

DINÁMICA Y 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)

D.C. Gómez Montblanch

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

E. Laguna Lumbreras

Centro para la Investigación y Experimentación Forestal. Generalitat Valenciana
Avinguda Comarques del País Valencià, 114. 46930 Quart de Poblet, Valencia
Laguna_emi@gva.es

G. Meaza Rodríguez

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

Resumen: Se realiza la caracterización geoecológica de una formación riparia de galería de taraje común (*Tamarix gallica*) en el Arroyo Aceitero (provincia de Sevilla), usando dos aproximaciones: 1) el uso combinado de los valores indicadores de Ellenberg y las coberturas, propuesto por Laguna (2012), y 2) el método Fi/Fa (Interactividad Fitoindicación/Fitoacción) de Meaza y Cuesta (2010). Previamente, se realiza un análisis de estructura y dinámica mediante el uso combinado de algunos estadísticos y la propuesta de clasificación sociológica de pies de formaciones leñosas empleado por el Sistema Agro-Forestal (Harold, 1984). Ambos métodos indican que el tarajal muestreado es una comunidad vegetal que combina especies higrófilas y nitrófilas, estando de hecho dominada por plantas higrónitrófilas. Se concluye que ambas aproximaciones metodológicas pueden usarse de modo complementario.

Palabras clave: Tamarix, valores indicadores de Ellenberg, fitoindicación/fitoacción, Sevilla, España.

Abstract: The geo-ecological characterisation of a riparian gallery community dominated by French Tamarisk (*Tamarix gallica*) in Aceitero creek (province of Seville, Spain) has been made by two approaches: 1) the use of Ellenberg's indicator values, combined with cover averages, as proposed by Laguna (2012), and 2) the method Fi/Fa (Interactivity Phytoindication/Phytoaction) proposed by Meaza & Cuesta (2010). But previously, we have carried out an analysis of structure and dynamics through the combined use of statistics and the proposal of sociological classification of trees in forests (Harold, 1984). Both approaches yield that the sampled Tamarisk gallery thicket is a plant community which combines hygrophile and nitrophile species, so being mostly dominated by hygro-nitrophile species. We conclude that both methodological approaches can be used in a complementary way.

Keywords: Tamarix, ellenberg indicator values, phytoindication/phytoaction, Seville, Spain.

1. Introducción

Si bien algunos autores han propuesto protocolos relativamente asequibles, como el posicionamiento del comportamiento repetidamente observado de las plantas en escalas de apreciación cualitativa (Laguna *et al.*, 2012), conocer el funcionamiento geoecológico de las comunidades vegetales exige el manejo de un elevado volumen de datos numéricos para numerosas variables (Grime, 2002). Es el caso de la propuesta de valores indicadores de Ellenberg (Ellenberg, 1974 y Ellenberg *et al.*, 1992) en base al concepto fitosociológico de fidelidad de las especies hacia sus hábitats óptimos (Godfroid & Dana, 2007) y, muy recientemente, la del método Fitoindicación/Fitoacción (Fi/Fa) formulada por Meaza y Cuesta (2010) y desarrollada por Gómez Montblanch y Meaza (2011, 2013), que surge de la necesidad de estudiar con cierto grado de detalle la dinámica ecológica del medio natural desde una perspectiva geográfica (escala espacio-temporal concreta).

El presente trabajo trata de cotejar y complementar los resultados de la aplicación de ambas propuestas metodológicas que, junto a la aplicación de otras técnicas combinadas con estadísticos elaborados a partir del set de datos recogido en los inventarios, permite analizar la dinámica ecológica (geoecodinámica) y plantear una primera aproximación al testado de la caracterización y funcionalidad geoecológica de las comunidades vegetales, en este caso las de tarajal ripícola del arroyo Aceitero (Alto Guadaíra, Sevilla).

Los tarajales son formaciones arborescentes dominadas por diversas especies del género *Tamarix*. En la zona de estudio destaca la presencia de *Tamarix gallica* que, junto a *Tamarix africana*, son las dominantes en el suroeste peninsular. A pesar de no ser estrictamente halófilas, ambas especies toleran ciertos niveles de salinidad; pero en condiciones de salinidad moderada no pueden competir con congéneres como *Tamarix boveana*.

Los estudios realizados sobre este tipo de formaciones en la región mediterránea (Eiga, 1946; Zohari, 1949, 1976; Braun-Blanquet y Maire, 1924; Maire, 1940; Quezel, 1965; Izco *et al.*, 1984; Ferreras Chasco, 1986) muestran a los tarajales como formaciones dinámicas y no permanentes, más propias de etapas seriales y/o antropizadas que como constituyentes de verdaderas alianzas fitosociológicas potenciales.

2. Área de estudio

La cuenca del río Guadaíra (Fig. 1), tributaria de la del Guadalquivir, se ubica en la margen izquierda del “gran río andaluz”. Queda emplazada territorialmente entre las provincias de Sevilla y Cádiz (Puerto Serrano) y cuenta con una superficie de 119.185 Ha. A su vez, la cuenca del arroyo Aceitero (854 Ha) afluye a la del Guadaíra a través de un tributario (Salado), y alberga la formación vegetal del tarajal objeto del presente trabajo (Gómez Montblanch y Meaza, 2013).

Se trata de una cuenca estrecha y alargada que se extiende por afloramientos del Triásico en facies denominadas “germano-andaluz” (Ruiz Reig *et al.*, 1986) del dominio Subbético, conformados principalmente por materiales de formaciones heterogéneas de arcillas, margas, areniscas y yesos de edad comprendida entre el Triásico e inicios del Jurásico –dominante en la cuenca– y de otras formaciones heterogéneas y paraautóctonas de margas, margocalizas y arenas blancas (moronitas) propias del Terciario (Calderón y Paul, 1886; Ruiz Reig y Baena *et al.*, 1986).

Sobre dicha estructura litológica se aprecia una serie de fracturas y dislocaciones locales sobre las que se alojan arroyadas a modo de pequeños barrancos de caudal intermitente y que drenan hacia el cauce del arroyo Aceitero. En su confluencia con el arroyo Salado su llanura aluvial se ensancha, abandonando la estrechez del encajamiento dominante aguas arriba y mostrando dos niveles de terraza fluvial claramente diferenciados y una serie de cauces de crecida dispuestos a modo de tipología “braided” sobre una llanura de inundación ordinaria de 50 m.

El cauce del arroyo Aceitero (Fig. 2) presenta una pendiente de 3,2%, que resuelve la diferencia altimétrica existente entre el punto más alto y más bajo de su cauce (200 m) en una longitud de 6,2 km. El sector estudiado se caracteriza por su estrechez e in-

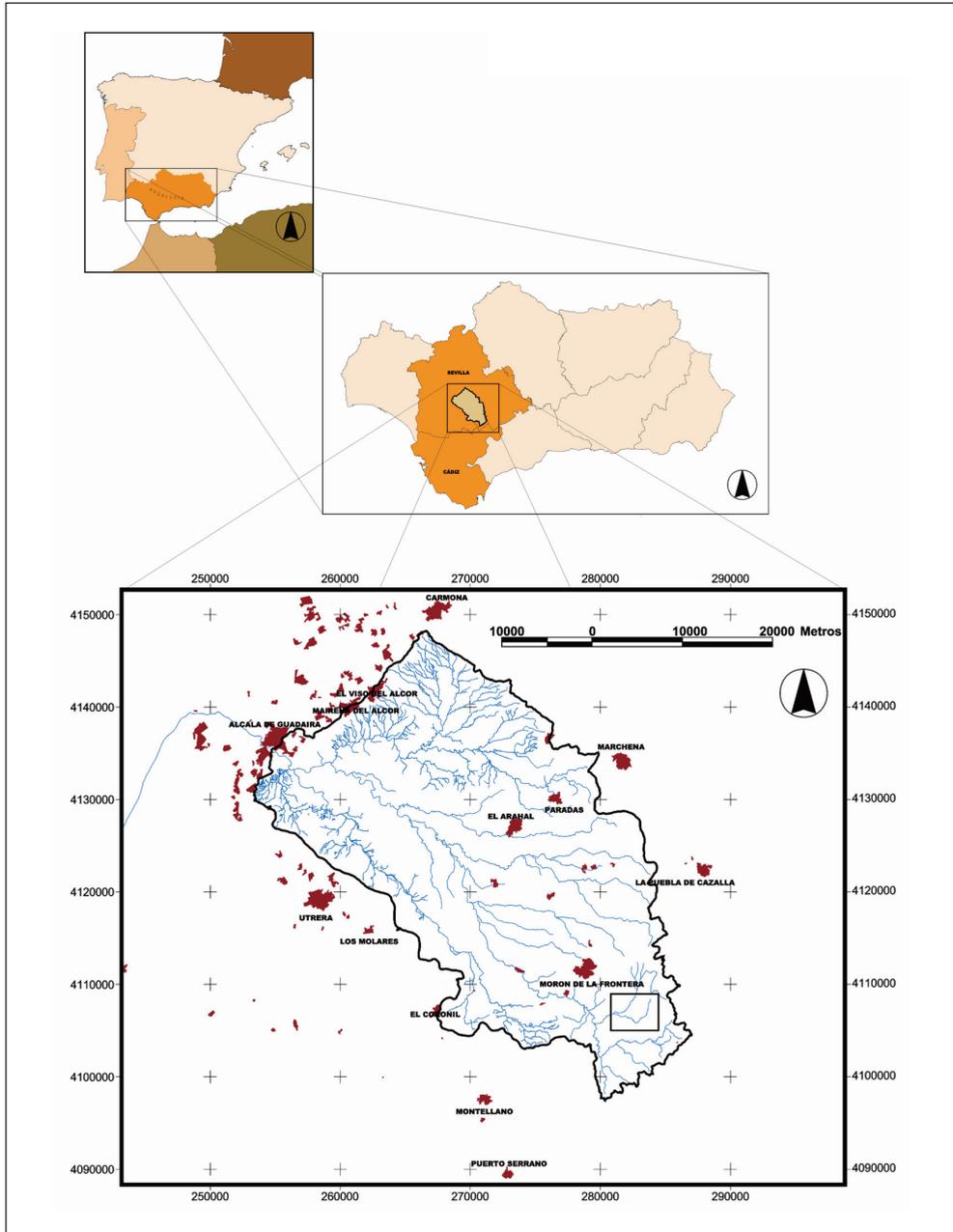


Figura 1. Área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

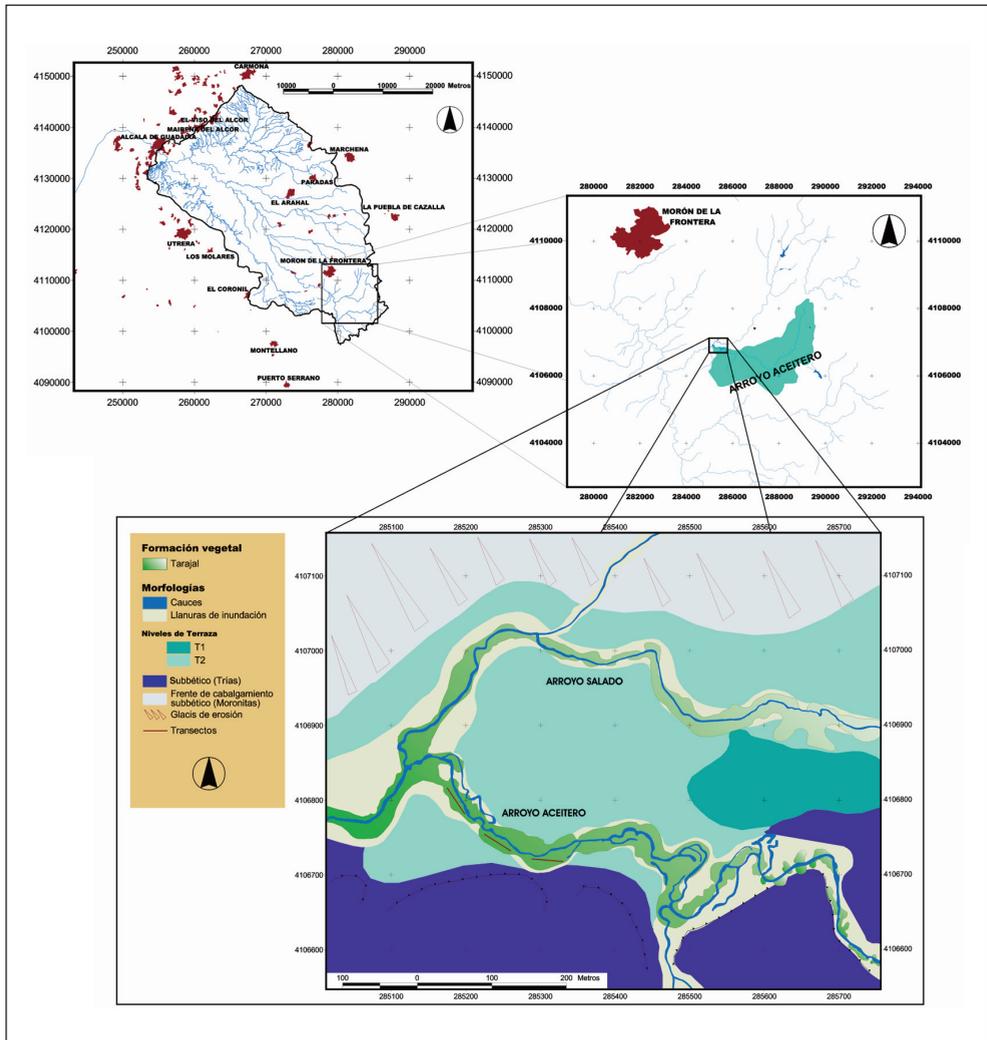


Figura 2. Esquema geomorfológico del sector estudiado y situación de los transectos.

Fuente: Elaboración propia.

cidencia, con una anchura media que oscila entre 4 y 7 m y una profundidad máxima en su talweg de entre 2,5 y 2,7 m. En las diferentes secciones transversales estudiadas el caudal de bankfull obtenido mediante el empleo de la formulación de Manning oscila entre 1,38 m³/s y 2,84 m³/s. Como consideración orientativa, mediante una aproximación efectuada a partir del método racional, se aprecia que para mantener el caudal de bankfull durante un mes, sería necesaria una precipitación mensual que oscile

entre 419 l/m² y 862 l/m²; aunque para que este caudal se desborde eventualmente, como en caso de un evento tormentoso, tan solo es necesaria una precipitación en 24 horas que oscile entre 14 y 29 l/m², hecho nada infrecuente en la zona de estudio (Gómez Montblanch y Meaza, 2013).

El uso predominante del suelo es agro-ganadero, primando la ganadería bovina y porcina con cultivo de forrajes para su alimentación en la margen derecha (sobre las moronitas) donde se ha diagnosticado un problema de erosión. La margen izquierda, dominada por el Trías, muestra un talud escarpado dominado por restos de vegetación mediterránea en facies regresiva (monte mediterráneo) donde predominan: coscoja (*Quercus coccifera*), lentisco (*Pistacia lentiscus*) aulaga (*Genista hirsuta*), espino (*Rhamnus lycioides*) y retama (*Retama sphaerocarpa*).

3. Metodología

El censo de vegetación de los tarajales del arroyo Aceitero se ha realizado mediante el levantamiento de cinco inventarios de plantas leñosas conforme a la metodología de Gentry (Gentry, 1982, 1988; Cámara, 2013) y tres más de no leñosas siguiendo el protocolo fitosociológico de la escuela sigmatista de Zürich-Montpellier (Braun-Blanquet, 1979), representativos la diversidad que se observaba en este tipo de vegetación en la zona de estudio. Seguidamente, se ha estudiado la dinámica estructural de la agrupación vegetal empleándose diversos indicadores (DAP, altura, cobertura...) con los que se ha elaborado una serie de estadísticos (media, desviación típica, intervalo modal y mediana), que combinados con el índice de madurez ecológica relativa, han permitido una aproximación al conocimiento de su dinámica geoecológica (Gómez Montblanch, 2007, 2011). En efecto el índice de madurez ecológica relativa (MER) parte de la aplicación de los estadísticos: intervalo modal y media mayor, cuyo tratamiento conjunto permite desarrollar un indicador que explica si una formación vegetal está próxima a su estado de madurez ecológica (estabilidad geoecodinámica o senescencia) o si aún se encuentra en una etapa de inmadurez ecológica (progresión geoecodinámica). El indicador (MER) establece para una formación vegetal, unos valores que oscilan entre 0 (máxima inmadurez) y 1 (máxima madurez/senescencia), permitiendo conocer así su estadio geoecodinámico o sucesional (Gómez Montblanch, 2011).

Además, se ha empleado una clasificación sociológica de pies de formaciones leñosas en razón del sistema agroforestal (SAF) normalizado (Harold, 1984), que permite clasificar el tipo de ejemplares y su papel ecosociológico en la formación. Para ello tan solo es necesario conocer dos parámetros de cada ejemplar de la población muestreada: altura y superficie –también puede utilizarse el radio medio– de su copa. Mediante esta clasificación se obtienen cuatro grupos principales de ejemplares cuyo desarrollo fenotípico es consecuencia de la interrelación ecológica con el resto de componentes

de su ecosistema, tomando como principal relación la “competencia intraespecífica”. Los grupos principales son:

- Ejemplares de crecimiento libre (“Free Growth”): aquellos que, como en presente caso, se desarrollan aprovechando al máximo los recursos de su nicho ecológico y sin competencia inter o intraespecífica.
- Ejemplares dominantes (“Dominants”): los que por número, altura y desarrollo de su porte ejercen el papel dominante en la formación. Desarrollan su fenotipo en estrecha competencia intraespecífica dominando a sus congéneres competidores.
- Ejemplares codominantes (“Co-dominants”): aquellos cuyo desarrollo y porte está claramente condicionado por la masa dominante; generalmente se trata de ejemplares de gran porte con una superficie de copa menor que la de los dominantes aprovechando los intersticios dejados por éstos en el vuelo.
- Ejemplares dominados (“Dominated”): aquellos cuyo porte se ha desarrollado bajo una fuerte competencia intraespecífica, por lo que están claramente condicionados por el fenotipo de sus congéneres más competitivos y/o más maduros. Este grupo incluye subgrupos tan dispares como los comprimidos, sumergidos, moribundos y talados.

A partir de los datos resultantes, se ha abordado la caracterización geoecológica de la comunidad vegetal desde una doble perspectiva: la de los valores indicadores de Ellenberg (Ellenberg, 1974 y Ellenberg *et al.*, 1992) en base al concepto fitosociológico de fidelidad de las especies hacia sus hábitats óptimos, aplicándose a los 3 inventarios fitosociológicos ya indicados; y la de la novedosa metodología Fitoindicación/Fitoacción (Fi/Fa) formulada por Meaza y Cuesta (2010) y desarrollada por Gómez Montblanch y Meaza (2011, 2013), que surge de la necesidad de estudiar con cierto grado de detalle la dinámica ecológica del medio natural desde una óptica geográfica (escala espacio-temporal concreta). Se ha tratado de cotejar y complementar los resultados de la aplicación de ambas propuestas metodológicas con el fin de plantear una primera aproximación al testado de la funcionalidad geoecológica de las comunidades vegetales.

Conforme a la propuesta de Ellenberg, se han diferenciado varios grupos de taxones explicativos de la funcionalidad geoecológica actual y se han comparado con agrupaciones extraídas previamente mediante análisis cluster basado en Malavé Acuña & Méndez Natera (2007) empleando para ello el software PAST V. 2.16 (1999-2012), desarrollado bajo un algoritmo de grupos pareados con medida de similaridad de distancia euclídea.

Ellenberg propone hasta 7 escalas de 9-10 valores –hasta 12 para humedad edáfica–, afectando concretamente a la iluminación (L), temperatura (T), continentalidad (K), humedad edáfica (F), reacción/pH (R), nitrógeno edáfico (N) y salinidad (S). El modelo fue pensado, propuesto y testado con éxito inicialmente para las áreas central, septen-

trional y atlántica de Europa; pero su aplicación a territorios mediterráneos (Böhling *et al.*, 2002; Schwabe *et al.*, 2007) aconseja aplicar estas escalas a nivel local, dado que una misma especie puede presentar matices de funcionalidad geocológica diferentes entre sitios alejados. A tales efectos, además del amplio conocimiento consolidado sobre la ecología de cada especie, puede resultar útil la estrecha relación entre su patrón de funcionalidad y su asignación fitosociológica (Van der Maarel, 1993). En el tarajal objeto de estudio se han tomado en consideración 5 de los 7 factores propuestos por Ellenberg (L, F, R, N y S), al ser los otros dos (T y K) variables que sólo se expresan a nivel macrogeográfico (Hill *et al.*, 1999), asignándoles valores que oscilan entre 1 y 9-12 según lo ya indicado, de manera que los rangos más bajos corresponden a aquellas especies que presentan menor tolerancia en relación al factor concernido. De los 5 factores analizados se observó que sólo en 2 de ellos (F y N) se encontraba un amplio rango de representación en la flora analizada, por lo que se han usado exclusivamente tales datos, descartando para los siguientes análisis los obtenidos de L, R y S.

Para la caracterización geocológica de la comunidad a partir de los datos de las preferencias de cada especie con los factores de Ellenberg seleccionados: humedad edáfica (F) y contenido en nitrógeno del suelo (N), se ha buscado una integración con los valores de cobertura fitosociológica, siguiendo el método propuesto por Laguna (2012). Conforme a dicho método se calculan para cada inventario fitosociológico las sumas de coberturas de especies agrupadas para un factor concreto –en este caso higrófilas vs, no higrófilas, ver detalles en el apartado de Resultados–, transformando previamente las estimas de abundancia-dominancia en los valores de cobertura media (Braun-Blanquet, 1979) equivalentes al grado anotado en el inventario. Posteriormente las especies se dividieron en 2 agrupaciones de rangos para cada factor analizado, calculando la suma de coberturas medias de todas las especies dentro de cada agrupación. Considerando los significados para cada rango de cada una de las escalas –F y N– y los ejemplos de especies aportados por de Hill & al. (1999), los valores tomados eran:

- N: Especies no nitrófilas y subnitrófilas: valor indicador 1 a 6; nitrófilas: 7 a 9.
- F: Especies de ambientes secos o frescos pero no netamente higrófilas: 1 a 6; especies higrófilas, incluyendo a las hidrófilas, palustres o que exigen una inundación al menos temporal del sustrato: 7 a 12.

Nótese que el discriminante en ambos casos es el paso de valor indicador 6 a 7 a pesar de que ambas escalas son desiguales -9 valores para N y 12 para F-, hecho que constituye una mera coincidencia, ya que las 7 escalas de Ellenberg son desiguales en su manera de medir los estados o apetencias de hábitat que indican; así, en la escala de salinidad (S) el valor discriminante entre especies de suelos salinos y no salinos es el paso de $S = 1$ a $S = 2$, de modo que las especies no o escasamente tolerantes a suelos salinos poseen valores 0-2 y los indicadores de salinidad ocupan con diferentes matizaciones el rango 3-9.

El reciente método de interactividad Fitoindicación/Fitoacción (Fi/Fa) permite conocer el grado de incidencia de los principales actores del paisaje vegetal en la configuración y funcionamiento (geoecología) del mismo. Se trata de una propuesta que trata de aportar una nueva perspectiva en la investigación biogeográfica-geoecológica de las relaciones interactivas que se establecen entre la vegetación y el marco ambiental y territorial que la acoge de cara a una diagnosis integrada del medio y, en su caso, a las correspondientes propuestas de ordenación y gestión.

En su virtud, el estudio de la vegetación en el marco sistémico del territorio considera la interactividad entre las funciones delatora y controladora de las propiedades del medio (en sus ítems climático, hídrico, geomorfológico, edáfico, biótico y antrópico) que aquella ejerce. Así, del mismo modo que se califican como “fitoindicadoras” a las especies que –en función de la representatividad de sus poblaciones– más claramente asumen un rol pasivo, delator de las propiedades del medio, se denominan, paralela y complementariamente, “fitoagentes” a las que por su abundancia/dominancia, morfología, fenología y productividad prevalecen en la caracterización fisonómica y biotípica de la comunidad vegetal, lideran su configuración estructural y ejercen, en consecuencia, un papel activo, controlador de las propiedades del medio.

El método FI/FA está diseñado para su aplicación sobre inventarios representativos de cada comunidad vegetal en el estudio de catenas, fragmentos, mosaicos de paisaje, etc. El presente trabajo centra su análisis en una comunidad relativamente homogénea, tanto en estructura, como en composición, por lo que para la aplicación de este método se ha considerado suficiente emplear un inventario representativo de dicha comunidad.

Para la asignación de los valores de tolerancia ecológica en ambas propuestas metodológicas se ha considerado la experiencia en el conocimiento directo de las especies por parte de los autores, los datos aportados por Valdés, B. (1987), Luceño *et al.* (2005), Gómez Montblanch y Meaza (op. cit.), Gómez Montblanch (2007, 2011), Laguna, E. (2012) y las asignaciones de especies como características fitosociológicas dadas por Rivas-Martínez *et al.* (2001).

4. Resultados

4.1. Dinámica de la formación vegetal

Los tarajales de *Tamarix* son pobres en especies características de sus alianzas (Ferrerías Chasco, 1986), por lo que fitosociológicamente se ha dudado de su potencial cortejo florístico. La capacidad de incidencia del propio taraje sobre la selección del cortejo que compone su comunidad asociada es ciertamente débil. En efecto, el suministro de materia orgánica al suelo es relativamente importante en términos de biomasa, pero de-

bido a su fisiología este aporte es poco nutritivo ya que se compone fundamentalmente de pequeños ramilletes secos y hojillas con menor contenido clorofílico y nutritivo (proteínas y glúcidos) que el que aportan otras especies que configuran otras formaciones riparias típicamente mediterráneas como las olmedas de *Ulmus minor*, cuya biomasa contiene proporcionalmente más nutrientes creando un sustrato orgánico rico en humus. Por otro lado, la peculiar morfología de su copa y el tamaño y fisiología de sus hojas proporcionan una sombra ciertamente discreta (Izco *et al.*, 1984), aunque en función de la densidad de la cobertura (cobertura solapada) en ciertas condiciones puede generar suficiente sombra como para albergar algunas especies esciófilas. Si a estas circunstancias se une la fuerte presión antrópica pretérita y actual, directa e indirecta, a la que han sido y son sometidas, es habitual constatar notables diferencias fitosociológicas y geoecológicas entre las comunidades florísticas asociadas a estas formaciones vegetales.

Los estadísticos extraídos a partir de los datos de DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) de Gentry muestran una distribución de frecuencias que tiende a ser de tipo Log normal, con un valor de medio de 12,08 cm y una desviación típica de 6,55 cm. El valor de intervalo modal se sitúa en 8,60 cm. Estos estadísticos ofrecen una primera aproximación al grado de desarrollo geoecodinámico de esta formación vegetal pues, aunque la media no es excesivamente representativa, se aprecia que la mayoría de ejemplares estudiados albergan un DAP con valores que oscilan entre 5 y 15 cm, alejados de los valores más altos de la población muestreada (30-40 cm).

El valor medio de los ejemplares de mayor porte o media mayor es de 24,47 cm. Se obtiene de aquellos individuos cuyo DAP es superior al resultante de la suma de la media poblacional y su desviación típica (Gómez Montblanch, 2011); en la presente muestra, a partir de aquellos ejemplares cuyo DAP sea superior a 18,63 cm. (Fig. 3).

La mediana calculada se sitúa en un valor de 10 cm, lo que acentúa la diferencia entre poblaciones con valores próximos a la media e intervalo modal –la de mayor número de efectivos–, y los próximos a la media mayor –una minoría, aunque ciertamente significativa en número de efectivos–. Este análisis conduce a interpretar que la formación vegetal en su conjunto se encuentra situada en etapas progresivas alejadas de su senectud (estabilidad).

El valor (MER) de la población de tarajes estudiada (0,35) indica que se encuentra en situación de inmadurez ecológica, y por consiguiente, en progresión geoecodinámica. Esta aproximación queda ratificada al analizar otro estadístico, el “índice diamétrico”, cuyo valor obtenido (4,33) muestra un reemplazo de efectivos asegurado en el contexto de la formación, reforzando así el estado de progresión geoecodinámica expresado por el indicador MER.

La clasificación sociológica de los pies de leñosas muestra claramente la importancia del grosor de los ejemplares “dominantes” y “codominantes” de la formación, donde la mayoría de los ejemplares presenta alturas parecidas pero con diferencias en su grado

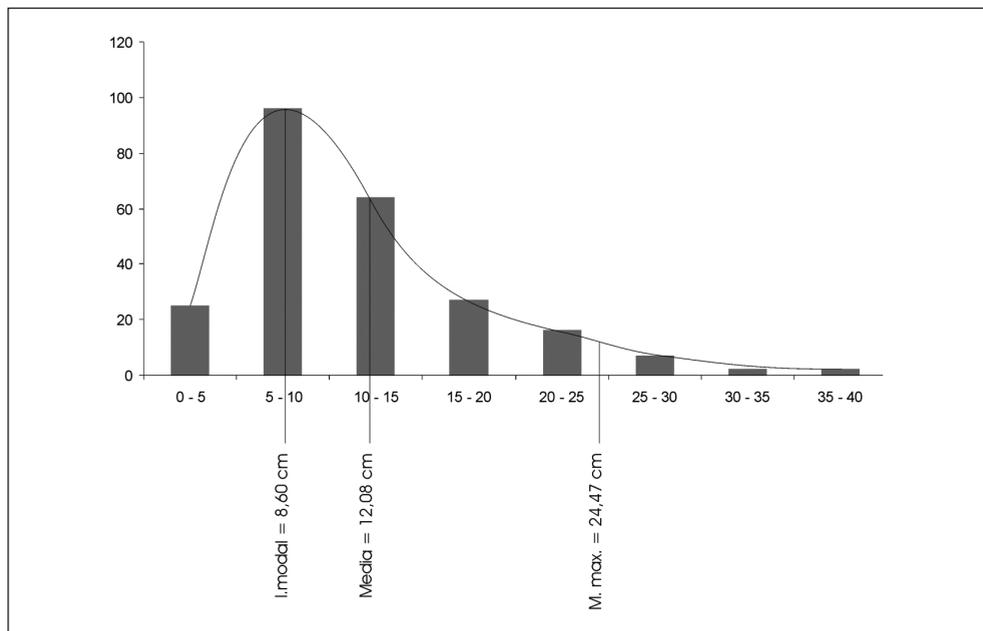


Figura 3. Distribución de frecuencias de mediciones de DAP, donde es posible apreciar que se ajusta a una variable Log normal.

Fuente: Elaboración propia.

de cobertura; de igual manera, es posible apreciar un buen número de ejemplares de “crecimiento libre” y “dominados” (Fig. 4 y Fig. 5). La interpretación de esta clasificación indica claramente que se trata de una formación vegetal donde el grueso de su población alberga una relación de competencia intraespecífica, cuya manifestación es su diferenciado desarrollo fenotípico asociado a su vez al papel ecológico que a cada grupo de ejemplares corresponde en el conjunto de la formación vegetal. Por consiguiente, se trata de una formación vegetal cuyos individuos compiten entre sí por la optimización de los recursos que definen su nicho ecológico.

4.2. Caracterización geocológica de la comunidad vegetal a través de las combinaciones de valores de Ellenberg y coberturas

La aplicación de los valores indicadores de Ellenberg sobre la comunidad de tarjal del arroyo Aceitero permite discernir diversas agrupaciones de vegetación en relación a su tolerancia ecológica a factores ambientales concretos. Se ha realizado previamente un cluster que permite profundizar en el grado de similitud existente entre

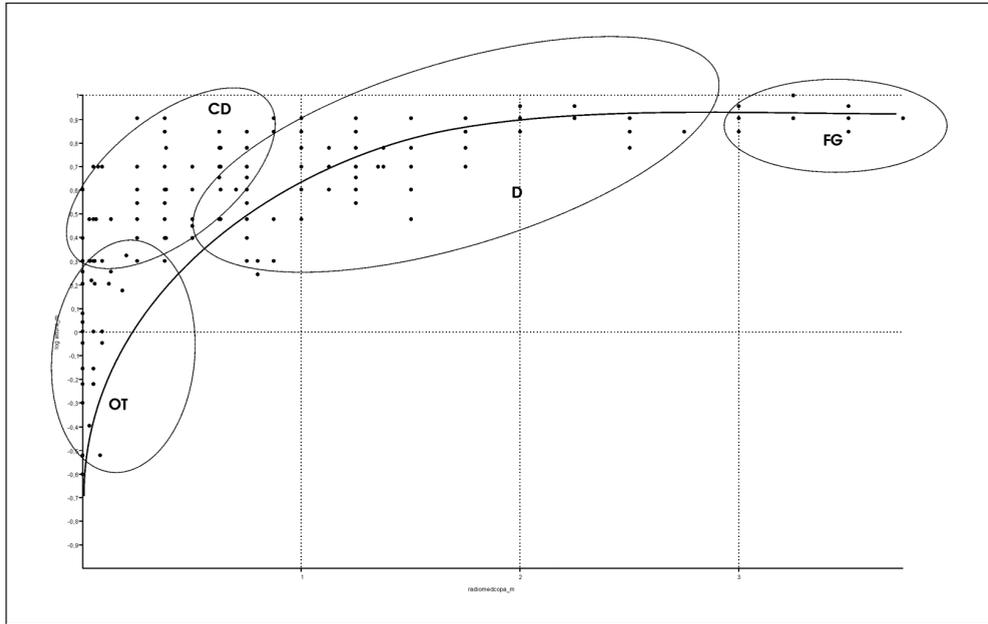


Figura 4. Distribución logarítmica entre altura y cobertura (radio medio de copa) de la formación vegetal estudiada y clasificación (SAF, 1960), donde: FG (crecimiento libre), D (dominantes), CD (codominantes) y OT (dominados).

Fuente: Elaboración propia.

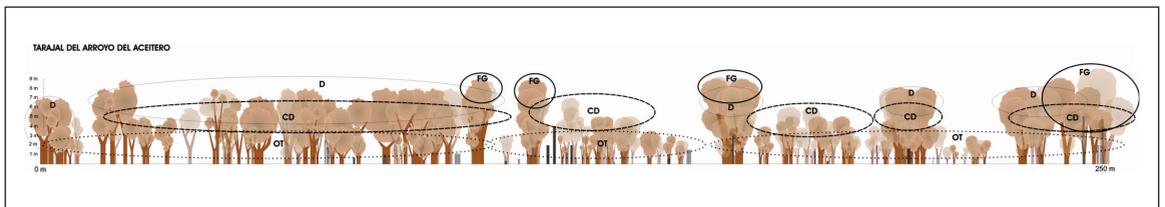


Figura 5. Clasificación sociológica de pies de un transecto del arroyo del Aceitero. Se aprecian claramente los cuatro grupos en relación a su fenotipo y rol ecológico dentro de la formación vegetal.

Fuente: Elaboración propia.

las especies inventariadas en función de los valores indicadores asignados a los factores con mayor diversidad (variabilidad de valores), donde la comparación entre grupos adquiere mayor relevancia cuando se trata de parámetros de valor indicador (iluminación, humedad edáfica, etc.) en los que se observa suficiente diversidad. Por ejemplo, las comparaciones para los resultados de valores obtenidos respecto a la sa-

linidad (S) carecen de sentido en el presente análisis, ya que solo se han localizado especies con valores 0 o 1 –propias de suelos no salinos–. Tampoco merece la pena comparar, por ejemplo, valores para pH (R), pues todas las especies albergan valores comprendidos entre 6 y 8 –suelos neutros o en un entorno muy próximo–. Por consiguiente, el análisis se ha centrado en los valores de tolerancia concernientes a los factores humedad (F) y nitrógeno (N).

El cluster, que ha arrojado un coeficiente de correlación de 0,8106 –suficiente para ser tenido en consideración–, ofrece una interesante primera aproximación a la tipología geoecológica que conforma la comunidad vegetal estudiada (Fig. 6).

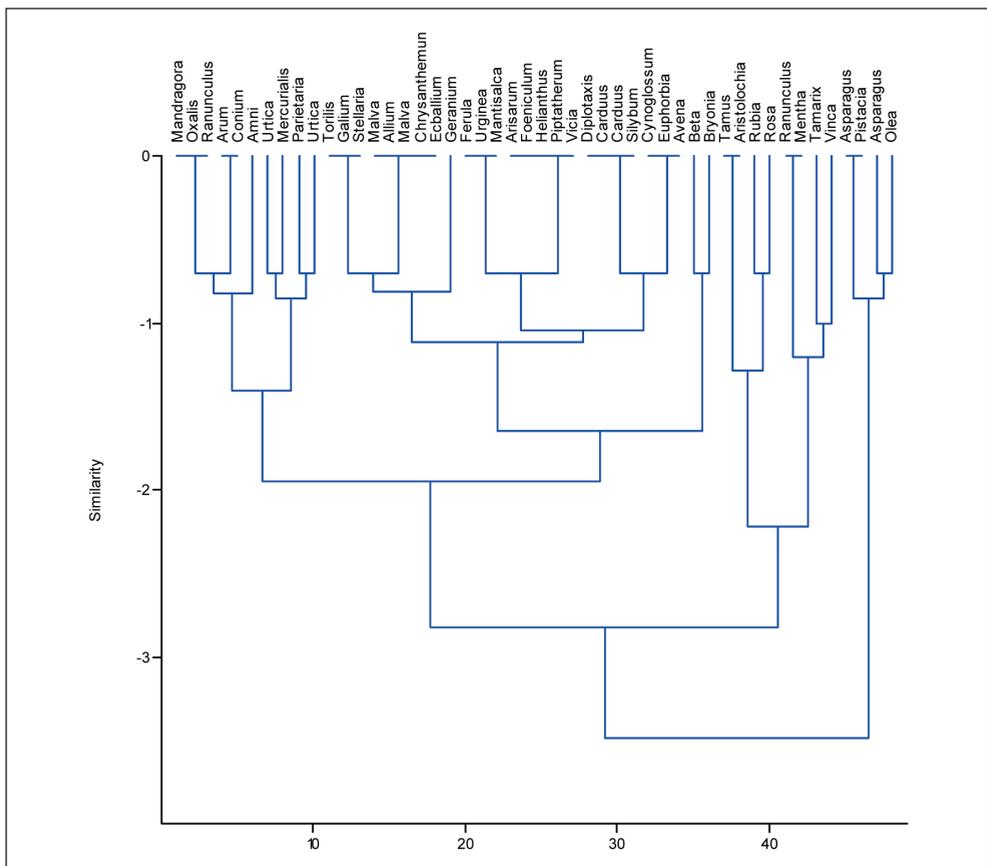


Figura 6. Cluster de especies inventariadas en el Arroyo Aceitero, donde se distinguen claramente cuatro grupos de especies en función de su tolerancia a los factores del medio clasificados por Ellenberg en 1974.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico de Cluster puede apreciarse que, en un nivel de similitud de entre 1 y 2, se distinguen claramente 4 grupos de especies cuyos valores de tolerancia ecológica para los factores propuestos por Ellenberg son parecidos, y ciertamente diferentes en relación a los valores que presentan las especies del resto de grupos. Estos últimos están asociados al grado de tolerancia respecto a uno o varios factores que determinan su presencia/ausencia y, en cierta medida, el tamaño de sus poblaciones en el conjunto de la comunidad.

El resultado del análisis aplicado mediante los valores indicadores de Ellenberg se escenifica en la presencia de unos grupos muy parecidos a los obtenidos en el Cluster, pero con un mayor grado de detalle y explicación al marginar aquellos factores en los que no se aprecia distinción entre valores y tomando como referencia a aquellos factores cuyos valores sí reflejan variabilidad.

4.2.1. Tratamiento en función del parámetro humedad edáfica (F)

Conforme a lo indicado en el apartado metodológico, se han establecido dos grupos que corresponden a las especies no higrófilas, con valores que oscilan entre 1 y 6, y especies higrófilas –incluidas hidrófilas–, con valores comprendidos entre 7 y 12 (Tabla 1). En los tres inventarios la pauta es que el porcentaje de cobertura alcanzado por las especies higrófilas es mayor que su representatividad en número de especies. Además, adquieren una importante cobertura total dentro del inventario (superan ampliamente el 50% de la suma total de cobertura solapada, alcanzando el 70% en el inventario número 3).

Los datos tienden a indicar que se trata de un sistema fluvial cuyos ritmos y/o tiempos de inundación no son suficientemente intensos como para descartar la instalación de especies no higrófilas que, salvo rara excepción (caso de *Torilis arvensis* en el inv. nº 2), tienen siempre una cobertura muy reducida. A cambio, esos mismos niveles de inundación no parecen permitir o favorecer la instalación extensiva de especies más higrófilas que serían fácilmente esperables (*Scirpus*, *Juncus*, *Lythrum*, *Epilobium*...). Se aprecia una gradación de humedad entre los tres inventarios, siendo el menos húmedo el 1 y el más húmedo el 3.

4.2.2. Tratamiento en función del parámetro nitrógeno/fertilidad de suelo (N)

Conforme a lo indicado en el apartado de metodología se ha considerado que las especies indicadoras de suelos ricos en nitrógeno son las de valor $F = 7$ o superior (Tabla 2). La comunidad vegetal analizada alberga una fuerte dominancia de la componente nitrófila, tanto en número de especies como en cobertura. Aunque la cobertura de la agrupación de especies nitrófilas no es dominante en el inventario 1, sí que lo

Tabla 1. Inventarios florísticos donde se muestra: cobertura media de cada especie en cada inventario, valor asignado en función de la componente humedad edáfica (F), riqueza, porcentaje, cobertura y valor total de cobertura de cada subconjunto

<i>Especies</i>	<i>Inv. n° 1</i>	<i>Inv. n° 2</i>	<i>Inv. n° 3</i>	<i>F</i>
<i>Higrófilas</i>				
<i>Tamarix gallica</i>	0,375	0,375	0,375	10
<i>Ranunculus ficaria</i>	0,000	0,050	0,000	10
<i>Mentha suaveolens</i>	0,000	0,001	0,000	10
<i>Vinca difformis</i>	0,000	0,001	0,000	9
<i>Aristolochia paucinervis</i>	0,001	0,000	0,000	8
<i>Arum italicum</i>	0,050	0,175	0,175	8
<i>Conium maculatum</i>	0,050	0,000	0,000	8
<i>Tamus communis</i>	0,000	0,001	0,001	8
<i>Amni visnaga</i>	0,000	0,001	0,000	7
<i>Mandragora autumnalis</i>	0,001	0,001	0,001	7
<i>Mercurialis ambigua</i>	0,000	0,000	0,050	7
<i>Oxalis pes-caprae</i>	0,175	0,625	0,625	7
<i>Ranunculus muricatus</i>	0,000	0,000	0,050	7
<i>Rosa canina</i>	0,001	0,000	0,000	7
<i>Urtica membranacea</i>	0,000	0,000	0,375	7
Suma cobertura higrófilas	0,653	1,230	1,652	
N° especies	7	9	8	15
<i>No Higrófilas</i>				
<i>Galium aparine</i>	0,000	0,001	0,001	6
<i>Parietaria judaica</i>	0,000	0,001	0,000	6
<i>Rubia peregrina</i>	0,050	0,000	0,000	6
<i>Stellaria media</i>	0,000	0,000	0,001	6
<i>Torilis arvensis</i>	0,000	0,375	0,050	6
<i>Urtica urens</i>	0,050	0,000	0,000	6
<i>Allium neapolitanum</i>	0,050	0,050	0,050	5
<i>Arisarum simorrbinum</i>	0,050	0,050	0,050	5
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	0,001	0,000	0,000	5
<i>Ecballium elaterium</i>	0,001	0,000	0,000	5
<i>Ferula communis</i>	0,050	0,000	0,000	5
<i>Foeniculum vulgare</i>	0,000	0,050	0,001	5
<i>Geranium robertianum</i>	0,050	0,000	0,000	5

Tabla 1. Inventarios florísticos donde se muestra: cobertura media de cada especie en cada inventario, valor asignado en función de la componente humedad edáfica (F), riqueza, porcentaje, cobertura y valor total de cobertura de cada subconjunto (continuación)

<i>Especies</i>	<i>Inv. n° 1</i>	<i>Inv. n° 2</i>	<i>Inv. n° 3</i>	<i>F</i>
<i>No Higrófilas</i>				
<i>Helianthus annuus</i>	0,001	0,000	0,000	5
<i>Malva hispanica</i>	0,000	0,001	0,001	5
<i>Malva sylvestris</i>	0,001	0,000	0,000	5
<i>Mantisalca salmantica</i>	0,000	0,000	0,001	5
<i>Piptatherum miliaceum</i>	0,000	0,001	0,000	5
<i>Urginea maritima</i>	0,000	0,000	0,050	5
<i>Vicia sativa</i>	0,000	0,000	0,001	5
<i>Asparagus acutifolius</i>	0,001	0,001	0,050	4
<i>Avena fatua</i>	0,000	0,000	0,175	4
<i>Beta vulgaris</i>	0,000	0,050	0,001	4
<i>Bryonia dioica</i>	0,000	0,000	0,001	4
<i>Carduus pycnocephalus</i>	0,000	0,001	0,001	4
<i>Carduus tenuiflorus</i>	0,001	0,000	0,000	4
<i>Cynoglossum creticum</i>	0,001	0,050	0,000	4
<i>Diplotaxis muralis</i>	0,050	0,001	0,050	4
<i>Euphorbia exigua</i>	0,000	0,001	0,000	4
<i>Olea europaea sylvestris</i>	0,000	0,001	0,001	4
<i>Pistacia lentiscus</i>	0,001	0,000	0,001	4
<i>Silybum marianum</i>	0,000	0,000	0,001	4
<i>Asparagus albus</i>	0,001	0,000	0,000	3
Suma cobertura no higrófilas	0,359	0,634	0,487	
Nº especies no higrófilas	16	15	19	33
Porcentaje de Especies por subconjuntos (F)				
Especies higrófilas	30,43%	37,50%	29,63%	
Especies no higrófilas	69,57%	62,50%	70,37%	
Cobertura por subconjuntos (F)				
Suma cobertura higrófilas	0,653 (64,53%)	1,230 (65,98%)	1,652 (77,23%)	
Suma cobertura no higrófilas	0,359 (35,47%)	0,634 (34,01%)	0,487 (22,77%)	
Suma total inventario	1,012	1,864	2,139	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Inventarios florísticos donde se muestra: cobertura media de cada especie en cada inventario, valor asignado en función de la componente nitrógeno/fertilidad del suelo (N), riqueza, porcentaje, cobertura y valor total de cobertura de cada subconjunto

<i>Especies</i>	<i>Inv. n° 1</i>	<i>Inv. n° 2</i>	<i>Inv. n° 3</i>	<i>N</i>
<i>Nitrófilas</i>				
<i>Beta vulgaris</i>	0,000	0,050	0,001	9
<i>Parietaria judaica</i>	0,000	0,001	0,000	9
<i>Urtica membranacea</i>	0,000	0,000	0,375	9
<i>Bryonia dioica</i>	0,000	0,000	0,001	8
<i>Geranium robertianum</i>	0,050	0,000	0,000	8
<i>Mercurialis ambigua</i>	0,000	0,000	0,050	8
<i>Urtica urens</i>	0,050	0,000	0,000	8
<i>Allium neapolitanum</i>	0,050	0,050	0,050	7
<i>Arum italicum</i>	0,050	0,175	0,175	7
<i>Carduus pycnocephalus</i>	0,000	0,001	0,001	7
<i>Carduus tenuiflorus</i>	0,001	0,000	0,000	7
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	0,001	0,000	0,000	7
<i>Conium maculatum</i>	0,050	0,000	0,000	7
<i>Diplotaxis muralis</i>	0,050	0,001	0,050	7
<i>Ecballium elaterium</i>	0,001	0,000	0,000	7
<i>Galium aparine</i>	0,000	0,001	0,001	7
<i>Malva hispanica</i>	0,000	0,001	0,001	7
<i>Malva sylvestris</i>	0,001	0,000	0,000	7
<i>Mandragora autumnalis</i>	0,001	0,001	0,001	7
<i>Mentha suaveolens</i>	0,000	0,001	0,000	7
<i>Oxalis pes-caprae</i>	0,175	0,625	0,625	7
<i>Ranunculus ficaria</i>	0,000	0,050	0,000	7
<i>Ranunculus muricatus</i>	0,000	0,000	0,050	7
<i>Silybum marianum</i>	0,000	0,000	0,001	7
<i>Stellaria media</i>	0,000	0,000	0,001	7
<i>Torilis arvensis</i>	0,000	0,375	0,050	7
Suma cobertura nitrófilas	0,480	1,332	1,433	
Nº especies nitrófilas	12	13	16	26
<i>No Nitrófilas</i>				
<i>Amni visnaga</i>	0,000	0,001	0,000	6
<i>Arisarum simorrhinum</i>	0,050	0,050	0,050	6

Tabla 2. Inventarios florísticos donde se muestra: cobertura media de cada especie en cada inventario, valor asignado en función de la componente nitrógeno/fertilidad del suelo (N), riqueza, porcentaje, cobertura y valor total de cobertura de cada subconjunto (continuación)

<i>Especies</i>	<i>Inv. n° 1</i>	<i>Inv. n° 2</i>	<i>Inv. n° 3</i>	<i>N</i>
<i>No Nitrófilas</i>				
<i>Avena fatua</i>	0,000	0,000	0,175	6
<i>Cynoglossum creticum</i>	0,001	0,050	0,000	6
<i>Euphorbia exigua</i>	0,000	0,001	0,000	6
<i>Foeniculum vulgare</i>	0,000	0,050	0,001	6
<i>Helianthus annuus</i>	0,001	0,000	0,000	6
<i>Piptatherum miliaceum</i>	0,000	0,001	0,000	6
<i>Vicia sativa</i>	0,000	0,000	0,001	6
<i>Vinca difformis</i>	0,000	0,001	0,000	6
<i>Aristolochia paucinervis</i>	0,001	0,000	0,000	5
<i>Ferula communis</i>	0,050	0,000	0,000	5
<i>Mantisalca salmantica</i>	0,000	0,000	0,001	5
<i>Tamus communis</i>	0,000	0,001	0,001	5
<i>Urginea maritima</i>	0,000	0,000	0,050	5
<i>Rosa canina</i>	0,001	0,000	0,000	4
<i>Rubia peregrina</i>	0,050	0,000	0,000	4
<i>Asparagus acutifolius</i>	0,001	0,001	0,050	3
<i>Pistacia lentiscus</i>	0,001	0,000	0,001	3
<i>Asparagus albus</i>	0,001	0,000	0,000	2
<i>Olea europaea sylvestris</i>	0,000	0,001	0,001	2
Suma cobertura no nitrófilas	0,532	0,532	0,706	
Nº especies no nitrófilas	11	11	11	22
Porcentaje de Especies por subconjuntos (N)				
Especies nitrófilas	52,17%	54,17%	59,26%	
Especies no nitrófilas	47,83%	45,83%	40,74%	
Cobertura por subconjuntos (N)				
Suma de cobertura nitrófilas	0,480 (47,43%)	1,332 (71,46%)	1,433 (66,99%)	
Suma de cobertura no nitrófilas	0,532 (52,57%)	0,532 (28,54%)	0,706 (33,01%)	
Suma total de inventario	1,012	1,864	2,139	

Fuente: Elaboración propia.

es en el 2 y 3, donde cabe apreciar que al menos tres cuartas partes del valor total están compuestas por especies indicadoras de suelos ricos en N. Por consiguiente, cabe destacar el desarrollo geocológico de las especies que requieren suelos nitrogenados, pues su riqueza dentro de la comunidad florística y su grado de desarrollo (cobertura) son superiores a los de las especies que no son bioindicadores de suelos fértiles (N).

4.2.3. Tratamiento aplicado a la combinación de las variables humedad edáfica (F) y riqueza en nitrógeno/fertilidad del suelo (N)

Al analizar detalladamente ambas tablas (1 y 2) destaca la cobertura de especies que albergan valores altos en las variables analizadas (F y N), así como de otras especies higrófilas de escasa cobertura con valores altos en N. Por consiguiente, a priori, se podría constatar que la comunidad estudiada está dominada por especies de carácter higrónitrófilo. Para ello se ha procedido a realizar una agrupación en nuevos subconjuntos en función de la aplicación de los valores indicadores de Ellenberg. En el presente caso se ha trabajado con cuatro subconjuntos a partir de la siguiente combinación de valores aplicados para las variables F y N:

- Higrónitrófilas: $F \geq 7$, $N \geq 7$.
- Higrófilas no nitrófilas: $F \geq 7$, $N \leq 6$.
- Nitrófilas no higrófilas: $F \leq 6$, $N \geq 7$.
- No higrófilas ni nitrófilas (zonales): $F \leq 6$, $N \leq 6$.

En función de la aplicación de este criterio, la matriz obtenida es la que figura en la Tabla 3. Los resultados tienden a corroborar, al menos en parte, las hipótesis planteadas, pues las especies con mayor grado de cobertura son las incluidas en el subgrupo higrónitrófilas; ello a pesar de que en número de especies (riqueza) no sea el grupo mejor representado. Las especies incluidas en los subgrupos nitrófilas no higrófilas y no higrófilas ni nitrófilas albergan la mayor riqueza de la comunidad estudiada, aunque su contribución a la cobertura es inferior, sobre todo en el inventario 3.

Desde el punto de vista de una interpretación fitogeográfica cabe resaltar la diferencia entre el tipo de vegetación del arroyo Aceitero, más parecida a una comunidad propia de barrancos frescos nitrificados sin llegar a ser estrictamente ramblas, que a una comunidad propia de arroyos de caudal irregular ya que, en ese otro caso, con una representación más evidente de vegetación riparia, las especies higrófilas no nitrófilas – la mayoría de árboles y grandes arbustos de riberas y ramblas que forman comunidades en la cuenca media del Guadaíra – debería presentar valores mucho más relevantes, tanto en el número de especies como, sobre todo, en cobertura.

Tabla 3. Inventarios florísticos donde se muestra: cobertura media de cada especie en cada inventario, valor asignado en función de las componentes F y N, riqueza, porcentaje, cobertura y valor total de cobertura de cada subconjunto

<i>Especies</i>	<i>Inv. n° 1</i>	<i>Inv. n° 2</i>	<i>Inv. n° 3</i>	<i>F</i>	<i>N</i>
<i>Higronitrófilas</i>					
<i>Mentha suaveolens</i>	0,000	0,001	0,000	10	7
<i>Ranunculus ficaria</i>	0,000	0,050	0,000	10	7
<i>Arum italicum</i>	0,050	0,175	0,175	8	7
<i>Conium maculatum</i>	0,050	0,000	0,000	8	7
<i>Urtica membranacea</i>	0,000	0,000	0,375	7	9
<i>Mercurialis ambigua</i>	0,000	0,000	0,050	7	8
<i>Mandragora autumnalis</i>	0,001	0,001	0,001	7	7
<i>Oxalis pes-caprae</i>	0,175	0,625	0,625	7	7
<i>Ranunculus muricatus</i>	0,000	0,000	0,050	7	7
Suma cobertura higronitrófilas	0,276	0,852	1,276		
Nº especies higronitrófilas	4	5	6	9	9
<i>Higrófilas no nitrófilas</i>					
<i>Tamus communis</i>	0,000	0,001	0,001	8	5
<i>Tamarix gallica</i>	0,375	0,375	0,375	10	5
<i>Aristolochia paucinervis</i>	0,001	0,000	0,000	8	5
<i>Amni visnaga</i>	0,000	0,001	0,000	7	6
<i>Rosa canina</i>	0,001	0,000	0,000	7	4
<i>Vinca difformis</i>	0,000	0,001	0,000	9	6
Suma cobertura higrófilas no nitrófilas	0,377	0,378	0,376		
Nº especies higrófilas no nitrófilas	3	4	2	6	6
<i>Nitrófilas no higrófilas</i>					
<i>Parietaria judaica</i>	0,000	0,001	0,000	6	9
<i>Urtica urens</i>	0,050	0,000	0,000	6	8
<i>Galium aparine</i>	0,000	0,001	0,001	6	7
<i>Stellaria media</i>	0,000	0,000	0,001	6	7
<i>Torilis arvensis</i>	0,000	0,375	0,050	6	7
<i>Geranium robertianum</i>	0,050	0,000	0,000	5	8
<i>Allium neapolitanum</i>	0,050	0,050	0,050	5	7
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	0,001	0,000	0,000	5	7
<i>Ecballium elaterium</i>	0,001	0,000	0,000	5	7

Tabla 3. Inventarios florísticos donde se muestra: cobertura media de cada especie en cada inventario, valor asignado en función de las componentes F y N, riqueza, porcentaje, cobertura y valor total de cobertura de cada subconjunto (continuación)

<i>Especies</i>	<i>Inv. n° 1</i>	<i>Inv. n° 2</i>	<i>Inv. n° 3</i>	<i>F</i>	<i>N</i>
<i>Nitrófilas no higrófilas</i>					
<i>Malva hispanica</i>	0,000	0,001	0,001	5	7
<i>Malva sylvestris</i>	0,001	0,000	0,000	5	7
<i>Beta vulgaris</i>	0,000	0,050	0,001	4	9
<i>Bryonia dioica</i>	0,000	0,000	0,001	4	8
<i>Carduus pycnocephallus</i>	0,000	0,001	0,001	4	7
<i>Carduus tenuiflorus</i>	0,001	0,000	0,000	4	7
<i>Diplotaxis muralis</i>	0,050	0,001	0,050	4	7
<i>Silybum marianum</i>	0,000	0,000	0,001	4	7
Suma cobertura nitrófilas no higrófilas	0,204	0,480	0,157		
Nº especies nitrófilas no higrófilas	8	8	10	17	17
<i>No higrófilas ni nitrófilas</i>					
<i>Rubia peregrina</i>	0,050	0,000	0,000	6	4
<i>Arisarum simorrbinum</i>	0,050	0,050	0,050	5	6
<i>Foeniculum vulgare</i>	0,000	0,050	0,001	5	6
<i>Helianthus annuus</i>	0,001	0,000	0,000	5	6
<i>Piptatherum miliaceum</i>	0,000	0,001	0,000	5	6
<i>Vicia sativa</i>	0,000	0,000	0,001	5	6
<i>Ferula communis</i>	0,050	0,000	0,000	5	5
<i>Mantisalca salmantica</i>	0,000	0,000	0,001	5	5
<i>Urginea maritima</i>	0,000	0,000	0,050	5	5
<i>Avena fatua</i>	0,000	0,000	0,175	4	6
<i>Cynoglossum creticum</i>	0,001	0,050	0,000	4	6
<i>Euphorbia exigua</i>	0,000	0,001	0,000	4	6
<i>Asparagus acutifolius</i>	0,001	0,001	0,050	4	3
<i>Pistacia lentiscus</i>	0,001	0,000	0,001	4	3
<i>Olea europaea sylvestris</i>	0,000	0,001	0,001	4	2
<i>Asparagus albus</i>	0,001	0,000	0,000	3	2
Suma cobertura no higrófilas ni nitrófilas	0,155	0,154	0,330		
Nº especies no higrófilas ni nitrófilas	8	7	9	16	16

Tabla 3. Inventarios florísticos donde se muestra: cobertura media de cada especie en cada inventario, valor asignado en función de las componentes F y N, riqueza, porcentaje, cobertura y valor total de cobertura de cada subconjunto (continuación)

<i>Especies</i>	<i>Inv. n° 1</i>	<i>Inv. n° 2</i>	<i>Inv. n° 3</i>
Porcentaje de especies por subconjunto (F, N)			
Especies higronitrófilas	17,39%	20,83%	22,22%
Especies higrófilas no nitrófilas	13,04%	16,67%	7,41%
Especies nitrófilas no higrófilas	34,78%	33,33%	37,03%
Especies no higrófilas ni nitrófilas	34,78%	29,17%	33,33%
Cobertura por subconjunto (F, N)			
Suma de cobertura higronitrófilas	0,276 (27,27%)	0,852 (45,71%)	1,276 (59,65%)
Suma de cobertura higrófilas no nitrófilas	0,377 (37,25%)	0,378 (20,28%)	0,376 (17,58%)
Suma de cobertura nitrófilas no higrófilas	0,204 (20,16%)	0,480 (25,75%)	0,157 (7,34%)
Suma de cobertura no higrófilas ni nitrófilas	0,155 (15,32%)	0,154 (8,26%)	0,330 (15,43%)
Suma total de inventario	1,012	1,864	2,139

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Caracterización a través de las interactividad Fitoindicación/Fitoacción

El análisis de interactividad Fitoindicación/Fitoacción (Fi/Fa) se ha aplicado a la comunidad vegetal estudiada, integrada por 27 especies repartidas en tres estratos (herbáceo, arbustivo y arborescente), todas ellas fitoindicadoras más o menos específicas de los diferentes factores mesológicos. No obstante, dicha comunidad solo cuenta con 8 especies que, en función de su abundancia-dominancia, morfología, fenología o productividad, pueden ser consideradas como fitoagentes (*Oxalis pes-caprae*, *Tamarix gallica*, *Urtica membranacea*, *Arum italicum*, *Allium neapolitanum*, *Asparagus acutifolius*, *Diploxys muralis* y *Mercurialis ambigua*) (Tabla 4).

La interactividad de ambos roles (pasivo y activo) en la configuración de esta agrupación vegetal es, con carácter general, ciertamente escasa (Fig. 7). En efecto, se obtienen valores óptimos de fitoindicación para ciertos factores que no se corresponden con el mismo grado en su rol fitoactivo. Ello resulta muy llamativo en el caso concreto del factor edáfico, donde se percibe que la comunidad florística es marcadamente edafófila (tal como indica el cortejo herbáceo) y además nitrófila, pues también se da un valor óptimo en el factor antrópico; sin embargo, el valor fitoactivo sobre el factor suelo es muy bajo. No se trata, en consecuencia, de una comunidad netamente edafófila compuesta por especialistas de un tipo de suelo específico con el que están interactuando en la génesis o desarrollo de un horizonte orgánico –como se podría pensar con solo

Tabla 4. Tabla de contingencia entre fitoindicación y fitoacción de la comunidad vegetal del arroyo Aceitero

Especies	Fitoindicación						AD	Fitoacción						
	climática	hídrica	geomorfológica	edáfica	biótica	antrópica		climática	hídrica	geomorfológica	edáfica	biótica	antrópica	
<i>Oxalis pes-caprae</i>				2		2	4							
<i>Tamarix gallica</i>		1	1	1			3							
<i>Urtica membranacea</i>				1,5		1,5	3							
<i>Arum italicum</i>		2					2							
<i>Avena fatua</i>				1		1	2							
<i>Allium neapolitanum</i>						1	1							
<i>Anisatum simonithum</i>	1						1							
<i>Asparagus acutifolius</i>	0,5				0,5		1							
<i>Diploxix muralis</i>				0,5		0,5	1							
<i>Mercurialis ambigua</i>				0,5		0,5	1							
<i>Ranunculus mucicatus</i>		0,3		0,3		0,3	1							
<i>Tonlis arvensis</i>				0,5		0,5	1							
<i>Urginea maritima</i>				1			1							
<i>Beta vulgaris</i>					0,1		+							
<i>Elyonia dióica</i>				0,05		0,05	+							
<i>Sylabum marianum</i>				0,05		0,05	+							
<i>Carduus pycnocephalus</i>				0,03		0,03	+							
<i>Foeniculum vulgare</i>	0,03			0,03		0,03	+							
<i>Galium aparine</i>				0,05		0,05	+							
<i>Malva hispanica</i>				0,05		0,05	+							
<i>Mandragora autumnalis</i>	0,03			0,03		0,03	+							
<i>Mantisalca salmantica</i>	0,03			0,03		0,03	+							
<i>Olea europaea sylvestris</i>	0,05				0,05		+							
<i>Pistacia lentiscus</i>	0,05				0,05		+							
<i>Stellaria media</i>				0,05		0,05	+							
<i>Tamus communis</i>		0,1					+							
<i>Vicia sativa</i>				0,05		0,05	+							
PROPORCIÓN	7%	15%	4%	37%	3%	33%		1,2	1,2	1,2	1,2	1,8	3	
VALOR		1	2	1	3	1	2	K=3	1	1	1	1	2	3

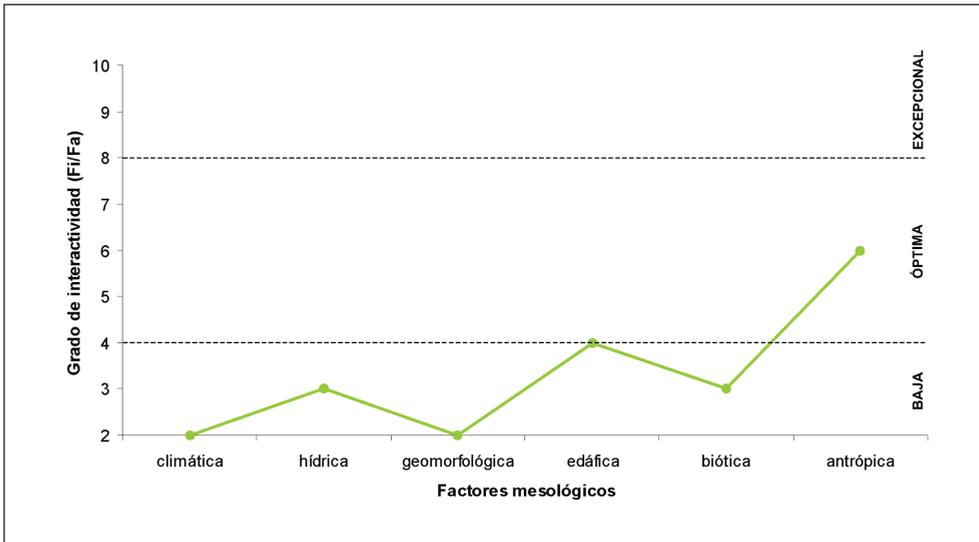


Figura 7. Interactividad entre fitoindicación y fitoacción de la comunidad vegetal del arroyo Aceitero.

Fuente: Elaboración propia.

atender a su rol fitoindicador–, sino de que su composición y grado de desarrollo está relacionado con la alteración de las condiciones del sustrato por concentración de nitrógeno ligado al uso ganadero extensivo y usos asociados.

Por consiguiente, el paisaje vegetal existente está marcadamente influenciado por las relaciones geoecológicas dimanantes, sobre todo, de la actividad agroganadera que se da actualmente.

5. Conclusiones

Atendiendo a la dinámica de la formación vegetal estudiada, se confirma que es relativamente joven, donde la mayoría de sus ejemplares albergan un DAP que oscila entre 5 y 15 cm. No obstante, también hay bastantes ejemplares con valores de DAP que oscilan entre 20 y 30 cm. Por consiguiente, se trata de una población que podría calificarse como “ecológicamente inmadura”, ya que no existe homogeneización en el grado de desarrollo fenotípico de su población, además los valores modales se agrupan en torno a intervalos alejados del valor de media mayor, por lo que se trata de una formación vegetal en “progresión geoecodinámica”. Este hecho se atribuye, en parte, a la fuerte competencia intraespecífica de la población de *Tamarix gallica* puesto que, como se dilucida de la aplicación de la clasificación sociológica de leñosas, las especies “dominantes” y “codominantes” destacan sobremanera respecto a los subconjuntos de “crecimiento libre” y “dominadas”. En este apartado, también resulta especialmente llamativo el tamaño del subconjunto de ejemplares dominados, que en gran parte engrosa la población modal definida por un parámetro de su porte, como es el diámetro de su fuste (DAP).

Por tanto, cabe señalar que en condiciones de alta luminosidad, termicidad y cierta salinidad *Tamarix gallica* no tiene un claro competidor ecológico con el que comparta nicho. Su alta competencia intraespecífica e interespecífica condiciona el desarrollo de un estrato leñoso arbustivo, y también subarbustivo, de los que carece esta unidad de paisaje vegetal.

En cuanto a la caracterización geoecológica, la comunidad florística del tarajal del arroyo Aceitero presenta cuatro subconjuntos en función del criterio bioindicador que, a su vez, ha sido definido por su nicho ecológico, el cual se ha analizado en función de las variables propuestas por la metodología de Ellenberg. Cabe destacar el subgrupo de especies denominadas “higronitrófilas”, cuyo valor bioindicador es alto para las variables F y N y que, si bien no albergan la mayor proporción de la riqueza total de la comunidad vegetal –oscila entre 17 y 22%, según inventarios–, presentan cobertura dominante en relación al resto de subgrupos –salvo en el inventario 1–, oscilando entre el 45 y 59% de la cobertura total.

La riqueza en especies estrictamente nitrófilas es bastante superior a la de especies estrictamente higrófilas –las que deberían ser potencialmente dominantes en este medio azonal–. Ello se explica por la existencia de un contenido alto de nitrógeno en el suelo que sustenta a la comunidad vegetal y que se asocia directamente con la actividad humana, que en el presente caso se asocia a una actividad ganadera intensiva (porcina) y extensiva (bovina y caprina) presente en el sector fluvial estudiado. No obstante, la mejor adaptabilidad a las condiciones de azonalidad hídrica presentes en este paisaje de ribera otorga a las especies higrófilas cierta dominancia en grado de cobertura sobre las estrictamente nitrófilas, a pesar de que su riqueza sea menor.

Las especies zonales definidas como “no higrófilas ni nitrófilas” que se aprecian claramente tanto en el cluster como en el tratamiento posterior son meramente testimoniales, ya que a la característica de azonalidad hídrica y edáfica –propia de medios fluviales– se une, en cierto modo, el alto contenido en nitrógeno aportado por la carga ganadera, así como una depredación selectiva que condiciona el desarrollo de aquellas especies peor adaptadas a las condiciones ambientales imperantes y cuya resiliencia es menor.

Ello, unido a la profunda presión antópica pretérita, actual, directa e indirecta a la que ha sido y, actualmente, es sometido el tarajal, explica el que se constaten importantes diferencias fitosociológicas y geoecológicas entre las comunidades florísticas asociadas a estas formaciones vegetales. La abundante presencia de herbáceas heliófilas y nitrófilas está estrechamente relacionada con el uso ganadero, pues éste condiciona la comunidad herbácea en una doble vertiente: ejerciendo una selectividad inducida por depredación, y aportando nitrógeno por medio de sus deposiciones.

A pesar de la diferencia de escala de aplicación, es muy reseñable la fuerte convergencia de resultados entre las metodologías aplicadas en el presente trabajo. Así, aunque en la aplicación de la metodología Ellenberg se ha empleado el conjunto de la comunidad inventariada mientras que la de Fi/Fa se ha tomado únicamente un inventario concreto, ambas convergen en el diagnóstico de que la comunidad es claramente nitrófila y condicionada por el factor antrópico en forma de uso ganadero extensivo. Por consiguiente, las dos propuestas no solo son perfectamente compatibles entre sí sino que, además, pueden complementarse mutuamente con el fin de mejorar de manera sustancial los posibles resultados que ambas ofrecen por separado.

Materiales

- Mapa Geológico de España. Serie Magna, 1:50.000. *Hoja 1021 “Morón de la Frontera”*. Instituto geológico y minero de España. (IGME). Madrid. 1974.
- Mapa Topográfico de Andalucía. 1:10.000, formato ráster. *Hoja 1021*. Instituto Cartográfico de Andalucía (ICA). Sevilla. 1999.

- Red de Información Ambiental de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla. 2000.
- Vuelo Ortofotográfico de Andalucía. 1:10.000. *Hoja 1021*. Instituto Cartográfico de Andalucía (ICA), Sevilla. 2002.

Agradecimiento

El presente trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración de Antonio Gavira Albarrán, José Rodríguez Díaz, Octavio Sánchez Ramos, Juan Pablo Morilla Cala y Rafael Álvarez (gestor de la Finca El Salado). También agradecer la aportación de los revisores de la revista *Geographica* por su colaboración en la mejora del presente trabajo.

Bibliografía

- Böhling, N., Greuter, W. y Raus, T. (2002) "Zeigerwerte der Gefäßpflanzen der Südgäis" en *Braun-Blanquetia*, 32, 3-107.
- Braun-Blanquet, J. y Maire, R. (1924) "Etudes sur la végétation et la flore marocaine (1^{er}e partie)". *Mem. Soc. Sci. Nat. Maroc*. 8.
- Braun-Blanquet, J. (1979) *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid: H. Blume ed.
- Calderón & Paul (1886) "La moronita y los yacimientos diatomáceos de Morón". *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*. T-XV, 477-493.
- Cámara, R. y Díaz del Olmo, F. (2013) "Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (I): Fundamentos metodológicos". *Estudios Geográficos*, 74/274, pp. 67-88.
- Diekmann, M. (2003) "Species indicator value as an important tool in applied plant ecology – a review". *Basic Appl. Ecol.*, 4, 493-506.
- Eiga, A. (1946) "Synopsis of the Phytosociological units of the Palestine". *Palest. Journ. Bot Ser.* III, 4.
- Ellenberg, H. (1974) "Zeigerwerte von Gefäßpflanzen Mitteleuropas". *Scripta Geobotanica*, 9, 1-97.
- Ellenberg, H. *et al.* (1992) "Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa". *Scripta Geobotanica*, 18, 1-258.
- Ferreras Chasco, C. (1986) "Los tarayales españoles y su significación paisajística". *Anales de Geografía la Universidad Complutense*. Nº 6. Ed. Universidad Complutense de Madrid.
- Gentry, H. (1982) "Patterns of neotropical plant species diversity". *Evolutionary Biology*, 15: 1-84.
- Gentry, H. (1988) "Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients". *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75: 1-34.
- Godefroid, S. y Dana, E. (2007) "Can Ellenberg's indicator values for Mediterranean plants be used outside their region or definition?". *Journal of Biogeography* 34, 62-68.

- Gómez Montblanch, D.C. (2007) *Dinámica reciente de la vegetación de ribera termomediterránea de la campiña de Sevilla: La olmeda del curso bajo del río Guadairilla*. (Tesis DEA). Fondo bibliográfico de la Universidad de Sevilla. Sevilla.
- Gómez Montblanch, D.C. & Meaza, G. (2011) "Interactividad fitoindicación /fitoacción. Aplicación en fresnedas de los ríos Cerneja (Burgos) y Guadaíra (Sevilla)". *Revista Lurralde*, 33: 15-36.
- Gómez Montblanch, D.C. (2011) *Medio Físico, Dinámica Geocológica, Paisaje vegetal y Ordenación de los recursos naturales de la campiña del río Guadaíra*. (Tesis Doctoral). Fondo bibliográfico de la Universidad de Sevilla. Sevilla.
- Gómez Montblanch y Meaza Rodríguez (2013) "Funcionalidad geocológica del tarajal (*Tamarix gallica*) del arroyo Aceitero (alto Guadaíra. Sevilla)". *Revista Lurralde: Investigación y Espacio*, nº 36. Servicio de publicaciones del Instituto Geográfico del País Vasco (INGEBA).
- Grime, J. (2002) *Plant strategies, vegetation processes and ecosystem properties*. Nueva York, Wiley & Sons.
- Harold, W. & Hocker, JR. (1984) *Introducción a la Biología Forestal*. AGT Editor. México.
- Hill, M.O., Mountford, J.O., Roy, D.B. y Bunce, R.G. (1999) *Ellenberg's indicator values for British plants*. ECOFACT vol. 2, Technical Annexe. Huntingdon: Centre for Ecology and Hidrology.
- Izco, J., Fernández, F. & Molina, A. (1984) "El orden *Tamaricetalia* y su ampliación con los tarayales hiperhalófilos". *Doc. Phytosoc.* 8, 377-392.
- 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)". *Las zonas de montaña: Gestión y Biodiversidad (VII Congreso Español de Biogeografía)*: 262-268. Lérida.
- Laguna, E.; Navarro Peris, A.; Ferrer Gallego, P.; Ferrando, I.; Escribá, M.C. & Albert, F. (2012) "Caracterización de la flora amenazada valenciana a partir del empleo de valores indicadores de Ellenberg". *Las zonas de montaña: gestión y biodiversidad (VII Congreso español de Biogeografía)*. 305-314. Lérida.
- Maire, R. (1940) "Etudes sur la végétation et la flore du Sahara Central". *Mem. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 3, 273-433.
- Malavé Acuña & Méndez Natera (2007) "Comparación de la composición lipídica en semillas de maní (*Arachis hypogaea* L.) usando técnicas multivariadas". *Revista UDO Agrícola*, 7 (1), 41-48. Cumaná, Venezuela.
- Meaza, G.; Alonso, M.; García Codrón, J.C.; García Abad, J.J.; Gómez Montblanch, D.C.; Gurrutxaga, M.; López, D. & Represa, A. (2011) "Aplicación de la metodología fitoindicación/fitoacción a diversas comunidades vegetales del entorno de Espinosa de los Monteros (Burgos)". *Paisajes de Transición y Gradientes Biogeográficos (XVI Jornadas de Campo de Biogeografía)*. Bilbao.
- 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).
- Pignatti, S., Ellenberg, H. & Pietrosanti, S. (1996) "Ecograms for phytosociological tables based on Ellenberg's Zeigerwerte". *Annali di Botanica*, 54, 5-14.

- Quezel, P. (1965) *La végétation du Sahara*. Gustav Fisher V. Stuttgart.
- Ruiz Reig & Baena coords. (1986) *Memoria de la hoja 1021 (Morón de la Frontera) del Mapa Geológico de España, 1:50.000*. Instituto Geológico y Minero de España (IGME).
- Schwabe, A.; Kratochwil, A. & Pignatti, S. (2007) "Plant indicator values of a high-phytodiversity country (Italy) and their evidence, exemplified for model areas with climatic gradients in the southern inner Alps". *Flora*, 202, 339-349.
- Valdés, B. coord. (1987) *Flora Vascular de Andalucía Occidental (3 volúmenes)*. Ed. Ketres Editora, Barcelona.
- Van der Maarel, E. (1993) "Relations between sociological-ecological species groups and Ellenberg indicator values". *Phytocoenologia*, 23, 343-362.
- Zohari, M. & Orzhansky, G. (1949) "Structure and Ecology of the vegetation in the Dead Sea region of Palestine". *Palest. Journ. Bot.* Ser.4.
- Zohari, M. (1976) "Geobotanical foundations of the Middle East". Stuttgart.