del quejigar setabense *Fraxino orni-Quercetum fagineae* Rivas Goday y Borja in Rivas Goday *et al.* 1960 corr. Rivas-Martínez 1972. Los tipos de vegetación dominantes a nivel paisajístico en la zona de estudio se exponen en la fig. nº 4; los protólogos de los binómenes fitosociológicos allí indicados corresponden a la revisión de Rivas-Martínez *et al.* (2001).

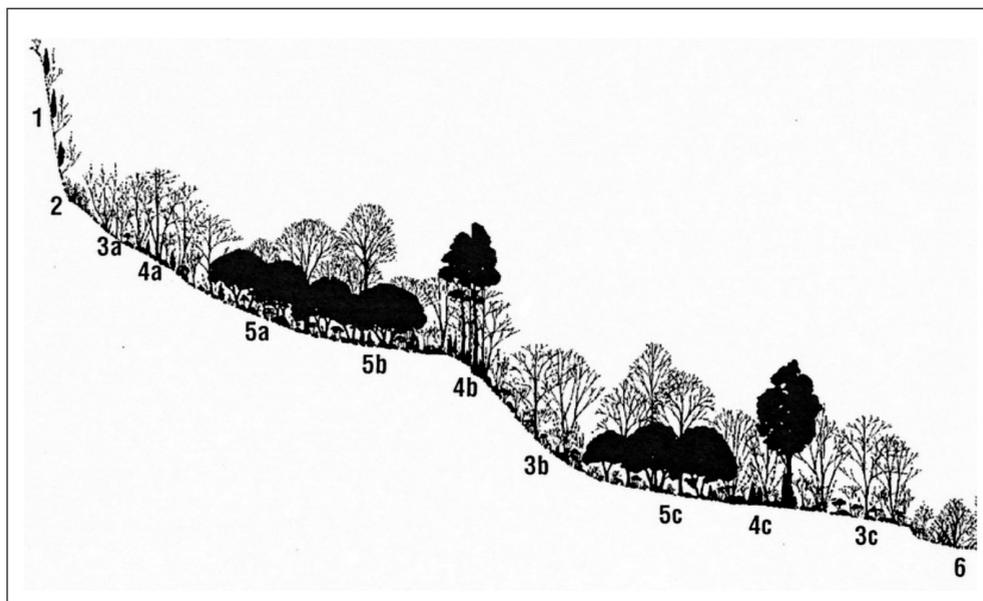


Figura 4. Representación sinóptica de la cliserie de comunidades vegetales presentes en la Umbría del Fresnal, con facies o variantes de cinto rocoso (a), media ladera (b) y fondo de barranco (c). 1: Sabinares de roca (*Rhamno-Juniperetum phoeniceae*). 2: Zarzales dominados por *Rubus ulmifolius* y *Osyris alba*. 3: Fresnales (*Hedero-Cytisetum patentis fraxinetosum orni*). 4: Coscojares (*Rhamno-Quercetum cocciferae*) con *Fraxinus ornus* y/o *Pinus halepensis*. 5: Encinares y encinar-quejigares (*Hedero heliis-Quercetum rotundifoliae*) con *F. ornus*. 6: Espinal-zarzales de fondo de barranco (*Rubo ulmifolii-Crataegetum brevispinae*).
Extraído de Laguna (1997: 86), reproducido con permiso.

La comunidad arbórea más relevante de la zona la constituyen los ‘fresnales’, nombre que reciben localmente las fresnedas de flor –dominadas por *Fraxinus ornus*–, por contraposición a las ‘fresnedas’ en sentido estricto, fitónimo que se reserva para las formaciones riparias dominadas por *F. angustifolia* (Laguna, 1997). Los fresnales o fresnedas de flor se consideran tipos de vegetación prácticamente endémicos de la Comunidad Valenciana dentro de la Península Ibérica. Teniendo en cuenta los bioclimas y sectorización corológica

de Rivas-Martínez *et al.* (2001) estas comunidades están restringidas totalmente al sector Setabense, habiéndose definido hasta tres formaciones vegetales respectivamente correspondientes a los pisos bioclimáticos termo-, meso- y supramediterráneo: *Viburno tini-Fraxinetum orni* Costa, Pérez-Badía y P. Soriano 1995, *Hedero-Cytisetum patentis* Mateo 1983 subass. *fraxinetosum orni* Mateo 1983, y *Fraxino orni-Aceretum granatensis* Alcazar, Ríos, Solanas y M.B. Crespo 2001. La Umbría del Fresnal alberga el *typus nominis* o inventario de referencia del *Hedero-Cytisetum patentis fraxinetosum orni*, que constituye localmente la orla caducifolia propia de los fondos de barranco, las grandes pedrizas y los linderos en los márgenes de las pistas forestales más antiguas. La inversión térmica local y la consecuente tendencia a la dominancia puntual de especies de óptimo supramediterráneo, hace que la fresneda de flor se enriquezca en esta zona de especies del *Fraxino orni-Aceretum granatensis* (Laguna y Pérez Rocher, 1998).

Resumiendo lo indicado por Laguna (1997), la fresneda de flor es una comunidad multistratificada de hasta 8-10 m de talla, con dosel arbóreo caducifolio dominado por *Fraxinus ornus*, a menudo compartido con *Acer granatense* y elementos de las etapas más maduras como *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia* y *Q. faginea*; el estrato subarbóreo o arborescente está dominado por una mezcla de caducifolios de hasta 3-4 m –principalmente *Cytisus patens* y *Amelanchier ovalis*– y perennifolios como *Viburnum tinus* y *Arbutus unedo*. El estrato arbustivo y el herbáceo poseen una mezcla de especies heliófilas y esciófilas donde usualmente dominan indicadores de enclaves umbrosos y suelos más o menos profundos (*Ononis aragonensis*, *Brachypodium phoenicoides*, *Festuca fenas* subsp. *arundinacea*, etc.). La diferencia con el coscojar (*Rhamno-Quercetum rotundifoliae*), localmente arbolado a menudo con *P. halepensis* y formando una facies local donde está enriquecido con frondosas como el propio *F. ornus*, *A. granatense*, etc., estriba en la mayor dominancia de *Quercus coccifera* en aquella comunidad –fig. nº 5–.

La serie de vegetación para la zona de estudio corresponde al *Hedero helicis-Querceto rotundifoliae* sigmetum, formulado junto a la propia comunidad potencial ya indicada, en el artículo descriptivo original (Costa *et al.*, 1987), pero inicialmente restringido al sector Valenciano-Tarraconense de vegetación. Su extensión al sector Setabense fue asentada por Ballester y Stübing (1990). Aunque parece evidente la existencia de una comunidad característica de este sector, que se ha indicado como subasociación *fraxinetosum orni* (Laguna, 1995), no ha sido formalmente descrita. La principal diferencia entre los encinares –localmente denominados ‘carrascars’– continentales (*Quercetum rotundifoliae* Br.-Bl. y O. Bolòs in Vives 1956) y el *Hedero helicis-Quercetum rotundifoliae* radica en que en este último la etapa de degradación inmediata no es necesariamente un coscojar de *Quercus coccifera*, sino formaciones mixtas o vegetaciones de orla caducifolia, que en el sector Setabense corresponderían al *Hedero helicis-Cytisetum patentis fraxinetosum orni* (Ballester y Stübing, 1990). Paralelamente, este tipo de encinar posee una elevada cobertura de hiedra (*Hedera helix*), con valores fitosociológicos de abundancia-dominancia usualmente mayores de 3, tanto en la cobertura de tallos vegetativos del estrato herbáceo, como de los vástagos florales en el arbóreo. Para el sector

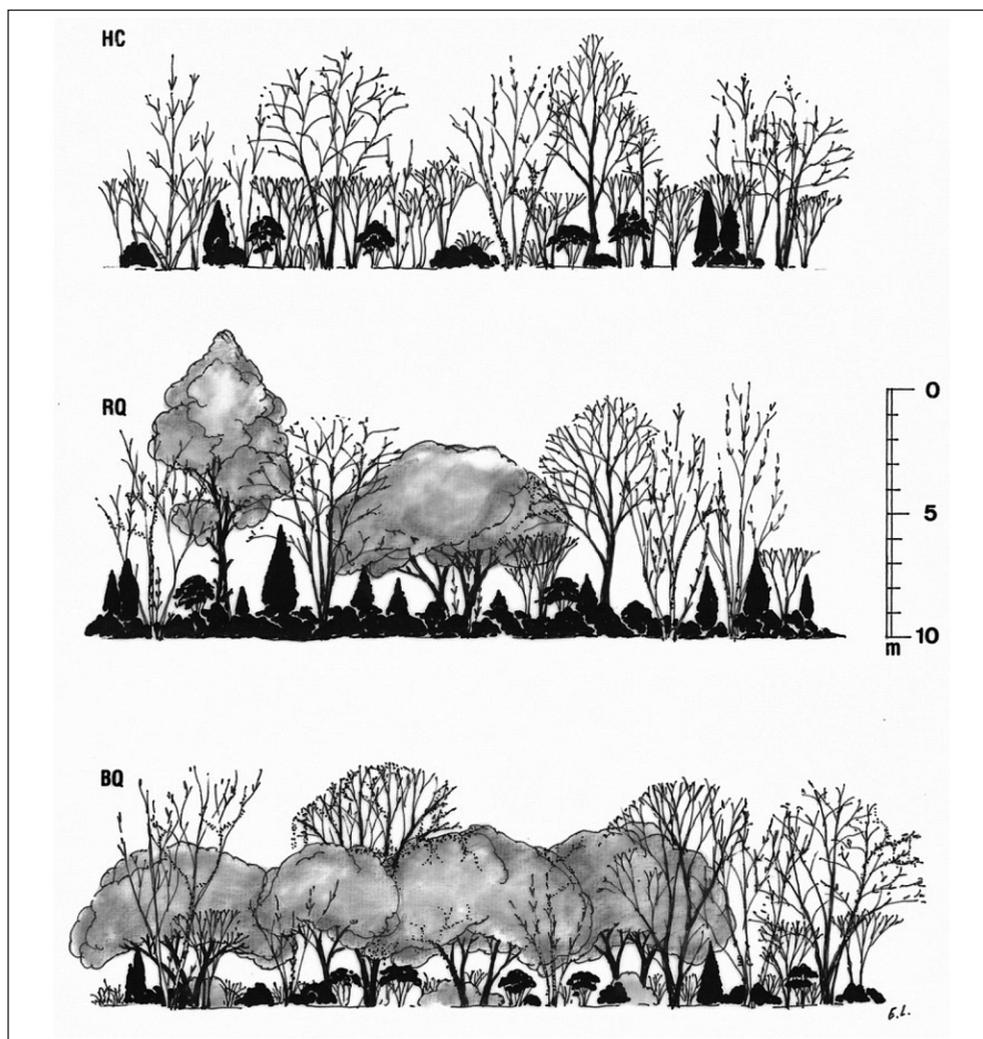


Figura 5. Esquema de la estructura de la vegetación en formas óptimas de las comunidades vegetales del área de estudio dominadas por frondosas. HC: *Hedero-Cytisetum patentis fraxinetosum orn.* RQ: *Rhamno-Quercetum rotundifoliae* (facies local con *Fraxinus ornus*). BQ: *Hedero helicis-Quercetum rotundifoliae* (facies local con *F. ornus*).

Extraído de Laguna (1997: 110), reproducido con permiso.

Setabense, la hiedra estaría representada fundamentalmente por la subsp. *rhizomatifera*, considerada como endemismo ibérico. Esta misma subespecie tiende a presentar igualmente alta cobertura en los fresnales de flor, pero más restringida al estrato herbáceo.

Conforme a nuestras observaciones en la zona de estudio, en el caso de las etapas sucesionales progresivas, la hipótesis más razonable sería que el encinar con fresno de flor pudiera provenir directamente de la evolución de los fresnales y/o de los coscojares con fresno de flor, e incluso que la expansión de *Q. coccifera* pudiera facilitar la conversión de fresnales en coscojares. A largo plazo esta evolución sucesional se podría dar en la vegetación de ladera, pero también en fondos de barranco si no ocurrieran a largo plazo fuertes episodios de lluvias torrenciales que ralentizaran el proceso –fig. nº 6–.

3. Metodología

A raíz del inventariado de diversas unidades de vegetación abordado en 1984 para el desarrollo de la tesis doctoral de Laguna (1995), y una vez acabada la fase de seguimiento en campo allí abordada, se decidió inventariar regularmente las parcelas de algunas de las comunidades mediante visitas a realizar un año de cada 10, abordándose en consecuencia en 1994, 2004 y 2014.

Para el presente estudio se han muestreado 10 parcelas de la comunidad *Hedero-Cytisetum patetis fraxinetosum orni* –fig. nº 2– cuyos datos básicos se exponen en la tabla nº 1, y que corresponden a las parcelas de seguimiento del trabajo ya citado (Laguna, 1995). Cada parcela se inventarió en los años 1984, 1994, 2004 y 2014, realizándose al menos 3 visitas a cada parcela –primaveral, estival y otoñal– a fin de cubrir suficientemente la identificación de todas las especies, incluidas las de presencia temporal más esporádica como los terófitos efímeros. En cada visita se tomaron datos de la abundancia-dominancia de todas las especies presentes siguiendo el método de Braun-Blanquet (1979). Para los tratamientos numéricos más abajo detallados, los 6 rangos de estimación de abundancia-dominancia (+, 1, 2, 3, 4 y 5) se expresaron a través de sus valores medios de cobertura de Tüxen-Ellenberg (v. Braun-Blanquet, 1979: 38 y 50), que corresponden respectivamente a los valores 0,001, 0,05, 0,175, 0,375, 0,625 y 0,875, expresables igualmente mediante los porcentajes de cobertura 0,1%, 5%, 17,5%, 37,5%, 62,5% y 87,5%.

En los muestreos se realizaron 2 tipos de inventarios fitosociológicos para cada parcela. De un lado se acometió el inventariado tradicional, donde cada especie está representada por un único valor –de + a 5, según lo ya indicado–. Por otro, se realizó un inventario por estratos, donde cada especie tiene un valor para la cobertura que alcanza en cada uno de los siguientes 4 estratos: arbóreo, de 3 a 8 m sobre el nivel del suelo; subarbóreo, de 1 a 3 m; arbustivo de 0,3 a 1 m; y herbáceo, de 0 a 0,3 m. Por ejemplo, en una misma parcela *F. ornus* poseerá 4 valores de cobertura estratificada, correspondientes respectivamente a los adultos de gran talla con copas en el estrato arbóreo, subadultos o adultos jóvenes del estrato subarbóreo, juveniles del arbustivo, y plántulas y pequeños juveniles del herbáceo.

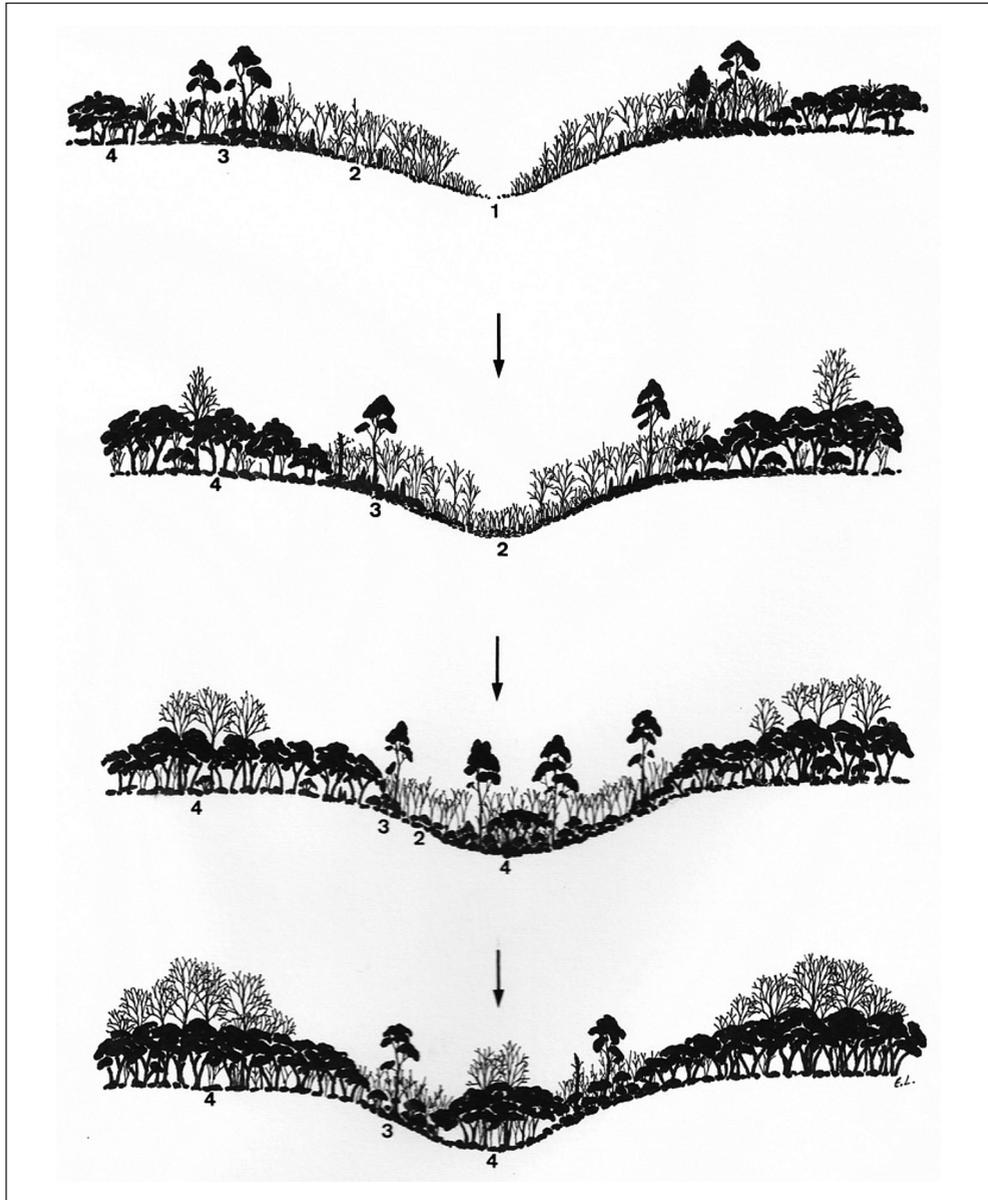


Figura 6. Esquema del avance de la sucesión vegetal local en laderas y barrancos de umbria que vierten al Barranco del Fresnal. 1: Vegetaciones herbáceas. 2: *Hedero-Cytisetum patensis fraxinetosum orni*. 3: *Rhamno-Quercetum rotundifoliae* (facies local con *Fraxinus ornus*). 4: *Hedero helicis-Quercetum rotundifoliae* (facies local con *F. ornus* y *Quercus faginea*).

Extraído de Laguna (1990: 69), reproducido con permiso.

Tabla 1. Datos de caracterización de las parcelas inventariadas

Nombre parcela	HC1	HC2	HC3	HC4	HC5	HC6	HC7	HC8	HC9	HC10
Tipo	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B
Altitud	726	707	705	701	699	688	685	758	762	755
Orientación	NNW	N	N	NNE	N	NNE	NE	NNW	N	N
Inclinación	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Superficie	90	104	100	105	88	90	100	96	90	90
Altura	4,5	6,5	7,0	7,5	6,0	4,4	4,5	6,0	7,0	5,5

Leyenda: Tipo: A: Fondo de barranco; B: Orla forestal de ladera; Altitud: Altitud sobre el nivel del mar, en m; Inclinación: Inclinación media en grados sexagesimales; Superficie: Superficie en m²; Altura: Altura máxima de la vegetación al inicio del seguimiento (año 1984), en m.

A fin de realizar una aproximación a la caracterización florística y estructural de las fresnedas de flor, tanto para cada parcela como para cada estrato dentro de la parcela se calcularon dos valores:

- Riqueza florística, correspondiente al número de especies.
- Cobertura solapada, en el sentido ya expuesto en los trabajos de Laguna (2012), Gómez-Montblanch *et al.* (2014a) y Laguna y Ferrer-Gallego (2015). Dicho concepto corresponde a la suma de los valores de cobertura media de Tüxen-Ellenberg para todas las especies presentes en un inventario, o en su caso en un estrato. Se denomina 'solapada', ya que al albergar el solape de copas, ramas u otras partes de las plantas de varias especies, en las parcelas o estratos densos puede superar con facilidad el valor 1, que correspondería al 100% de cobertura.

A efectos de incrementar el conocimiento sobre la dinámica de la vegetación se han distinguido 3 tipos de especies en función de su relación con la sucesión vegetal local, descrita por Laguna (1995, 1997):

- R: Regresivas, propias de etapas previas (matorrales, maquias) o ambientes más secos, abiertos o iluminados.
- N: Neutras, que no pueden definirse fácilmente como regresivas o progresivas.
- P: Progresivas, propias de etapas sucesionales consideradas avanzadas (*Hedero helicis-Quercetum rotundifoliae*), ambientes nemorales, suelos con horizonte superior isohúmico –tendencia al Kastanozem– o de mayor humedad edáfica y ambiental.

Las plantas se han asignado a cada uno de estos 3 grupos sucesionales en función del comportamiento observado repetidamente en campo en la zona de estudio, detallado especialmente por Laguna (1995). Las especies localizadas y su adscripción a los

3 grupos (R, N o P) figuran en el anexo nº 1. Debe señalarse que la asignación a un grupo concreto no es extrapolable a zonas alejadas del área de estudio, ya que como suelen indicar los tratados básicos en biogeografía y fitosociología (v. Braun-Blanquet, 1979; Ozenda, 1964) los mismos táxones pueden poseer diferencias comportamentales en función de su ubicación en sus áreas de distribución, altitudes, topografía, materiales geológicos, etc.

Las comparaciones de datos se han realizado mediante el test del estadístico t de Student para el contraste de las medias en distribuciones de datos apareados (v. Sokal y Rohlf, 1994), usando el paquete estadístico PAST v. 1.56b (Hammer y Harper, 2006; Hammer *et al.*, 2001).

Las especies se indican sin expresión del autor del binomen científico, al corresponder éste a los indicados en las obras *Flora Valentina* (Mateo *et al.*, 2011-2015), *Flora iberica* (Castroviejo, 1986-2014), y el trabajo de Mateo y Crespo (2014), tomados por ese orden de prioridad en el caso de sinonimias.

4. Resultados

4.1. Datos generales y resultados sin diferenciación de grupos sucesionales

En los 10 inventarios se contabilizó la presencia de 137 especies, no estando representada ninguna de ellas por más de un taxon de nivel inferior excepto *Lonicera implexa* L., para la que Laguna (1995) había reconocido previamente por su diferente aspecto morfológico, fenología y comportamiento local la f. *velutina* Pau y la var. *valentina* (Pau ex Willk.) Maire [basiónimo: *L. valentina* Pau]; la primera incluye a plantas de hojas menos coriáceas que las típicas subsp. *implexa*, con envés viloso-velutino en los pares de hojas medios y superiores; la segunda corresponde a plantas de baja talla, usualmente no vilosas, moderadamente coriáceas y con hojas pequeñas y numulariformes. Todos los táxones correspondían a especies puras excepto *Quercus* × *auzandrii* nothosubsp. *agrifolia* (*Q. coccifera* × *Q. ilex* subsp. *rotundifolia*) y *Q.* × *battandieri* (*Q. coccifera* × *Q. faginea*). De los 137 táxones, se consideraron regresivos 34 (24,82% del total), neutros 41 (29,92%) y 62 progresivos (45,26%) –ver anexo nº 1–. Los datos de frecuencia y cobertura media obtenidos para cada una de las especies se exponen en el anexo nº 2.

Los resultados generales de riqueza y cobertura solapada para cada año, con los promedios de las 10 parcelas, se expresan en la tabla nº 2 y se ilustran en la fig. nº 7. Para el caso del número de especies, los 3 estratos superiores exhiben un progresivo incremento de sus valores medios –sin merma de que sus diferencias interanuales pueden ser poco o no significativas–, pero no ocurre lo mismo con el estrato herbáceo y con el inventario unificado para los 4 estratos, que presenta un valor superior en el

Tabla 2. Datos medios y desviaciones típicas de la riqueza (número de táxones) y cobertura solapada obtenidos de los inventarios (n=10) para el inventario no diferenciado en estratos (multiestratificado) y para los correspondientes a cada uno de los 4 estratos en los 4 años de muestreo

	<i>Año</i>				<i>Variación 2014-1984</i>	
	<i>1984</i>	<i>1994</i>	<i>2004</i>	<i>2014</i>	<i>Neta</i>	<i>%Incr.</i>
Riqueza (Nº especies)						
Multiestratificado	40,2 +/- 4,984	49,3 +/- 7,703	48,1 +/- 6,887	45,1 +/- 4,280	4,9 +/- 5,907	12,19
Arbóreo	3,8 +/- 0,980	4,1 +/- 1,044	4,7 +/- 1,345	4,9 +/- 1,136	1,1 +/- 1,135	26,95
Subarbóreo	11,2 +/- 0,980	13,2 +/- 1,887	13,9 +/- 2,071	15,3 +/- 1,418	4,1 +/- 1,446	36,61
Arbustivo	13,3 +/- 2,002	17,7 +/- 2,722	17,8 +/- 1,470	18,3 +/- 1,792	5,0 +/- 2,683	37,59
Herbáceo	33,7 +/- 5,041	43,0 +/- 6,261	42,9 +/- 4,825	39,0 +/- 5,780	5,5 +/- 5,780	16,32
Cobertura solapada						
Multiestratificado	2,060 +/- 0,497	2,696 +/- 0,872	3,506 +/- 0,797	3,720 +/- 1,003	1,660 +/- 0,826	80,58
Arbóreo	0,714 +/- 0,311	0,871 +/- 0,423	1,184 +/- 0,412	1,356 +/- 0,489	0,642 +/- 0,241	89,91
Subarbóreo	0,521 +/- 0,242	0,920 +/- 0,308	1,306 +/- 0,415	1,419 +/- 0,440	0,898 +/- 0,419	172,36
Arbustivo	0,184 +/- 0,107	0,463 +/- 0,169	0,679 +/- 0,244	0,835 +/- 0,348	0,670 +/- 0,393	364,13
Herbáceo	0,849 +/- 0,268	1,268 +/- 0,501	1,737 +/- 0,382	1,723 +/- 0,468	0,874 +/- 0,431	102,94

En el número de especies se ha reducido el número de decimales en el valor medio, al corresponder cada dato al promedio de 10 valores enteros. En el bloque de columnas a la derecha se expresa la diferencia de los valores obtenidos entre 2014 y 1984, indicada en valor neto de riqueza o cobertura, como en porcentaje de incremento obtenido (%Incr.).

tramo intermedio, hacia 1994 y 2004. En todos los casos los valores medios al final del seguimiento, en 2014, son superiores a los de la etapa inicial en 1984. No ocurre así con la cobertura solapada, donde los datos ilustran una tendencia al incremento progresivo en todos los estratos y el inventario unificado –fig. nº 7–, con la excepción poco significativa del estrato herbáceo para la transición de 2004 a 2014, donde el valor alcanzado puede considerarse prácticamente estabilizado.

Las diferencias comportamentales se aprecian además con los valores obtenidos por el estadístico t para la comparación de los datos interdecenales de un mismo estrato, o en su caso los del inventario multiestratificado. Como puede observarse en la tabla nº 3, el distanciamiento es mayor en los datos de cobertura, en correspondencia con las gráficas, existiendo muy pocos casos donde las medias de muestreos sucesivos no sean significativamente distintas, y alcanzándose además unos valores de p marcadamente inferiores cuando se comparan los valores inicial y final de la serie temporal. Por el contrario, la misma tabla permite ver cómo los valores de la riqueza específica se incrementaron sustancialmente en el primer paso decenal –de 1984 a 1994–, y aunque en todos los ca-

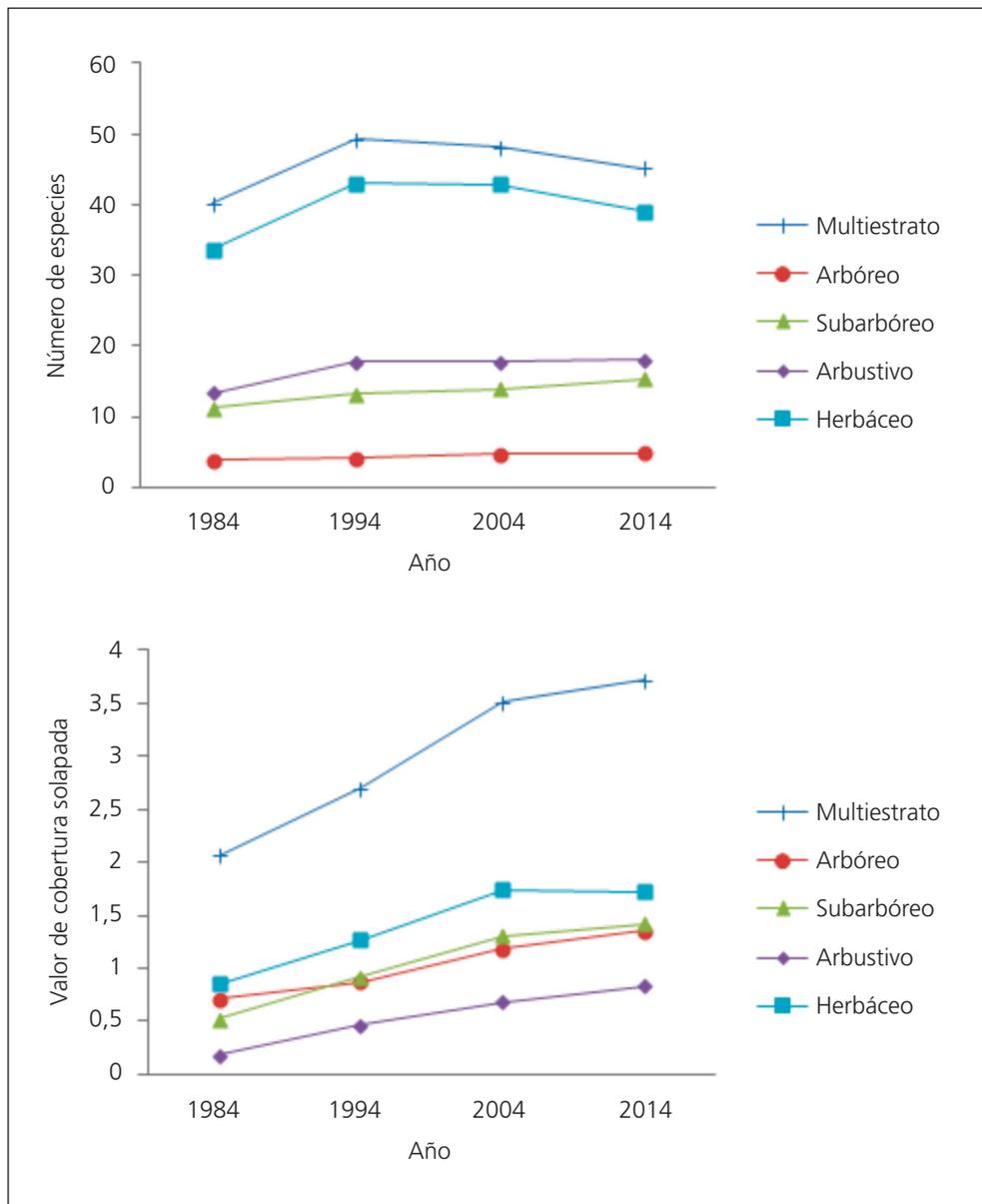


Figura 7. Representación de la evolución interdecenal del número de especies y del valor de cobertura solapada.

Tabla 3. Valores del estadístico t (n=10, gdl=9) para el contraste de la media de datos apareados entre los períodos de muestreo dentro de cada estrato y en el inventario multiestratificado

<i>Valores absolutos de t por estratos</i>	<i>1984 vs 1994</i>	<i>1994 vs 2004</i>	<i>2004 vs 2014</i>	<i>1984 vs 2014</i>
Riqueza (Nº especies)				
Multiestratificado	4,622**	0,739 n.s.	2,170 n.s.	2,489*
Arbóreo	1,964 n.s.	1,765 n.s.	1,000 n.s.	2,905*
Subarbóreo	4,243**	2,333*	2,941*	8,508****
Arbustivo	5,202***	0,111 n.s.	0,889 n.s.	5,590***
Herbáceo	4,411**	0,078 n.s.	3,422 **	2,751*
Cobertura solapada				
Multiestratificado	4,379**	7,061****	1,292 n.s.	6,346***
Arbóreo	2,861*	5,516***	2,379*	8,419****
Subarbóreo	6,545***	7,557****	1,259 n.s.	6,776****
Arbustivo	4,724***	4,094**	3,084**	5,394***
Herbáceo	3,830**	4,978***	0,168 n.s.	6,419***

Notación: Medias significativamente diferentes para los niveles p=0,05 (*), 0,01 (**), 0,001 (***) o 0,0001 (****). n.s.: Medias significativamente no diferentes al 95% o más de confianza.

Los hay diferencia significativa entre el número de especies inicial y final, tanto para cada estrato como para los inventarios completos, la mayoría de datos para los pasos intermedios –de 1994 a 2004 y de 2004 a 2014– no exhiben tales diferencias. Ello permite considerar que se tendería a un valor asintótico en el número de especies, pero no puede asegurarse con la misma determinación para el caso de la cobertura solapada.

4.2. Resultados con diferenciación de grupos sucesionales

Los valores observados para la riqueza y la cobertura diferenciando los grupos de especies regresivas (R), neutras (N) y progresivas (P) para la sucesión vegetal en la fresneda de flor, se muestran en la tab. nº 4. La única fila de la tabla con ausencia de datos es la de las especies del tipo N en el estrato arbóreo, ya que la reducida representación de especies de ese dosel estaba compuesta sólo por especies que se consideraron P o R. Los datos de la tabla nº 4 arrojan una información de particular interés, ya que mientras las especies del tipo P incrementan por cada decenio su número de especies y cobertura, tanto a nivel global como para cada estrato, en las de tipo R se observa claramente una dinámica inversa, demostrando el avance de la sucesión vegetal en los

Tabla 4. Datos equivalentes a los expresados en la tabla nº 3, pero referidos a los 3 tipos sucesionales de especies (regresivas: R; neutras: N; progresivas: P) tanto dentro de cada estrato como en los inventarios multiestratificados

	Año				Variación 2014-1984	
	1984	1994	2004	2014	Neta	%Incr.
Riqueza (Nº especies)						
Nº especies P						
Multiestratificado	17,0 +/- 3,232	27,7 +/- 4,809	34,0 +/- 5,164	35,1 +/- 3,247	18,1 +/- 5,646	105,89
Árboreo	2,7 +/- 0,675	3,0 +/- 0,816	4,0 +/- 1,414	4,5 +/- 1,179	1,8 +/- 0,919	66,67
Subarbóreo	8,4 +/- 0,966	10,5 +/- 1,509	11,8 +/- 1,476	13,4 +/- 0,966	5,0 +/- 1,491	59,52
Arbustivo	8,0 +/- 1,491	13,1 +/- 2,283	15,8 +/- 1,619	16,8 +/- 1,751	8,8 +/- 2,440	110,00
Herbáceo	14,2 +/- 3,553	25,9 +/- 4,557	32,2 +/- 4,709	31,4 +/- 2,989	17,2 +/- 5,160	121,13
Nº especies N						
Multiestratificado	10,9 +/- 2,767	12,6 +/- 2,914	10,2 +/- 2,821	7,8 +/- 2,044	-3,1 +/- 2,424	-28,44
Subarbóreo	1,8 +/- 0,789	1,9 +/- 0,876	1,6 +/- 0,843	1,5 +/- 0,707	-0,3 +/- 0,483	-16,67
Arbustivo	1,5 +/- 1,179	1,6 +/- 0,516	1,1 +/- 0,994	1,1 +/- 0,876	-0,4 +/- 1,350	-26,67
Herbáceo	10,0 +/- 2,494	11,7 +/- 2,751	8,8 +/- 2,700	6,6 +/- 2,271	-3,4 +/- 2,503	-34,00
Nº especies R						
Multiestratificado	12,3 +/- 3,020	8,9 +/- 1,663	3,8 +/- 1,135	2,2 +/- 1,033	-10,1 +/- 3,107	-82,11
Árboreo	1,0 +/- 0,667	1,1 +/- 0,738	0,7 +/- 0,483	0,4 +/- 0,516	-0,6 +/- 0,516	-60,00
Subarbóreo	1,0 +/- 0,667	0,9 +/- 0,738	0,5 +/- 0,707	0,4 +/- 0,516	-0,6 +/- 0,516	-60,00
Arbustivo	3,8 +/- 1,317	3,0 +/- 1,054	0,8 +/- 0,632	0,4 +/- 0,516	-3,4 +/- 1,578	-89,47
Herbáceo	9,2 +/- 1,989	4,4 +/- 1,524	1,9 +/- 0,994	0,9 +/- 0,316	-8,3 +/- 2,111	-90,22
Cobertura solapada						
Cobertura P						
Multiestratificado	1,603 +/- 0,576	2,263 +/- 0,765	3,174 +/- 0,721	3,456 +/- 0,915	1,853 +/- 0,576	115,60
Árboreo	0,680 +/- 0,294	0,838 +/- 0,391	1,178 +/- 0,408	1,351 +/- 0,484	0,671 +/- 0,274	98,68
Subarbóreo	0,452 +/- 0,250	0,814 +/- 0,289	1,190 +/- 0,380	1,313 +/- 0,402	0,861 +/- 0,407	190,49
Arbustivo	0,139 +/- 0,119	0,429 +/- 0,162	0,648 +/- 0,238	0,820 +/- 0,322	0,681 +/- 0,364	489,93
Herbáceo	0,524 +/- 0,275	1,005 +/- 0,417	1,522 +/- 0,380	1,575 +/- 0,436	1,051 +/- 0,432	200,57
Cobertura N						
Multiestratificado	0,274 +/- 0,143	0,318 +/- 0,156	0,289 +/- 0,123	0,252 +/- 0,133	-0,022 +/- 0,088	-8,03
Subarbóreo	0,054 +/- 0,065	0,096 +/- 0,083	0,110 +/- 0,083	0,105 +/- 0,073	0,052 +/- 0,055	96,30
Arbustivo	0,006 +/- 0,016	0,002 +/- 0,001	0,021 +/- 0,035	0,033 +/- 0,071	0,027 +/- 0,075	450,00
Herbáceo	0,217 +/- 0,126	0,228 +/- 0,131	0,184 +/- 0,081	0,147 +/- 0,086	-0,070 +/- 0,098	-322,58

Tabla 4. Datos equivalentes a los expresados en la tabla nº 3, pero referidos a los 3 tipos sucesionales de especies (regresivas: R; neutras: N; progresivas: P) tanto dentro de cada estrato como en los inventarios multiestratificados (continuación)

	Año				Variación 2014-1984	
	1984	1994	2004	2014	Neta	%Incr.
Cobertura solapada						
Cobertura R						
Multiestratificado	0,182 +/- 0,124	0,115 +/- 0,089	0,043 +/- 0,039	0,012 +/- 0,021	-0,170 +/- 0,115	-93,41
Arbóreo	0,033 +/- 0,070	0,033 +/- 0,070	0,006 +/- 0,016	0,005 +/- 0,016	-0,028 +/- 0,056	-84,85
Subarbóreo	0,016 +/- 0,024	0,011 +/- 0,021	0,005 +/- 0,016	0,0004 +/- 0,0005	-0,015 +/- 0,024	-93,75
Arbustivo	0,038 +/- 0,033	0,032 +/- 0,025	0,011 +/- 0,021	0,0004 +/- 0,0005	-0,038 +/- 0,033	-100,00
Herbáceo	0,108 +/- 0,084	0,039 +/- 0,024	0,022 +/- 0,025	0,006 +/- 0,015	-0,102 +/- 0,082	-94,44

No se registraron especies N en el estrato arbóreo. Excepcionalmente, por el bajo valor registrado, los promedios de cobertura solapada inferiores a 0,001 y sus respectivas desviaciones se han expresado con 4 decimales.

términos que serían previsible conforme al conocimiento fitosociológico. Las especies del tipo N tienen un comportamiento intermedio, aunque en lo relativo al número de especies presentan una clara dinámica regresiva.

Estos mismos datos quedan claramente corroborados por los valores del estadístico t al comparar los datos apareados de los diferentes grupos sucesionales dentro de un mismo estrato y para un mismo año –tabla nº 5–. Al resultar más representativo el contraste entre la evolución de las especies progresivas (P) y regresivas (R), la tabla nº 3 se ha restringido a expresar sólo esos resultados. Nótese que al poseer todas las comparaciones el mismo número de muestras (n = 10 inventarios) y grados de libertad (g.d.l. = 9) la magnitud del valor t nos aproxima al concepto de distancia entre los valores de los grupos de especies progresivas y regresivas. Para todas las series de datos contrastadas, se han encontrado diferencias significativas entre P y R tanto para la riqueza como para la cobertura, pero mientras en la primera dichas diferencias son crecientes con el paso de los decenios, en la cobertura se ve un estancamiento final e incluso un descenso ligero de los valores del estadístico t.

Los resultados obtenidos corroboran la existencia de una evolución aparente dentro de la vegetación, a la que deben añadirse algunos aspectos derivados de las observaciones en campo, no extraíbles de la información sintética aquí aportada, a saber:

- La progresiva abundancia y acumulación de troncos caídos de ejemplares de *Pinus*, particularmente para la especie *P. halepensis*, subsecuente a la muerte de ejemplares de mayor edad que murieron por muerte natural o por efecto de temporales.

Tabla 5. Valores del estadístico t (n=10, gdl=9) para el contraste de la media de datos apareados entre los grupos sucesionales P y R dentro de cada estrato y en el inventario multiestratificado

Valores absolutos de t por estratos	1984	1994	2004	2014
Riqueza (Nº especies)				
Multiestratificado	2,952*	13,940****	20,810****	29,640****
Arbóreo	6,530****	5,460***	6,659****	9,462****
Subarbóreo	15,540****	17,090****	23,910****	32,960****
Arbustivo	6,874****	13,300****	23,720****	29,190****
Herbáceo	3,617**	15,370****	23,160****	30,420****
Cobertura solapada				
Multiestratificado	6,910****	8,996****	13,530****	12,020****
Arbóreo	6,974****	6,868****	9,160****	8,859****
Subarbóreo	5,563***	8,793****	9,913****	10,320****
Arbustivo	2,408*	7,927****	8,390****	8,058****
Herbáceo	4,050**	7,418****	12,110****	11,450****

Notación: Medias significativamente diferentes para p=0,05 (*), 0.01 (**), 0,001 (***) o 0,0001 (****).

Cabe recordar que la zona se repobló a principios del siglo XX con estas especies, por lo que los ejemplares más ancianos que quedan alcanzan ya edades para las que suele ser esperable la muerte natural en masas cerradas en la zona valenciana.

- La reducción creciente de presencia y cobertura de las especies regresivas más relevantes en el estrato arbóreo, en particular las de *Pinus halepensis* y *P. pinaster* subsp. *escarena*, frente a las progresivas como *Q. faginea* y *Q. ilex* subsp. *rotundifolia*. La tabla nº 6 muestra los valores presentados por estas 4 especies en el estrato arbóreo, y la fig. nº 8 permite visualizar mediante gráficas estos mismos datos.

5. Discusión

Los datos recogidos, sintetizados a través de dos indicadores –riqueza específica y cobertura solapada– evidencian una progresiva evolución de la vegetación donde, con matices puntuales en algunos casos de estratos o de paso entre decenios, tiende a generarse un incremento de ambas variables. La riqueza en especies tiende a presentar ya un ligero descenso en los muestreos más recientes –fig. nº 7–, lo que podría indicar ya una estabilización propia del paso desde la fresneda hasta la etapa final espe-

Tabla 6. Datos de la evolución de las especies más representativas del grupo R (*Pinus halepensis* y *P. pinaster* subsp. *escarena*) y del grupo P (*Quercus faginea* y *Q. ilex* subsp. *rotundifolia*) en el estrato arbóreo de las 10 parcelas estudiadas

	1984	1994	2004	2014
Nº inventarios con presencia				
<i>Pinus halepensis</i>	7	7	4	2
<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>escarena</i>	4	4	3	2
<i>Quercus faginea</i>	1	2	5	6
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>rotundifolia</i>	2	3	7	10
Cobertura media (en %)				
<i>Pinus halepensis</i>	2,790 +/- 5,562	2,790 +/- 5,562	0,530 +/- 1,571	0,510 +/- 1,578
<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>escarena</i>	0,530 +/- 1,571	0,540 +/- 1,571	0,030 +/- 0,048	0,020 +/- 0,042
<i>Quercus faginea</i>	0,500 +/- 1,581	0,510 +/- 1,578	2,280 +/- 5,571	3,270 +/- 5,521
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>rotundifolia</i>	0,020 +/- 0,042	1,010 +/- 2,103	2,030 +/- 2,556	6,520 +/- 6,123

A fin de evitar el exceso de decimales en la tabla, la cobertura media se ha expresado como porcentaje -multiplicando por 100 el valor de cobertura de Tüxen-Ellenberg equivalente al grado de abundancia-dominancia fitosociológica.

table de encinar con fresno de flor. El mayor repunte de esta variable en muestreos intermedios es fácilmente justificable porque en esos momentos se alcanza la situación en la que, sin producirse aún un colapso severo de las especies regresivas de la comunidad vegetal, ya empieza a haber suficiente representación de las progresivas, y hay una carga significativa de especies neutras –ver tab. nº 4-; en los años siguientes los grupos N y R sufren un descenso progresivo, especialmente a partir de 2004. Para la cobertura solapada los valores son similares aunque los ritmos de descenso de valores en N y R no resulten aparentemente tan acusados, e incluso para algunos de los estratos se dé un ligero incremento de coberturas –resultado del crecimiento vegetativo de las especies neutras de implantación tardía, pero sin que se de en paralelo un aumento del número de especies de ese grupo.

Los valores obtenidos para la comparación de dinámicas interdecenales entre las especies más significativas de *Pinus* (tipo R) y *Quercus* (tipo P) en el estrato arbóreo – tab. nº 6 y fig, nº 8-, demuestran además un avance en el proceso sucesional, aunque para el tiempo transcurrido entre los muestreos inicial y final –30 años-, no puede hablarse

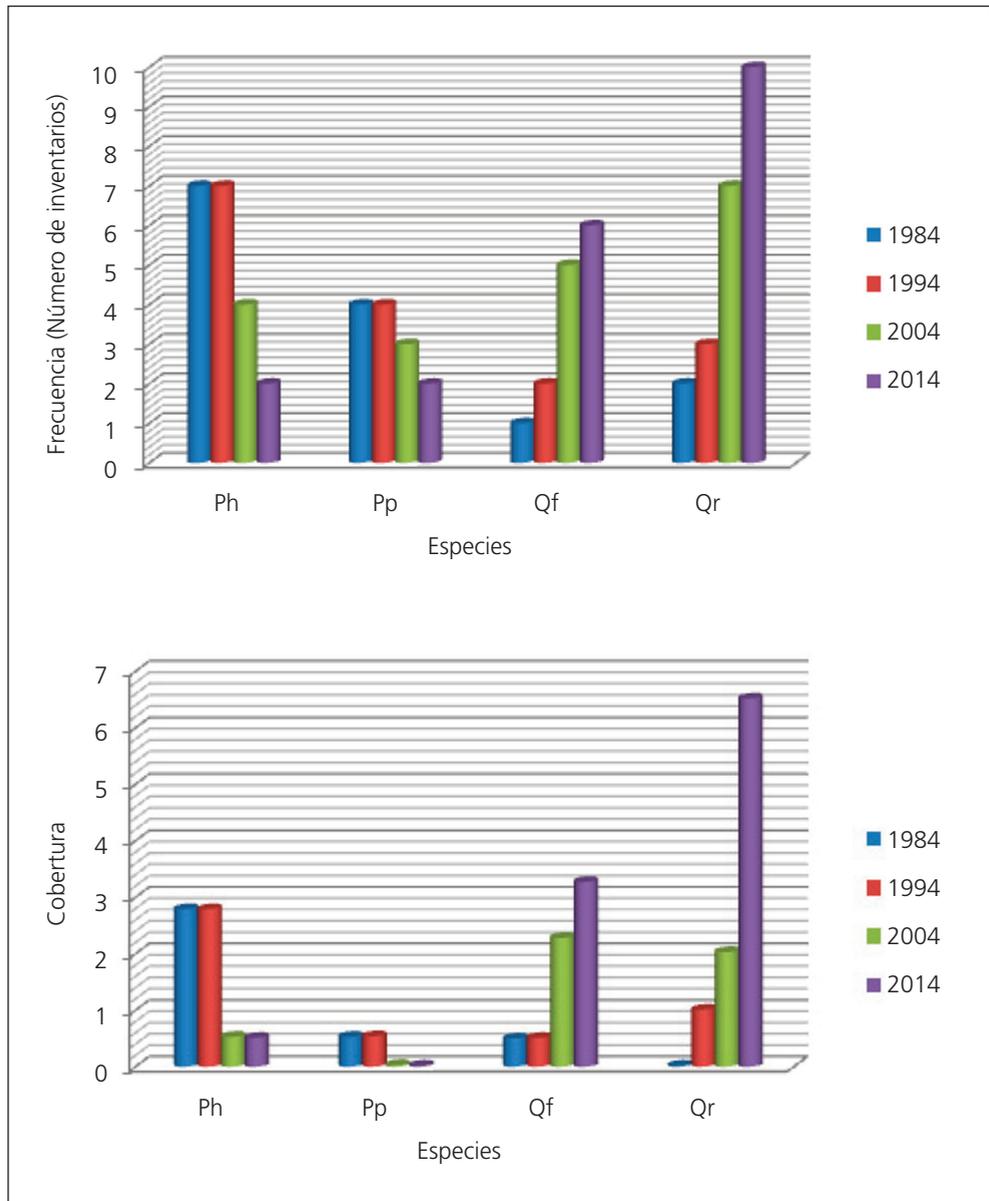


Figura 8. Valores de la frecuencia (número de inventarios con presencia, sobre n=10) y cobertura media (expresada en %) en el estrato arbóreo para los 4 años de toma de datos, de las especies más representativas de los grupos sucesionales regresivo (Ph: *Pinus halepensis*, Pp: *Pinus pinaster* subsp. *escarena*) y regresivo (Qf: *Quercus faginea*, Qr: *Q. ilex* subsp. *rotundifolia*).

de una sucesión vegetal rápida, lo que en parte podría justificarse por la escasa producción y dispersión local de frutos de las especies de *Quercus* (E. Laguna, obs. pers.). Los datos tampoco permiten considerar que se entra ya en la fase del encinar propiamente dicho, ya que la cobertura media de *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia* para las 10 parcelas en el último año de muestreo sólo alcanza el 6,5%, cuando lo óptimo sería alcanzar el 50% —es decir, que la encina fuera claramente dominante— o al menos el equivalente al valor 3 de abundancia-dominancia (37,50%) compensando la diferencia hasta ese 50% la cobertura de *Q. faginea*. No obstante, el colapso de las especies regresivas resulta evidente y como simple ejemplo bastaría comparar las sumas de valores de las 2 especies de *Pinus* y su equivalente de *Quercus* para los 2 parámetros indicados; de una proporción *Pinus* vs. *Quercus* con valor 11 vs. 3 para la frecuencia en 1984 se pasa a 4 vs. 16 en 2014, y si lo analizado son las coberturas, se pasa de 3,32 vs. 0,52 a 0,53 vs. 9,79.

Los resultados obtenidos pueden permitir análisis más detallados o aplicados a otros métodos, especialmente aquellos que pueden aplicarse para prever la evolución de la vegetación. En este aspecto, y considerando algunas innovaciones aquí abarcadas como la diferenciación entre grupos de especies en función de su valor como indicadores de etapas concretas de dicha evolución, pueden aplicarse al testado de la efectividad del método “interactividad Fitoindicación/Fitoacción” propuesto por Meaza y Cuesta (2010) y Gómez Montblanch y Meaza (2010), abreviado con el acrónimo Fi/Fa, que se ha aplicado hasta ahora a diversos tipos de comunidades arbóreas, directamente (Meaza *et al.*, 2011; Gómez Montblanch y Meaza, 2011), o combinado con otras metodologías como ocurre con el método de Gentry para la estimación de la estructura de comunidades vegetales leñosas (Gómez Montblanch *et al.*, 2010; Gómez Montblanch y Meaza, 2013) o el de los valores indicadores de Ellenberg (Gómez Montblanch *et al.*, 2014).

Agradecimientos

Al Instituto de Estudios Comarcales Hoya de Buñol-Chiva por permitir la reproducción de los dibujos y mapas, extraídos parcialmente de la obra de Laguna (1997); id. al Servicio de Vida Silvestre de la Generalitat Valenciana por el permiso de reproducción de dibujo de Laguna (1990). A los Dres. Miguel Guara y Rafael Currás (Depto. de Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universitat de València) por su asesoramiento en el desarrollo de los primeros muestreos de las parcelas de la zona de estudio.

Bibliografía

- Ballester, G. y Stübing, G., 1990. *Sierra del Carrascal de Alcoi: Flora y vegetación*. Alicante, Caja de Ahorros Provincial de Alicante.
- Braun-Blanquet, J., 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid, Blume.

- Cardona, M.A., 1980. *Funcionalisme i ecologia d'algunes comunitats vegetals barcelonines*. Barcelona, Institut d'Estudis Catalans.
- Castroviejo, S. (coord. edit.), 1986-2014. *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. 19 vols, Madrid, CSIC-Real Jardín Botánico.
- Costa, M., 1986. *La vegetación del País Valenciano*. Valencia, Universitat de València.
- Costa, M., 1999. *La vegetación y el paisaje en las tierras valencianas*. Madrid, Rueda.
- Costa, M., Peris, J.B. y Stübing, G., 1987. *Hedero belicis-Quercetum rotundifoliae*. Una nueva serie de vegetación valenciano-tarraconense. *Lazaroo*, 7, 85-91.
- Gómez Montblanch, D.C. y Meaza, G., 2010. Nueva perspectiva metodológica en la investigación biogeográfica-geodinámica: La propuesta evaluativa FI/FA. En Giménez, P., Marco, J.A., Matarredona, E., Padilla, A. y Sánchez Pardo, A. (eds.). *Biogeografía, una ciencia para la conservación del medio*, Alicante, Universidad de Alicante, p. 81-90.
- Gómez Montblanch, D.C. y Meaza, G., 2011. Interactividad fitoindicación /fitoacción. Aplicación en fresnedas de los ríos Cerneja (Burgos) y Guadaíra (Sevilla). *Lurralde: Investigación y Espacio*, 33, 15-36.
- Gómez Montblanch, D.C. y Meaza, G., 2013. Funcionalidad geoecológica del tarajal del Arroyo del Aceitero (Alto Guadaíra, Sevilla). *Lurralde: Investigación y Espacio*, 36: 51-66.
- Gómez Montblanch, D., Meaza, G. y Cámara, R., 2010. Aplicación del método FI/FA al bosque de ribera del arroyo de la Madre (Cuenca del Guadaíra, Sevilla). En Giménez, P., Marco, J.A., Matarredona, E., Padilla, A. y Sánchez Pardo, A. (eds.). *Biogeografía, una ciencia para la conservación del medio*, Alicante, Universidad de Alicante, p. 233-244.
- Gómez Montblanch, D., Laguna, E. y Meaza, G., 2014. Caracterización geoecológica de comunidades vegetales a partir de valores indicadores de Ellenberg y del método Fitoindicación/Fitoacción. Ensayo de aplicación en los tarajales del Arroyo Aceitero (Cuenca del Guadaíra, Sevilla). *Geographicalia*, 65, 87-114.
- Hammer, Ø., 2014. *PAST 3.x – the Past of the future*. Paquete estadístico, Oslo, University of Oslo, Natural History Museum, <http://folk.uio.no/ohammer/past/index.html> (Consulta: 10.11.2014).
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. y Ryan, P.D., 2001. PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica* 4(1): 1-9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm (Consulta: 10.11.2014).
- IUSS Grupo de Trabajo WRB., 2007. *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007*. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos nº 103. Roma, FAO.
- Laguna, E., 1990. Bases para la gestión de los carrascales valencianos, III. Tiempos y espacios para la revegetación y aspectos ecofisiológicos básicos. *Medi Natural*, 2, 67-78.
- Laguna, E., 1995. *Fenología de la flora y vegetación de la serie del carrascal basófilo mesomediterráneo en la umbría del Fresnal de Buñol (Sierra de Malacara, Valencia)*. Valencia, Universitat de València, Servei de Publicacions, Serie Tesis Doctorales en Microfichas, nº 055-21.
- Laguna, E., 1997. *Vegetación y flora de la Umbria del Fresnal (Sierra de Malacara, Hoya de Buñol-Chiva)*. Buñol (Valencia), Instituto de Estudios Comarcales Hoya de Buñol-Chiva.

- Laguna, E., 2012. El método fitosociológico aplicado al seguimiento de la evolución de la flora en espacios protegidos: el caso de *Limonium dufourii* en la microrreserva de flora 'Cap de Cullera' (Valencia). En Cunill, R., Pélachs, A., Pérez-Obiol, R. y Soriano, J.M. (eds.). *Las zonas de montaña: Gestión y Biodiversidad. VII Congreso Español de Biogeografía*. Barcelona, Universitat Autònoma de Barcelona, Departament de Geografia, p. 262-268.
- Laguna, E. y Pérez Rocher, B., 1998. La vegetación potencial de la Sierra de Malacara (Hoya de Buñol-Chiva). *Revista de Estudios Comarcales Hoya de Buñol-Chiva*, 3, 243-250.
- Laguna, E. y Ferrer-Gallego, P.P., 2015. Propuestas de aplicación de los índices de diversidad para usos taxonómicos, fitosociológicos y listas rojas de flora amenazada. *Flora Montiberica*, 60, 18-31.
- Mateo, G. y Crespo, M.B., 2014. *Claves ilustradas para la flora valenciana*. Jaca, Jolube Consultor y Editor Botánico. Jaca.
- Mateo, G., Crespo M.B. y Laguna, E. (eds.), 2011-2015. *Flora Valentina*. 3 vols. Valencia, Fundación de la Comunidad Valenciana para el Medio Ambiente.
- Meaza, G. y Cuesta, M.J., 2010. Fitoindicación/fitoacción ambiental y territorial. Ensayo de aplicación en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (País Vasco). *Boletín de la AGE*, 54, 99-123.
- Meaza, G., Alonso, M., García Codrón, J.C., García Abad, J.J., Gómez Montblanch, D.C., Gurrutxaga, M.; López, D. y Represa, A., 2011. Aplicación de la metodología fitoindicación/fitoacción a diversas comunidades vegetales del entorno de Espinosa de los Monteros (Burgos). En Cadiñanos, J.A., Lozano, P.J., Gurrutxaga, M., Varela, R., Fernández Perianes, P., Lozano, M.A. y Martínez Montecello, A. (coord.). *Paisajes de transición y gradientes biogeográficos*. Bilbao, Universidad del País Vasco, Servicio Editorial, p. 97-115.
- Ozenda, P., 1964. *Biologie Végétale: Biogéographie Végétale*. Paris, Doin.
- Pintó, J., Meaza, G. y Beltrán, E., 2000. Dinámica de la vegetación. En Meaza, G. (coord.). *Metodología y práctica de la Biogeografía*. Barcelona, Ediciones del Serbal, p. 147-197.
- Rivas-Martínez, S., 2007. Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España [Memoria del Mapa de Vegetación Potencial de España, parte 1]. *Itinera Geobotanica* n.s., 17, 1-436.
- Rivas-Martínez, S., Díaz, T.E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousa, M. y Penas, A., 2001. Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001, Part I. *Itinera Geobotanica*, 15(1), 5-432.
- Sokal, R.R. y Rohlf, F.J., 1994. *Biometry: The principles and practices of statistics in biological research* (3ª ed.). Nueva York, W.H. Freeman.

Anexo 1. Relación de especies y asignación a grupos sucesionales

Regresivas (R): *Asphodelus ramosus*, *Biscutella stenophylla* subsp. *stenophylla*, *Brachypodium retusum*, *Centaurea setabensis*, *Cuscuta epithymum*, *Daphne gnidium*, *Dorycnium pentaphyllum pentaphyllum*, *Echinops ritro*, *Erica multiflora*, *Eryngium campestre*, *Euphorbia characias*, *E. flavicoma*, *E. nicaeensis*, *Genista scorpius*, *Helianthemum croceum cavanillesianum*, *H. rotundifolium*, *Helichrysum italicum* subsp. *serotinum*, *Helictotrichon filifolium*, *Juniperus phoenicea*, *Lavandula latifolia*, *Lithodora fruticosa*, *Phlomis crinita*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster escaarena*, *Rosmarinus officinalis*, *Rostraria cristata*, *Sanguisorba verrucosa*, *Satureja intricata* subsp. *gracilis*, *Sedum sediforme* subsp. *sediforme*, *Sideritis incana*, *Staehelina dubia*, *Thymus pipere-lla*, *Th. vulgaris* subsp. *vulgaris*, *Ulex parviflorus*.

Neutras (N): *Anethum graveolens*, *Aphyllanthes monspeliensis*, *Aristolochia pistolochia*, *Aster sedifolius*, *Avenula bromoides*, *Bupleurum frutescens*, *Bupleurum rigidum*, *Carex halleriana*, *Centaureum quadrifolium*, *Clinopodium alpinum* subsp. *meridionalis*, *Coronilla minima* subsp. *lotoides*, *Crepis albida* subsp. *scorzoneroides*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, *Dictamnus hispanicus*, *Erinacea anthyllis*, *Erophila verna*, *Erysimum gomezcampoi*, *Ficus carica*, *Galium maritimum*, *G. parisiense*, *G. setaceum*, *Globularia linifolia* subsp. *linifolia*, *Guillonea scabra*, *Hornungia petraea*, *Hypericum perforatum*, *Juniperus oxycedrus*, *Knautia subscaposa*, *Lathyrus pulcher*, *Linum narbonense*, *Melica minuta* subsp. *minuta*, *Ophrys arnoldii*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia terebinthus*, *Quercus coccifera*, *Ranunculus gramineus*, *Rhamnus oleoides* subsp. *angustifolia*, *Rubia peregrina* subsp. *peregrina*, *Scabiosa turolensis*, *Teucrium chamaedrys* subsp. *pinnatifidum*, *Thalictrum tuberosum*, *Vicia sativa* subsp. *nigra*.

Progresivas (P): *Acer opalus* subsp. *granatense*, *Adonis vernalis*, *Amelanchier ovalis*, *Arabis planisiliqua*, *Arbutus unedo*, *Aristolochia paucinervis*, *Arbenatherum elatius* subsp. *sardoum*, *Asparagus acutifolius*, *Brachypodium phoenicoides*, *Bunium balearicum*, *Cardamine hirsuta*, *Carex flacca* subsp. *serrulata*, *C. humilis*, *Catananche coerulea*, *Cephalanthera damasonium*, *Conopodium arvense*, *Crataegus monogyna*, *Teline patens* (= *Cytisus patens*), *Festuca arundinacea* subsp. *fenas*, *F. capillifolia*, *Filipendula vulgaris*, *Fraxinus ornus*, *Geranium prupureum*, *Hedera helix* subsp. *rhizomatifera*, *Inula conyza*, *I. belenioides*, *Leucanthemum gracilicaule*, *Lonicera implexa* f. *velutina*, *L. implexa* var. *valentina*, *Ononis aragonensis*, *Orobanche hederae*, *Osyris alba*, *Pimpinella espanensis*, *P. tragiium* subsp. *litophila*, *Piptatherum paradoxum*, *Poa compressa*, *P. pratensis*, *Prunella laciniata*, *Quercus faginea*, *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia*, *Quercus* × *auzandrii* nothosubsp. *agrifolia*, *Q. × battandieri*, *Rhamnus alaternus*, *Rosa agrestis*, *R. micrantha*, *R. pouzinii*, *Rubus ulmifolius*, *Ruscus aculeatus*, *Saponaria ocymoides*, *Scrophularia tanacetifolia*, *Smilax aspera*, *Stachys heraclea*, *Tanacetum corymbosum*, *Thlaspi perfoliatum*, *Th. stenopterum*, *Viburnum tinus*, *Vicia onobrychioides*, *V. villosa*, *Viola alba*, *V. kitaibeliana*, *V. riviniana*, *V. rupestris*.

Anexo 2. Valores de frecuencia y cobertura media obtenidos para cada una de las 137 especies presentes en los inventarios. La frecuencia expresa el número de inventarios en que la especie está presente. La cobertura se expresa como el promedio del valor de cobertura media (en porcentaje) de Tüxen-Ellenberg de los 10 inventarios. Sobreimpresionados en las frecuencias, en fondo gris oscuro se resaltan los casos con presencia en al menos el 50% de los inventarios; en gris claro, presencia en al menos el 30%. En las coberturas, en gris oscuro, casos con coberturas medias iguales o superiores al 10%; en gris claro, id. al 5%.

Especies	Frecuencia (nº inventarios)				Cobertura media (%)			
	1984	1994	2004	2014	1984	1994	2004	2014
<i>Acer opalus granatensis</i>	5	7	6	7	11,50	13,50	16,76	24,76
<i>Adonis vernalis</i>	1	1	1	0	0,01	0,01	0,01	0,00
<i>Amelanchier ovalis</i>	9	10	10	10	5,26	10,26	13,25	12,01
<i>Anethum graveolens</i>	1	0	0	0	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	4	4	4	2	0,04	0,04	0,04	0,02
<i>Arabis planisiliqua</i>	0	0	1	2	0,00	0,00	0,01	0,02
<i>Arbutus unedo</i>	3	4	4	4	0,03	0,52	1,01	0,53
<i>Aristolochia paucinervis</i>	1	2	2	2	0,01	0,02	0,02	0,02
<i>Aristolochia pistolochia</i>	1	1	2	0	0,01	0,01	0,02	0,00
<i>Arrhenatherum elatius sardoum</i>	9	10	10	10	2,54	3,53	7,50	7,01
<i>Asparagus actifolius</i>	5	7	9	9	1,52	1,54	1,06	2,54
<i>Asphodelus ramosus</i>	7	6	1	0	1,05	0,55	0,01	0,00
<i>Aster sedifolius</i>	0	1	1	0	0,00	0,01	0,01	0,00
<i>Avenula bromoides</i>	3	4	3	2	0,03	0,04	0,03	0,02
<i>Biscutella stenophylla stenophylla</i>	4	0	0	0	0,04	0,00	0,00	0,00
<i>Brachypodium phoenicoides</i>	10	10	10	10	17,75	21,75	22,25	21,00
<i>Brachypodium retusum</i>	10	10	10	9	7,01	3,04	2,06	0,58
<i>Bunium balearicum</i>	0	0	1	2	0,00	0,00	0,01	0,02
<i>Bupleurum frutescens</i>	5	3	1	0	0,54	0,03	0,01	0,00
<i>Bupleurum rigidum</i>	7	6	6	4	3,28	0,55	0,55	0,04
<i>Cardamine hirsuta</i>	0	1	1	1	0,00	0,01	0,01	0,01
<i>Carex flacca serrulata</i>	6	7	7	7	4,25	3,77	2,03	1,05
<i>Carex balleriana</i>	9	9	9	10	4,77	5,26	5,75	6,51

Especies	Frecuencia (n° inventarios)				Cobertura media (%)			
	1984	1994	2004	2014	1984	1994	2004	2014
<i>Carex humilis</i>	6	8	10	10	3,76	5,52	6,03	6,79
<i>Catananche caerulea</i>	1	7	5	3	0,01	0,07	0,55	0,52
<i>Centaurea setabensis</i>	1	0	0	0	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Centaureum quadrifolium</i>	1	0	0	0	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Cephalanthera damasonium</i>	0	0	0	1	0,00	0,00	0,00	0,01
<i>Clinopodium alpinum meridionalis</i>	0	1	0	0	0,00	0,01	0,00	0,00
<i>Conopodium arvense</i>	0	1	0	4	0,00	0,01	0,00	0,53
<i>Coronilla minima lotoides</i>	2	1	0	0	0,02	0,01	0,00	0,00
<i>Crataegus monogyna</i>	2	7	8	9	0,51	1,01	2,01	2,54
<i>Crepis albida scorzoneroides</i>	1	2	3	3	0,50	0,02	0,03	0,03
<i>Cuscuta epithymum</i>	0	1	0	0	0,00	0,01	0,00	0,00
<i>Cytisus heterochrous (=Teline patens)</i>	10	10	10	10	20,25	32,00	31,50	21,50
<i>Dactylis glomerata hispanica</i>	1	2	2	0	0,01	0,02	0,02	0,00
<i>Daphne gnidium</i>	8	8	2	0	0,08	0,08	0,02	0,00
<i>Dictamnus hispanicus</i>	1	1	1	1	0,01	0,01	0,01	0,01
<i>Dorycnium pentaphyllum pentaphyllum</i>	2	2	0	0	0,02	0,02	0,00	0,00
<i>Echinops ritro</i>	3	2	0	0	0,03	0,02	0,00	0,00
<i>Erica multiflora</i>	5	3	0	0	1,03	1,03	0,00	0,00
<i>Erinacea anthyllis</i>	2	3	3	2	1,00	0,52	0,03	0,02
<i>Erophila verna</i>	0	2	2	1	0,00	0,02	0,02	0,01
<i>Eryngium campestre</i>	2	0	0	0	0,02	0,00	0,00	0,00
<i>Erysimum gomezcampoi</i>	1	2	0	0	0,01	0,02	0,00	0,00
<i>Euphorbia characias</i>	0	1	1	1	0,00	0,01	0,01	0,01
<i>Euphorbia flavicoma</i>	5	2	0	0	0,05	0,02	0,00	0,00
<i>Euphorbia nicaeensis</i>	2	2	0	0	0,02	0,02	0,00	0,00
<i>Festuca arundinacea fenas</i>	3	8	8	9	1,50	1,55	3,02	1,56
<i>Festuca capillifolia</i>	3	7	9	9	2,75	3,28	5,53	6,29
<i>Ficus carica v. caprificus</i>	1	1	1	1	0,01	0,01	0,01	0,01
<i>Filipendula vulgaris</i>	0	1	1	1	0,00	0,01	0,01	0,01
<i>Fraxinus ornus</i>	10	10	10	10	32,75	43,50	67,50	67,50

Especies	Frecuencia (nº inventarios)				Cobertura media (%)			
	1984	1994	2004	2014	1984	1994	2004	2014
<i>Galium maritimum</i>	2	2	3	5	0,02	1,76	0,52	0,54
<i>Galium parisiense</i>	4	5	4	2	0,04	0,05	0,53	0,02
<i>Galium setaceum</i>	0	0	1	0	0,00	0,00	0,01	0,00
<i>Galium valentinum</i>	3	1	0	0	0,03	0,01	0,00	0,00
<i>Genista scorpius</i>	1	1	0	0	0,01	0,01	0,00	0,00
<i>Geranium purpureum</i>	3	7	9	9	2,26	4,04	4,55	3,79
<i>Globularia linifolia linifolia</i>	3	2	0	0	0,03	0,02	0,00	0,00
<i>Guillonea scabra</i>	2	5	4	1	0,51	0,05	0,04	0,01
<i>Hedera helix rhizomatifera</i>	8	10	10	10	23,25	25,26	29,50	38,50
<i>Helianthemum croceum cavamillesianum</i>	1	0	0	0	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Helianthemum rotundifolium</i>	3	0	0	0	0,52	0,00	0,00	0,00
<i>Helichrysum italicum serotinum</i>	1	0	0	0	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Helictotrichon filifolium</i>	5	4	3	0	0,54	0,04	0,03	0,00
<i>Hornungia petraea</i>	0	1	1	1	0,00	0,01	0,01	0,01
<i>Hypericum perforatum</i>	1	2	0	0	0,01	0,02	0,00	0,00
<i>Inula conyza</i>	1	3	3	2	0,01	0,03	0,03	0,02
<i>Inula belenioides</i>	3	3	3	6	0,52	0,52	0,52	0,06
<i>Juniperus oxycedrus</i>	6	5	4	2	0,54	0,54	0,53	0,02
<i>Juniperus phoenicea</i>	7	6	4	3	1,54	1,04	0,53	0,03
<i>Knautia subscaposa</i>	0	0	2	0	0,00	0,00	0,02	0,00
<i>Lathyrus pulcher</i>	2	6	5	4	1,00	1,04	0,54	0,04
<i>Lavandula latifolia</i>	7	4	0	0	0,07	0,04	0,00	0,00
<i>Leucanthemum gracilicaule</i>	0	2	4	3	0,00	0,02	0,53	0,53
<i>Linum narbonense</i>	1	1	0	0	0,01	0,01	0,00	0,00
<i>Litbodora fruticosa</i>	2	0	0	0	0,02	0,00	0,00	0,00
<i>Lonicera implexa f. velutina</i>	5	5	7	6	1,79	2,77	2,77	2,02
<i>Lonicera implexa v. valentina</i>	7	9	10	10	1,05	3,03	5,76	7,50
<i>Melica minuta minuta</i>	3	5	3	3	1,01	0,05	0,03	0,03
<i>Ononis aragonensis</i>	4	6	7	7	4,01	5,01	3,76	2,52
<i>Opbrys arnoldii</i>	1	1	1	0	0,01	0,01	0,01	0,00

Especies	Frecuencia (n° inventarios)				Cobertura media (%)			
	1984	1994	2004	2014	1984	1994	2004	2014
<i>Orobanche hederae</i>	0	0	4	3	0,00	0,00	0,04	1,50
<i>Osyris alba</i>	1	3	3	4	0,01	0,03	0,03	0,04
<i>Pblomis crinita</i>	1	1	0	0	0,01	0,01	0,00	0,00
<i>Pimpinella espanensis</i>	0	1	2	1	0,00	0,01	0,02	0,01
<i>Pimpinella tragiium litophila</i>	0	0	0	1	0,00	0,00	0,00	0,01
<i>Pinus halepensis</i>	7	7	4	2	2,79	2,79	0,53	0,51
<i>Pinus pinaster escarena</i>	4	4	3	2	0,53	0,53	0,03	0,02
<i>Piptatherum paradoxum</i>	1	5	9	10	0,50	0,54	2,54	2,55
<i>Pistacia terebinthus</i>	1	1	1	2	0,01	0,01	0,50	0,51
<i>Poa compressa</i>	3	5	9	10	2,75	4,02	5,04	3,80
<i>Poa pratensis</i>	0	1	1	3	0,00	0,50	0,50	0,03
<i>Prunella laciniata</i>	0	0	1	1	0,00	0,00	0,01	0,01
<i>Quercus coccifera</i>	10	10	10	10	4,78	9,02	10,00	10,00
<i>Quercus faginea</i>	3	7	8	10	0,50	1,05	2,28	4,28
<i>Quercus ilex rotundifolia</i>	3	9	10	10	0,03	1,01	3,04	6,52
<i>Quercus × auzandrii agrifolia</i>	1	1	2	1	0,01	0,01	0,51	1,00
<i>Quercus × battandieri</i>	0	0	0	1	0,00	0,00	0,00	0,01
<i>Ranunculus gramineus</i>	2	4	2	2	0,02	0,54	0,02	0,02
<i>Rhamnus alaternus</i>	8	8	9	10	2,04	6,01	6,50	6,51
<i>Rhamnus oleoides angustifolia</i>	2	2	1	0	0,02	0,02	0,01	0,00
<i>Rosa agrestis</i>	1	5	4	5	0,01	0,51	1,01	1,03
<i>Rosa micrantha</i>	2	3	4	5	0,02	0,51	0,53	0,54
<i>Rosa pouzinii</i>	3	4	5	7	0,52	0,53	1,03	1,54
<i>Rosmarinus officinalis</i>	3	3	1	0	0,03	0,03	0,01	0,00
<i>Rostraria cristata</i>	1	0	0	0	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Rubia peregrina peregrina</i>	10	10	10	10	2,55	6,25	7,50	6,25
<i>Rubus ulmifolius</i>	1	4	7	7	0,01	0,04	1,05	3,50
<i>Ruscus aculeatus</i>	2	6	9	10	1,00	2,77	6,27	9,02
<i>Sanguisorba verrucosa</i>	0	0	1	0	0,00	0,00	0,01	0,00
<i>Saponaria ocymoides</i>	4	4	7	4	0,01	0,04	1,05	0,04

Especies	Frecuencia (nº inventarios)				Cobertura media (%)			
	1984	1994	2004	2014	1984	1994	2004	2014
<i>Satureja intricata gracilis</i>	2	3	0	0	0,04	0,03	0,00	0,00
<i>Scabiosa turolensis</i>	2	2	0	0	0,02	0,02	0,00	0,00
<i>Scrophularia tanacetifolia</i>	0	1	2	0	0,00	0,01	0,02	0,00
<i>Sedum sediforme sediforme</i>	2	0	0	0	0,02	0,00	0,00	0,00
<i>Sideritis incana</i>	1	0	0	0	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Smilax aspera</i>	3	3	3	4	0,03	0,03	0,52	1,01
<i>Stachys heraclea</i>	0	1	1	0	0,00	0,01	0,01	0,00
<i>Staebelina dubia</i>	1	0	0	0	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Tanacetum corymbosum</i>	0	1	2	2	0,00	0,50	0,02	0,51
<i>Teucrium chamaerdrys pinnatifidum</i>	6	6	1	0	0,55	0,06	0,01	0,00
<i>Thalictrum tuberosum</i>	9	9	10	9	6,02	5,75	2,06	1,07
<i>Tblaspi perfoliatum</i>	1	2	6	7	0,01	0,02	0,06	0,56
<i>Tblaspi stenopterum</i>	2	4	4	4	0,51	0,04	0,53	0,53
<i>Thymus piperella</i>	6	5	1	0	0,06	0,05	0,01	0,00
<i>Thymus vulgaris vulgaris</i>	3	1	0	0	0,03	0,01	0,00	0,00
<i>Ulex parviflorus</i>	10	10	7	4	2,55	2,55	1,05	0,04
<i>Viburnum tinus</i>	6	10	10	10	8,75	10,02	20,02	32,00
<i>Vicia onobrychioides</i>	0	1	1	1	0,00	0,01	0,01	0,01
<i>Vicia sativa nigra</i>	0	1	0	0	0,00	0,01	0,00	0,00
<i>Vicia villosa</i>	1	1	2	0	0,01	0,01	0,02	0,00
<i>Viola alba</i>	8	10	10	10	3,78	7,77	17,00	16,25
<i>Viola kitaibeliana</i>	0	0	1	0	0,00	0,00	0,01	0,00
<i>Viola riviniana</i>	1	3	5	6	0,01	0,52	1,03	1,04
<i>Viola rupestris</i>	2	5	10	10	0,02	0,54	2,55	3,53

