

# ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1 Objetivos .....	7
<b>2. ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>8</b>
<b>3. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
3.1 Obtención de datos.....	13
3.1.1 Descripción del procedimiento: .....	15
3.2 Tratamiento de datos.....	16
3.2.1 Determinación de la abundancia de especies: Variabilidad de individuos y variabilidad de especies. .....	17
3.2.2 Determinación de la densidad específica de las especies presentes por zonas. ....	18
3.2.3 Determinación de la densidad específica de las especies presentes clasificadas por tratamiento año y río de actuación.....	18
3.2.4 Determinación del ranking de densidad específica de especies presentes por río, año y tratamiento.....	19
3.2.5 Determinación del número de especies arbóreas por río, año, tratamiento y de la tasa de crecimiento según la altura y el diámetro.....	19
3.3 Revisión literaria.....	19
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
4.1 Descripción de los valores de abundancia de individuos y abundancia de especies por zonas de estudio. .....	21
4.1.1 Río Ebro .....	21
4.1.2 Río Gállego .....	31
4.1.3 Río Piedra .....	32
4.1.4 Río Flumen.....	35
4.2 Descripción de la densidad específica de las especies presentes en el total del estudio.	45
4.3 Descripción de la densidad específica de las especies presentes clasificadas por zonas.	46
4.3.1 Río Ebro .....	46

4.3.2 Río Flumen.....	56
4.3.3 Río Gállego .....	64
4.3.4 Río Piedra .....	66
4.4 Descripción de la densidad específica de las especies presentes clasificadas por tratamiento, año y río de restauración .....	70
4.4.1 Descripción por tratamiento de restauración.....	70
4.4.2 Descripción por año de actuación.....	74
4.4.3 Descripción por río. ....	78
4.5 Descripción de especies presentes por ránking de densidad específica en río, año y tratamiento de actuación.....	81
4.5.1 Especies por río. ....	81
4.5.2 Especies por año.....	82
4.5.3 Especies por tratamiento. ....	82
4.6 Descripción de especies arbóreas presentes en el estudio .....	84
4.6.1 Especies .....	84
4.6.2 Regresiones altura – diámetro.....	86
<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>92</b>
5.1 Cobertura vegetal por zonas de muestreo. ....	92
5.2 Descripción de la densidad específica de las especies presentes en el total del estudio. 93	93
5.3 Descripción de la densidad específica de las especies presentes clasificadas por tratamiento, año y río de restauración. ....	93
5.4 Descripción de especies presentes por ránking de densidad específica. ....	95
5.5 Árboles: Tasa de crecimiento de acuerdo a la clasificación transversal de especies arbóreas según González y García de Jalón (2006-2007).....	96
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>98</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>100</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>104</b>

## RESUMEN

Tras haber pasado un periodo de tiempo lo suficientemente amplio para estudiar la evolución de las restauraciones de riberas realizadas en la Depresión del Ebro, más concretamente en los ríos Ebro, Flumen y Gállego y en el Sistema Ibérico en el río Piedra, el presente Trabajo Fin de Grado se centra en la evaluación temporal de vegetación de estas restauraciones ecológicas.

El primer aspecto a determinar fue la cobertura vegetal, para ello se obtuvieron las abundancias de todas las especies presentes en el estudio. En cuanto a la evolución temporal de dicha cobertura se obtuvo que las actuaciones más modernas son las que mayor cobertura presentan, por lo que se puede concluir que el motivo del aumento es la intensificación de las plantaciones arbóreas en estos años. En cuanto a los tratamientos que mayor cobertura permiten son, en primer lugar, Construcción con plantación (CP) en zonas de playa y en segundo lugar Sustitución con plantación (SP), motivado también por la intensificación de las plantaciones.

Seguidamente con el objetivo de conocer la diversidad de especies se determinaron las densidades específicas de éstas. Una vez obtenidos estos parámetros se clasificaron según su fecha de actuación y se obtuvo que las especies en plantaciones más antiguas alcanzan mayores densidades específicas que en las más modernas, aunque tampoco muy superiores gracias a la intensificación de las plantaciones arbóreas en las más modernas. Por otra parte los tratamientos que más diversidad permiten son los de sustitución con plantación y los de construcción con plantación también gracias a la intensificación de las plantaciones arbóreas.

Como último punto, indicar que las especies presentes en las zonas estudiadas se corresponden a las expuestas por modelos teóricos tanto de zonación transversal como de evolución temporal expuestos por González M., García de Jalón D., y García de Jalón D., respectivamente.

**Palabras clave:** Restauración ecológica, diversidad, cobertura vegetal, distribución de especies, hidrogeomorfología, zonas de actuación.

## 1. INTRODUCCIÓN

Millennium Ecosystem Assessment (M.A 2005) sostiene que “Durante los últimos 50 años, los seres humanos han cambiado los ecosistemas más rápida y extensamente que en cualquier período comparable de la historia, en gran medida para satisfacer las crecientes demandas de alimentos, agua dulce, madera, combustible, etc.”. Por este motivo “No es suficiente conservar o proteger, es necesario restaurar” Comín (2010). La restauración ecológica es la encargada de llevar a cabo esta tarea, definida por la Sociedad de Restauración Ecológica como la actividad que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido S.E.R. (2004). Según sostiene Halme *et al.* (2013) su “objetivo es devolver el sistema a un estado anterior y la gestión activa es el medio adecuado para lograr este retorno”, teniendo en cuenta aspectos como el control de la erosión, la reforestación, la eliminación de especies no autóctonas, reintroducción de especies autóctonas, etc. (Yin R., Zhao M., 2011). La restauración ecológica se trata de una actividad relativamente joven (Halme P., *et al.* 2013) que está experimentando un gran auge en los últimos tiempos (Yin R., Zhao M., 2011).

Este documento se centra más concretamente en los ecosistemas riparios, sistemas que en Europa han sido alterados significativamente superando el 95% de llanuras de inundación degradadas (Gumiero B., Mant J., Hein T., Elso J., Boz B., 2013) siendo éstas últimas modificadas como consecuencia de la regulación de ríos o destruidas para convertirse en zonas de producción agraria, urbanas o industriales (Vasilopoulos G., Tsiripidis I., Karagiannakidou V., 2007). Es interesante restaurar ecosistemas riparios ya que aportan numerosas ventajas como la redistribución de sedimentos, cambios en la morfología del cauce, rejuvenecimiento de la vegetación, etc. (Gumiero B., *et al.* 2013) así como su participación en numerosos servicios ambientales como la fijación de carbono, incremento de la calidad de las aguas disminuyendo la contaminación, control de la erosión y avenidas, recreo, etc. (Moreno-Mateos D., Power M.E., Comín F.A., Yockteng R., 2013; Zhao P., Xia B., Hu Y., Yang Y., 2013). La actividad que se encarga de este cometido es la restauración de ríos y riberas, que según González M., García de Jalón D., (2001) “es o debe ser una aplicación multidisciplinar de la hidrología y de la ecología fluvial”, basada en dos ideas interrelacionadas según sostiene Trowbridge W.B.

(2007) “1) la identificación de lugares de referencia y 2) la restauración basada en procesos” y cuyo objetivo es recuperar los procesos físicos, químicos y biológicos anteriores a la destrucción o degradación del sistema (Moreno-Mateos D., *et al.* 2013). Este proceso no se trata de un proceso sencillo, no obstante en los últimos años han aumentado los casos de restauración, posiblemente como consecuencia del incremento de la preocupación por el deterioro de ecosistemas, aunque en muchas ocasiones sin demasiado éxito por la falta de experiencia y bibliografía disponible acerca de esta joven disciplina del campo de la restauración ecológica (González M., García de Jalón D., 2001).

Una de las etapas necesarias es evaluar la evolución de las restauraciones para valorar su éxito. La evaluación de los recursos es la base para la gestión y administración ambiental a largo plazo (Burger J., 2008). Algunas de sus metas son valorar la salud de los ecosistemas, conocer el éxito de las actuaciones con el objetivo de aportar conocimiento y experiencia para posteriores actuaciones y minimizar prácticas inadecuadas (Burguer J., 2008; Magdaleno F., Martínez R., 2011). Según sostiene González M., *et al.* 2001 “es necesario llevar a cabo evaluaciones de los proyectos de restauración con estudios después de los mismos, describiendo y cuantificando su efecto en todos los componentes del sistema”. Centrándonos definitivamente en el contenido de este Trabajo Fin de Grado (en adelante TFG), la evolución de la vegetación en tramos restaurados, la evaluación se hace necesaria por aspectos como: a) que la mayor parte de los recursos se centran en los programas de rehabilitación de vegetación riparia, b) ciertas especies pueden responder de diferentes modos según las técnicas de germinación, plantación o riego utilizadas, c) observar si la plantación se desarrolla adecuadamente, especialmente en las primeras etapas (Webb, A.A. and Erskine, W.D., 2003; González M., *et al.* 2001). Una desventaja de la evaluación son los largos períodos de tiempo que deben invertirse para obtener resultados, sin embargo pueden aportar información vital para el manejo de zonas restauradas (Webb, A.A. *et al.* 2003).

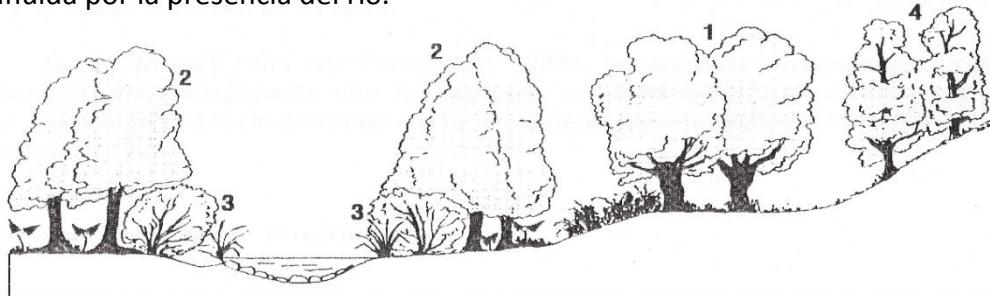
Este TFG está enfocado en restauraciones riparias llevadas a cabo en el tramo medio del río Ebro y tres de sus afluentes, tal y como se describe más extensamente en el apartado de área de estudio. La zona de estudio se caracteriza en líneas generales por la presencia de áreas de terraza, playas de nueva formación y llanuras de inundación.

Para llevara a cabo la evaluación de las zonas restauradas mencionadas anteriormente, las hipótesis que se argumentan son las siguientes:

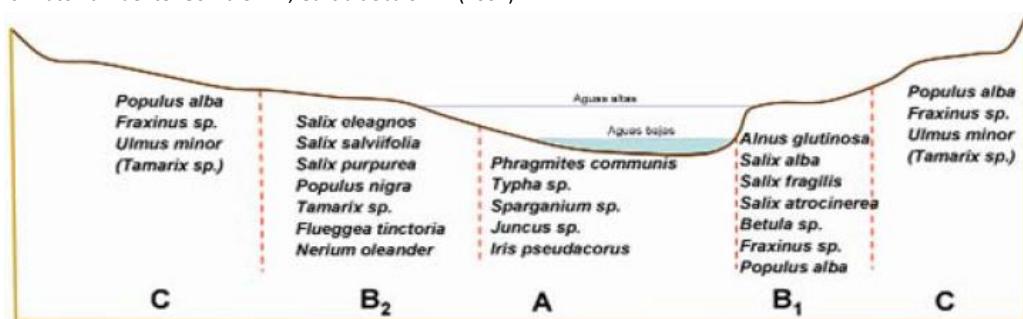
- Las zonas restauradas en función de su edad y de su menor tamaño con respecto a las zonas sin restaurar, se distribuyen transversalmente de un modo similar a lo expuesto por modelos teóricos de zonación transversal.
- Las zonas restauradas se ajustan a los modelos teóricos de evolución temporal de la vegetación de ribera.

Para comprobar las hipótesis se han escogido diferentes modelos teóricos de referencia de diferentes autores. Dichos modelos son los siguientes:

- Según González y García de Jalón (2001) se pueden designar dos grandes zonas según el tipo de vegetación: a) “Zonas de vegetación acuática: plantas que germinan únicamente en condiciones de humedad elevada y desarrollan su ciclo vegetativo, por lo menos en parte, dentro del agua” y b) “Zonas de vegetación riparia: en términos generales en la Península Ibérica la zona de vegetación rupícola queda caracterizada, en su parte más próxima a las aguas, por las saucedas o alisedas y más hacia el interior se desarrollan sucesivamente las fresnadas, alamedas y olmedas, y finalmente, la vegetación climatófila no influída por la presencia del río.”

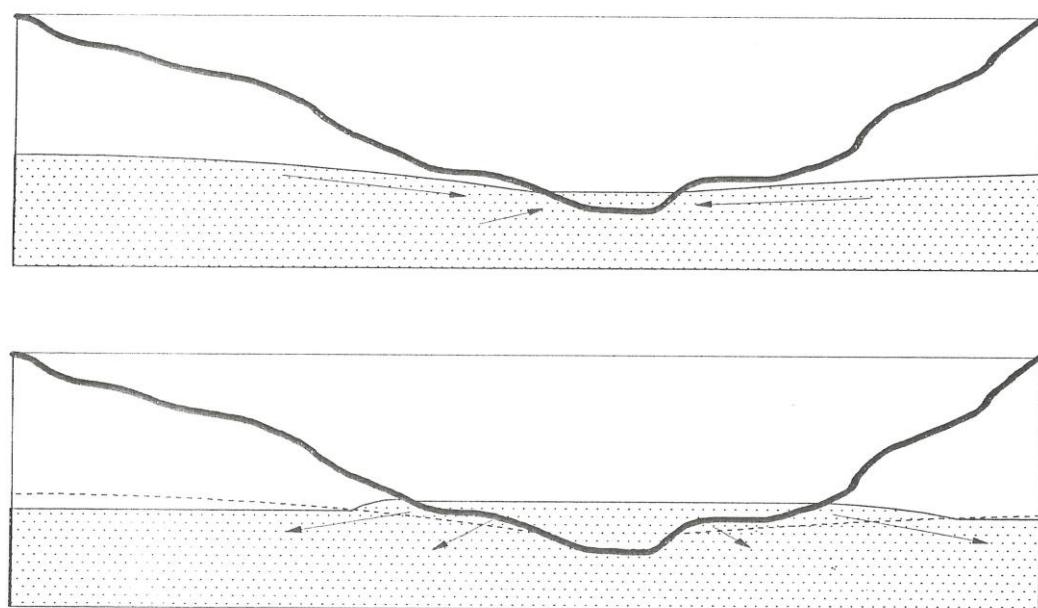


**Figura 1:** Ejemplo de zonación transversal de la vegetación: 1: Fresnadas, 2: Alisedas, 3: Saucedas, 4: Vegetación climatófila. Fuente: González M., García de Jalón D. (2001).



**Figura 2:** Distribución transversal de las especies en el cauce de un río. A: Zona acuática, B: Orillas y C: Taludes del cauce. Fuente González M., García de Jalón D. (2006-2007).

Los causantes principales de la estructura y disposición de la vegetación vistas en las figuras anteriores son los aspectos hidrológicos. La principal característica de las riberas fluviales es que poseen un nivel freático muy alto durante todo el año causado por: 1) Aporte hídrico del acuífero al río, representando la ribera el límite de una zona de descarga con la saturación del agua del suelo muy cercana a la superficie 2) Aporte hídrico que reciben las riberas por avenidas, actuando como zona de recarga dejando el nivel de agua del cauce por encima del nivel freático de la ladera (González y García de Jalón. 2001). (Figura 3).

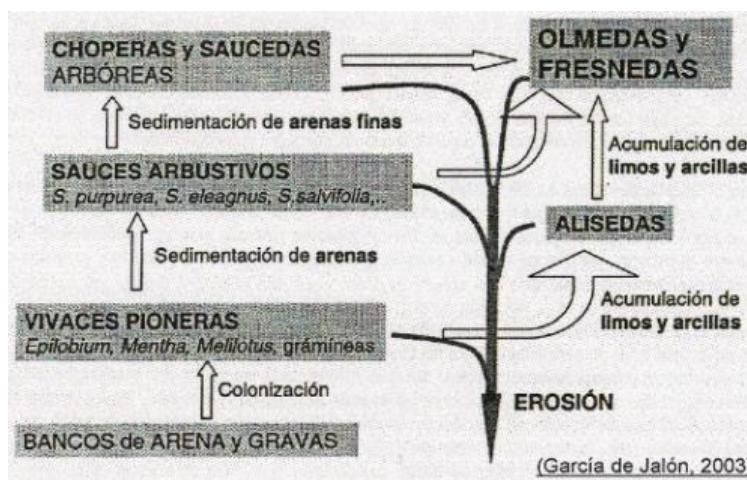


**Figura 3:** Flujos de agua en las riberas, actuando éstas como zonas de descarga o de carga de acuíferos. Extraído de García de Jalón 2001.

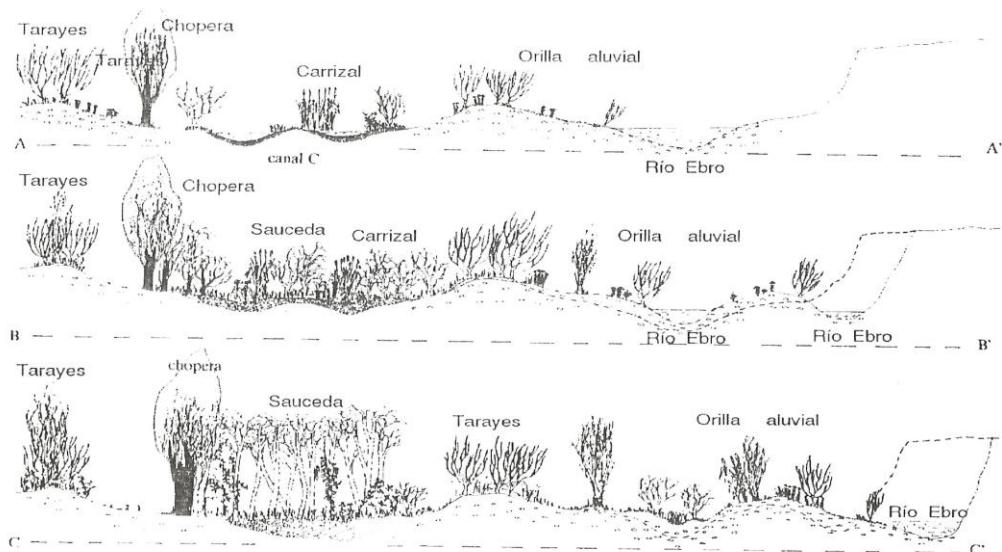
Debido a dichos aspectos hidrológicos la vegetación se zonifica del siguiente modo (González y García de Jalón. 2001):

- 1) Partes próximas al cauce y acuáticas: Especies de crecimiento y regeneración muy rápido como *Phragmites australis*, *Typha sp. etc.*
- 2) Ribera: Especies de mayor desarrollo, también de fácil regeneración y crecimiento rápido y con encharcamiento freático permanente. Son inundadas con avenidas ordinarias.
- 3) Soto y taludes: Especies de crecimiento más lento y mayor talla, inundadas por el río de forma más esporádica en avenidas extraordinarias. Se asientan sobre un suelo húmedo pero con mayor aireación que especies anteriores.

- Según García de Jalón D., la colonización de especies vegetales en una zona de ribera se ajusta a un proceso marcado según los procesos geomorfológicos de ribera, es decir, procesos asociados a perturbaciones como grades avenidas capaces de erosionar y sedimentar grandes cantidades de sólidos. Este proceso de erosión y sedimentación de sólidos determina la dinámica de las formaciones riparias como se puede observar en las figuras 4 y 5. Así pues este proceso también determina un incremento de la biodiversidad y la producción de los sistemas incrementándose conforme aumenta la disponibilidad de agua.



**Figura 4:** Interacciones entre los procesos geomorfológicos de erosión y sedimentación y dinámica de las formaciones riparias. En los tramos de sedimentación de arenas y gravas (Flechas blancas) comienza la colonización vegetal con vivaces y posteriormente con salicáceas, cuya rugosidad favorecerá el depósito de elementos cada vez más finos y la consiguiente formación de suelos aptos para alisedas, fresnedas y olmedas. Inversamente en las zonas sometidas a erosión creciente (flechas grises) el sistema radical de esta vegetación retraza la pérdida del sustrato de la ribera. Extraído de García de Jalón 2003.



**Figura 5:** Distribución transversal de diferentes formaciones de vegetación y distintas edades y grado de evolución, teniendo una dinámica espacial y temporal. Ilustración propia de la evolución de las comunidades vegetales en el Galacho de la Alfranca (Río Ebro). Fuente: González M., García de Jalón D. (2001).

- Según la teoría del equilibrio de biogeografía de islas elaborada por MacArthur R.H y Wilson E.O, la tasa de colonización de espacios intactos es muy elevada, por lo que en las primeras fases de colonización las especies serán distintas aumentando la diversidad de especies.

Finalmente indicar que el TFG tendrá los siguientes apartados: Área de estudio, donde se lleva a cabo una profunda descripción de las zonas; Material y métodos, completa explicación de los pasos llevados a cabo y los materiales utilizados para poder llevar a cabo el trabajo; resultados, apartado donde se exponen lo que se ha observado; Discusión, donde se interpretan los hallazgos y se comparan con los de otros autores; y finalmente conclusiones donde se exponen los principales hallazgos del trabajo.

## 1.1 Objetivos

Este trabajo presenta los siguientes objetivos:

- Objetivo general: el estudio de la evolución temporal de la vegetación en restauraciones ecológicas en riberas.
- Objetivos específicos:
  - Evaluar el grado de éxito de la revegetación de ribera con el tipo de vegetación transversal expuesta en los modelos teóricos anteriores.
  - Comprobar si existen diferencias en la recuperación de la vegetación riparia entre zonas de distinta hidrogeomorfología.
  - Comprobar si la biodiversidad se ajusta a los modelos teóricos de distribución temporal.

## 2. ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio está ubicada en la Cuenca del Río Ebro. La cuenca del Ebro tiene una superficie de 85,530 km<sup>2</sup>, y es la segunda cuenca hidrográfica más extensa de la Península Ibérica. El río Ebro es el segundo río de la Península Ibérica en longitud (930 km) y en aportación de agua al mar (ca. 12,000 hm<sup>3</sup> / año). (Magdaleno F. *et al.*, 2011). El sistema fluvial del Río Ebro es el más complejo de entre los peninsulares y el colector principal es su río más caudaloso (Espejo F., 2008).

Dentro de la Cuenca del Ebro el trabajo se centra en la Comunidad Autónoma de Aragón. A su vez, dentro de la cuenca se distinguen dos zonas geográficas: la Depresión del Ebro con el estudio del tramo medio Río Ebro, tramo medio y bajo del Río Flumen y tramo bajo del Río Gállego; y el Sistema Ibérico dentro de la comarca de la Comunidad de Calatayud con el estudio del tramo medio del Río Piedra.

La **depresión del Ebro** en cuanto a su geomorfología, “comprende una depresión erosiva central rodeada de zonas más elevadas” (Marín C. *et al.* 2013) que está rodeada por varios sistemas montañosos: al Norte Cordillera Cantábrica y Pirineos, al suroeste el Sistema Ibérico y al sur la Cordillera Costero-Catalana. (Espejo F. 2008) y posee un relleno de sedimentos continentales (Pérez A. *et al.* 1989) formados por arcillas, areniscas, calizas, yesos y limos (Marín C. *et al.* 2013). Climáticamente se trata de una franja clasificada como clima estepario frío según la clasificación climática de Köppen, con un rango de precipitación anual media que oscila entre los 200 y 400 mm. Los regímenes de viento tienen componente Este-Oeste y Oeste este fundamentalmente, con una velocidad media anual con valores entre 7 y 8 metros por segundo (I.G.N 2005).

Como se citaba anteriormente, dentro de la Depresión del Ebro el estudio se centra tres ríos:

**2.1 Rio Ebro:** el estudio de dicho río tuvo lugar dentro de la Reserva Natural de los Galachos de la Alfranca de Pastriz, La Cartuja y El Burgo de Ebro. Dentro de esta Reserva únicamente se estudiaron los Galachos de la Alfranca de Pastriz, en la margen izquierda y La Cartuja, en la margen derecha.

Dicha Reserva se encuentra en el tramo medio del valle del Ebro a pocos kilómetros aguas abajo de la ciudad de Zaragoza, sobre terrazas aluviales

formadas por el río y compuestas, mayoritariamente, por materiales calizos y silíceos arrastrados por el río, la uniformidad del material geológico y la escasa pendiente de este tramo, hacen que el cauce vaguee por la amplia llanura de inundación, dando lugar a abundantes meandros. Las especies vegetales predominantes son tamarices y sauces en zonas de playas de reciente deposición, céspedes en zonas de playa más estabilizadas y vegetación riparia como álamos y fresnos en terrazas. (Gobierno de Aragón)

**2.2 Río Gállego:** El río Gállego tiene su nacimiento en el Pirineo Central Aragonés (García-Ruiz J.M, Chueca J. y Julián A. 2004) y su cuenca drena una superficie aproximada de 4.000 km<sup>2</sup> desembocando en el río Ebro en las proximidades de la Ciudad de Zaragoza (Martín-Vide J.P., Ferrer-Boix C., Ollero A. 2010). El río Gállego atraviesa varios emplazamientos geomorfológicos desde el pirineo, pasando por las sierras interiores prepirenaicas, depresión interior y sierras exteriores prepirenaicas, hasta la Depresión del Ebro (Marín J.M<sup>a</sup>.). Dentro del emplazamiento del estudio (tramo bajo) el citado río atraviesa la Formación de yesos de Zaragoza (Benito G., Pérez-González A., Gutiérrez F. y Machado M<sup>a</sup>.J. 1996) formando un surco que está lleno de materiales sedimentarios detríticos aportados por el río a lo largo de su historia, estos depósitos condicionan la geomorfología dando lugar una serie de terrazas encajadas (Marcos A. 1991).

En cuanto al caudal y el clima, el río Gállego a su paso por el aforo de Zaragoza registra un valor medio de 13 m<sup>3</sup>/s el menor valor de toda la cuenca solo por detrás del aforo de Búbal. Media entre 01/10/1973 y 30/09/2006 (Confederación Hidrográfica del Ebro). En cuanto clima tiene grandes variaciones desde la cabecera hasta el tramo final donde se ubica la zona de estudio, la clasificación climática de Köppen de cabecera a tramo final es la siguiente: Clima frío sin estación seca, clima templado con verano seco, clima templado sin estación seca con verano suave y clima estepario frío en la zona de estudio (I.G.N 2005).

**2.3 Río Flumen:** El río Flumen tiene su nacimiento al oeste de la Sierra de Guara, más concretamente en la Sierra de Javierre, (Comín F. y Masip A. 2013) su cuenca drena aproximadamente 1430 Km<sup>2</sup> (Comín F.A., Sorando R.,

Darwiche-Criado N., García M., Masip A. 2013) y tiene su desembocadura en las proximidades del término municipal de Albalatillo, cercano a Sariñena. La cuenca del Flumen atraviesa dos emplazamientos geomorfológicos distintos, la Sierra de Guara en su tramo alto, la Depresión del Ebro en su tramo bajo (C.H.E) y está limitada por la Sierra de Alcubierre al sur-oeste (Comín F.A. *et al.* 2013). Dentro del emplazamiento de estudio el río Flumen atraviesa únicamente la Depresión del Ebro surcando zonas de litología blanda propias de dicha Depresión, aunque cabe citar que en ocasiones también atraviesa zonas de areniscas, más resistentes a la erosión. Más cercanamente al cauce del río se distinguen niveles de terraza y niveles de llanura de inundación formados por depósitos aluviales (Comín F.A. *et al.* 2013).

El área de estudio en este cauce tuvo lugar en los municipios de Sariñena, Grañén, Albalatillo y Barbués. En estos dos últimos se encuentran los aforos de caudales donde se registra una media de caudal de 6,4 y 1,4 m<sup>3</sup>/s respectivamente, en aumento conforme transcurre el curso del río (C.H.E).

Climáticamente la cuenca del río Flumen atraviesa dos franjas según Köppen: Clima templado sin estación seca y con verano caluroso en la cabecera y clima estepario frío en sus tramos medio y final, nuestra área de estudio (I.G.N 2005).

El **Sistema Ibérico** en la parte de la Comunidad de Calatayud presenta según Echeverría M.<sup>a</sup>.T. (2005 p.25) “una variedad topográfica y morfológica basada en una sucesión de sierras y corredores, con un rumbo noroeste-sudeste”, delimitados por la Depresión de Almazán al oeste y por la depresión del Ebro al Oeste (Echeverria M.<sup>a</sup>.T. 2005). El sistema formado por depresiones y macizos se divide en cinco unidades: La cuenca de Ariza, El ramal meridional de la Cordillera Ibérica zaragozana donde están incluidas las Sierras de Alhama y Nuévalos, los Montes de Ateca y la Sierra de Pardos, La Hoya de Calatayud, El ramal septentrional de la Cordillera Ibérica zaragozana donde están incluidas las sierras de la Virgen y de Vicor y El ramal septentrional de la Cordillera Ibérica zaragozana donde están incluidos La Fosa de Morés-El Frasno, la Sierra de la Camamila y la Fosa de Morata (Echeverría M.<sup>a</sup>.T. 2005). La litología está formada por rocas metamórficas y sedimentarias y los principales modeladores del terreno son los procesos de ladera y fluviales. (Echeverría M.<sup>a</sup>.T. 2005).

Climáticamente según la clasificación de Köppen la mayor parte del Sistema Ibérico en la Comarca Comunidad de Calatayud pertenece a la franja climática de clima frío con verano seco, aunque también pueden apreciarse otras franjas climáticas minoritarias como la de clima estepario frío y la de clima templado sin estación seca con verano caluroso. En cuanto al rango de precipitaciones, éste se establece mayoritariamente entre 400 y 600 mm (I.G.N. 2005).

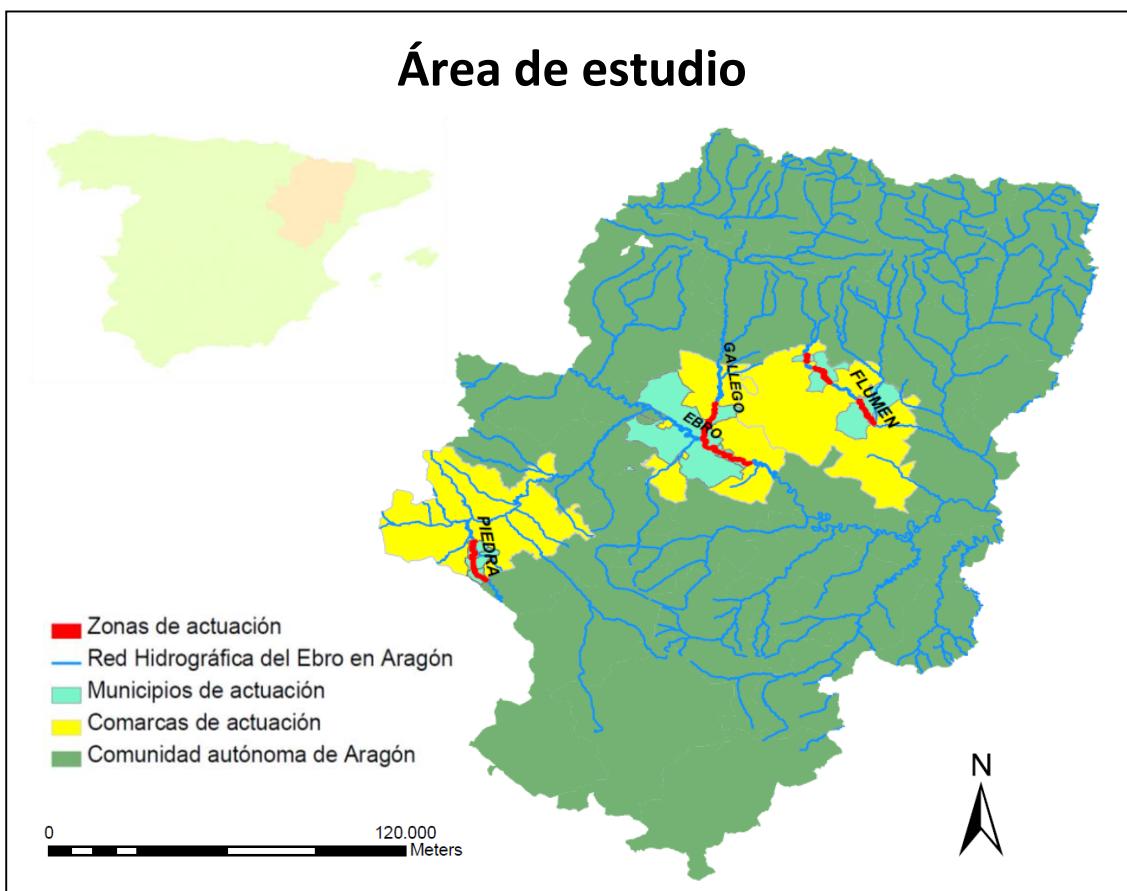
Dentro de esta área se ubica otra de las zonas de estudio, el Río Piedra.

**2.4 Río Piedra:** El Río Piedra tiene su nacimiento en la provincia de Guadalajara, más concretamente en las inmediaciones del municipio de Campillo de Dueñas aunque no tiene caudal regular hasta llegar a la localidad de Cimballa donde un acuífero Kárstico aporta agua al río (Vázquez-Urbez M., Pardo G., Arenas C., Sancho C. 2011). Su desembocadura se da en el Río Jalón, en las proximidades del municipio de Ateca. Su cuenca drena 1545 Km<sup>2</sup> (C.H.E) cruzando el Sistema Ibérico con orientación sur-norte (Vázquez-Urbez M., *et al.* 2011) y a su vez atravesando materiales calizos (Echeverría M.<sup>a</sup>.T. 2005) Dentro del emplazamiento de estudio. El estudio se realizó en las proximidades de las localidades de Cimballa, Llumes y Nuévalos, siendo en esta última localidad donde se encuentra el sistema de aforo más próximo a la zona de estudio marcando un valor medio de caudal de 1.6 m<sup>3</sup>/s (C.H.E.).

Climáticamente la zona de estudio se ubica en su totalidad según la clasificación de Köppen en la franja de clima frío con verano seco con un rango de precipitación de entre 400 y 600 mm (I.G.N. 2005).

Para finalizar indicar las distintas fechas de actuación en función de los ríos donde se llevaron a cabo restauraciones ecológicas: Río Flumen: Zona de Grañén, Sariñena y Albalatillo año 2011, Zona de Barbués año 2012; Río Ebro: Soto de Nis y Soto del Francés año 2005, Alfranca Años 1995-1996; Río Piedra año 2010; Río Gállego año 2005.

## Área de estudio



**Figura 6:** Mapa representativo de las zonas de actuación. En color verde el área de la Comunidad autónoma de Aragón. En color amarillo las comarcas de actuación, de izquierda a derecha Comarca de Calatayud, Comarca de Zaragoza y Comarca de Los Monegros. En color azul los municipios de actuación, de izquierda a derecha y en orden del flujo del río Cimballa, Monterde (Localidad de Llumes), Nuévalos, Zaragoza, Pastriz, El Burgo de Ebro, Barbués, Grañén, Sariñena y Albalatillo. Fuente: Elaboración propia.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1 Obtención de datos.

El proceso de toma de datos tuvo lugar en los meses de junio, julio y principios de agosto de 2013. La técnica de muestreo utilizada fue la denominada *Point Intercept*, esta técnica consiste en establecer una serie de transectos de forma perpendicular al cauce del río con el objetivo de obtener toda la diversidad transversal posible en cada zona de estudio. El número de transectos llevados a cabo así como la longitud de éstos estuvo ligado a las características hidrogeomorfológicas de las diferentes zonas de estudio.

Estas zonas de estudio se dividían en dos tipos:

- Zonas de playa, por lo general con amplitudes generalmente de 5 y 10 metros y mayor número de transectos.



Fotografía 1: ejemplo de zona de playa en las actuaciones llevadas a cabo en Sariñena.

- Zonas de terraza de inundación, por lo general con amplitudes de 10 a 50 metros y menor número de transectos.



Fotografía 2: ejemplo de terraza de inundación en las actuaciones llevadas a cabo en Sariñena.

En cuanto a la tipología de las zonas estudiadas son varías según las actuaciones y la naturaleza de las mismas. Se clasificaron en varios tipos:

- Zonas de referencia positiva (Ref +): Zonas con buena conservación de la vegetación, fundamentalmente formadas por playas de gravas aluviales.
- Zonas de referencia negativa (Ref -): Fundamentalmente choperas, tanto en proceso de explotación como choperas cuyos árboles han sido talados y no se ha hecho ninguna actividad posterior.
- Zonas de nueva construcción y posterior plantación (CP): Playas construidas artificialmente y posterior plantación de especies con el objetivo de ensanchar el cauce de los ríos. Es la estrategia de restauración ecológica más aplicada en riberas para que el río recupere su dinámica natural.
- Zonas de sustitución de vegetación y posterior plantación (SP): Zonas con desbroce de la vegetación existente en zonas de terrazas de inundación y posterior plantación de especies típicas de ribera.

- Zonas de nueva construcción y posterior colonización natural (CN): Mismo procedimiento que CP pero dejando actuar a la colonización natural de especies vegetales.
- Zonas de Sustitución de vegetación y posterior colonización natural (SN): Idéntico procedimiento a SP pero dejando actuar a la colonización natural de la vegetación.

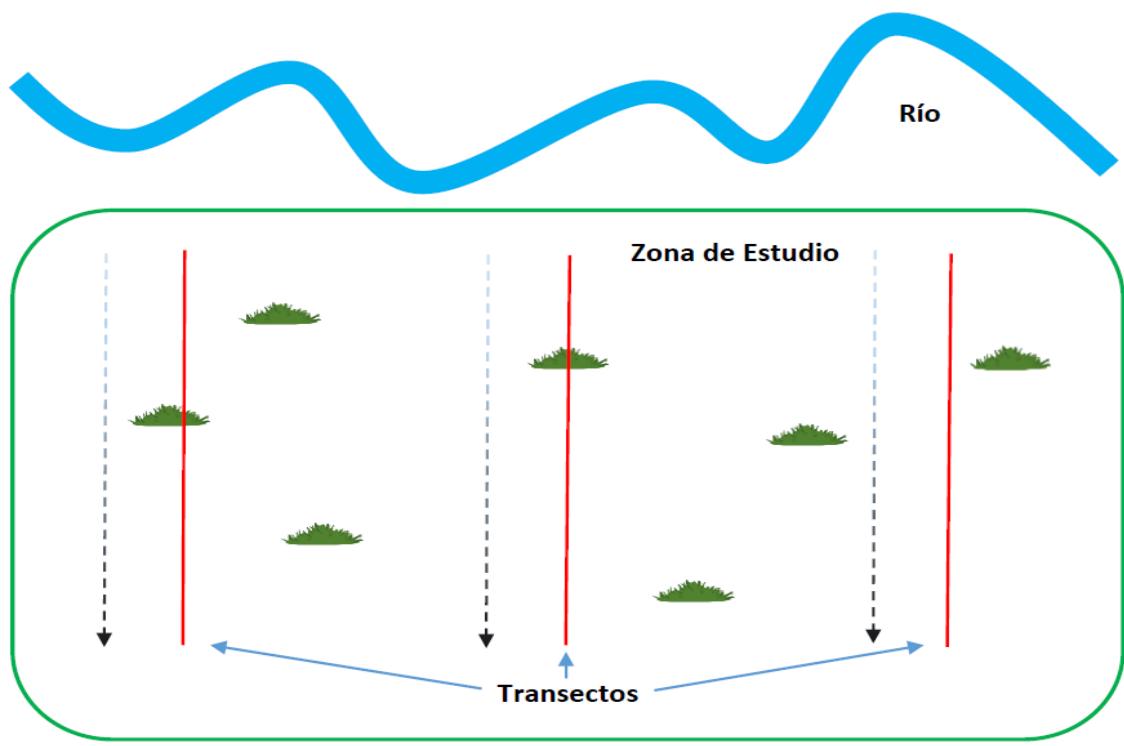
### 3.1.1 Descripción del procedimiento:

En primer lugar una vez se llegaba a la zona de estudio se identificaba su geomorfología, para de este modo poder determinar la naturaleza de la zona (playa, o terraza de inundación). Seguidamente se observaba y se determinaba la tipología de la zona de estudio según las actuaciones realizadas (Ref +, CP, SN, etc.).

Posteriormente y en consecuencia del primer paso se determinaban el número de transectos a realizar y su distancia. Una vez realizado este paso se extendía la cinta métrica con la distancia establecida y en línea recta con el objetivo de establecer el transecto, cuando ya estaba colocado y listo para el estudio se identificaban las coordenadas exactas del principio y final de éste mediante un GPS, con la finalidad de poder repetir ese mismo transecto en un futuro.

El paso final consistía en reflejar en un estadillo (Anexo 4) las especies vegetales presentes. En los estadillos se reflejaban aquellas especies herbáceas y arbustivas que se encontraban en contacto con la vertical de cada punto del transecto, a izquierda o derecha, cada 10cm. Para determinar las especies existentes más exactamente nos servíamos de una varilla recta en vertical, dicha varilla servía como referencia para localizar especies herbáceas de menor altura o rasterras que podían ser ocultadas por otras de mayor altura. El estadillo también contiene fichas dedicadas únicamente a los árboles, con la función de diferenciar entre individuos de menor porte de los de mayor, pues si coincidiese que ambos fuesen de la misma especie el de mayor porte podría ocultar en el transecto al de menor y los datos podrían no reflejar la realidad de los estratos de vegetación existentes.

Los materiales utilizados para hacer posible la recopilación de datos fueron: Cintas métricas (50, 15 y 3 metros), varilla recta, estadílicos donde se reflejaron los datos y GPS para obtener las coordenadas UTM.



**Figura 7:** Ilustración representativa de la toma de datos en cualquier zona del estudio. En color rojo los transectos establecidos para la toma de datos, siempre en perpendicular a la corriente del río; en línea discontinua la dirección en la que se toman los datos, siempre desde la zona más cercana al río a la zona más lejana. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2 Tratamiento de datos

Una vez terminados los muestreos de todas las zonas los datos reflejados en los estadílicos citados anteriormente, se transcribieron a una hoja de cálculo con el objetivo de crear una base de datos con la cual poder llevar a cabo su tratamiento.

Para obtener una base de datos representativa del área de estudio fue necesaria la correcta identificación de las especies muestreadas tanto conocidas como desconocidas con el objetivo de denominarlas científicamente, para éstas últimas fue necesario tomar partes identificativas como flores y hojas para hacer posible la identificación, gracias a bibliografía y en mayor parte gracias a la consulta de expertos del Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC.

Completados los pasos anteriores se procedió a acondicionar y dar formato específico para que de este modo se pudiesen tratar los datos con un programa informático.

Después de acondicionar la base de datos se llevaron a cabo diversos análisis estadísticos como por ejemplo estadística descriptiva y regresiones altura - diámetro en árboles. El programa utilizado para llevar a cabo los análisis previamente citados fue R, con la interfaz RSTUDIO para hacer más sencillo el trabajo (comandos en anexo 4).

### 3.2.1 Determinación de la abundancia de especies: Variabilidad de individuos y variabilidad de especies.

Con el objetivo de determinar la cobertura vegetal, la diversidad de especies y la distribución de estas dos variables a lo largo del transecto en cada una de las zonas muestreadas, se han elaborado una serie de gráficas en las que se representa la abundancia de individuos, la abundancia de especies y el índice relativo de abundancia. Como se citaba anteriormente la cobertura vegetal es determinada mediante la abundancia de individuos así como la diversidad de especies es determinada por la abundancia de individuos. Por otra parte el papel que juega el índice relativo de abundancia es determinar si existe gran variabilidad de especies o por el contrario son las mismas especies las que aparecen en una determinada zona. Para explicar más detalladamente lo descrito, a continuación se muestran la pauta seguida:

- Abundancia de especies: Suma del número de especies distintas presentes en la misma distancia de cada uno de los transectos realizados en cada zona. Fórmula:

$$\text{Abundancia de especies} = \sum n^{\circ} \text{ de especies}$$

- Abundancia de individuos: Suma del número de individuos presentes en la misma distancia de cada uno de los transectos realizados en cada zona.

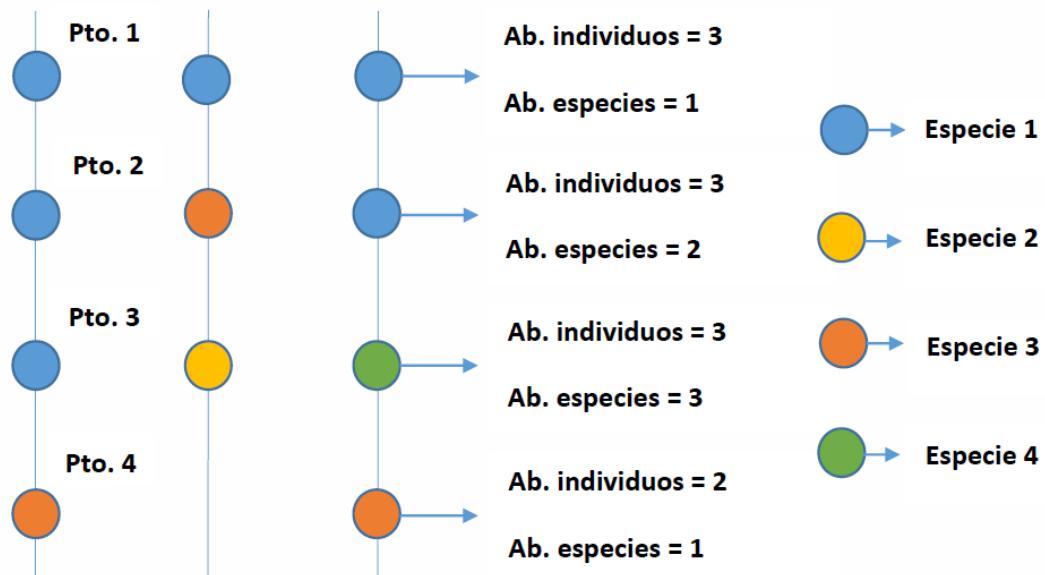
Formula:

$$\text{Abundancia de individuos} = \sum n^{\circ} \text{ de individuos}$$

- Índice relativo de abundancia: Resta de la abundancia de individuos menos la abundancia de especies y dividido por el número de transectos de cada zona para obtener el resultado a nivel de zona. Cuando el valor es igual a 0 indica que todas las especies son distintas en la misma distancia cada uno de los transectos realizados en la zona. Formula:

$$\text{Diferencia} = \frac{(Ab. \text{ de individuos} - Ab. \text{ de especies})}{n^{\circ} \text{ de transectos de la zona}}$$

## TRANSECTOS



**Figura 8:** Explicación de la obtención de la abundancia de individuos y la abundancia de especies. Para la obtención de resultados se realiza la suma en perpendicular a la dirección de los transectos en cada uno de los puntos. Fuente: Elaboración propia.

**3.2.2 Determinación de la densidad específica de las especies presentes por zonas.**  
 Para obtener la densidad específica de las especies presentes en cada zona, el procedimiento marcado para cada zona es obtener el cociente del número total de veces que aparece una especie en el total de los puntos de la zona dividido por el número total de puntos muestreados de la zona (Indicados en el anexo 1).

Indicar que la suma del número total de las densidades específicas de las especies de una zona no tiene por qué dar un resultado igual a 1, ya que varias especies pueden coincidir en un mismo punto.

**3.2.3 Determinación de la densidad específica de las especies presentes clasificadas por tratamiento año y río de actuación.**

El procedimiento es el mismo que el apartado anterior, con la diferencia de que en vez de ser las veces que aparece una especie en el total de los puntos de la zona es las veces que aparece una especie en el total de puntos de un determinado tratamiento, año o río y lo mismo ocurre con los puntos totales, éstos serán los puntos totales muestreados en un determinado tratamiento, año o río.

### 3.2.4 Determinación del ránking de densidad específica de especies presentes por río, año y tratamiento.

Procedimiento idéntico a los apartados anteriores salvo que se tienen en cuenta las veces que aparece una especie en el total de los puntos muestreados de todas las zonas, así pues los puntos totales son la suma de los puntos muestreados del conjunto de las zonas. El ránking cuenta con las 25 especies con mayor densidad específica.

### 3.2.5 Determinación del número de especies arbóreas por río, año, tratamiento y de la tasa de crecimiento según la altura y el diámetro.

No fueron necesarios cálculos específicos para la determinación del número de especies arbóreas por río, año y tratamiento ya que no hay densidades específicas, únicamente se relacionan variables de una base de datos con las especies, de este modo se puede determinar la presencia de una determinada especie en función de la variable escogida.

Si fueron necesarios los cálculos para poder obtener los resultados de la tasa de crecimiento altura-diámetro, para poder de este modo llevar a cabo las representaciones gráficas con el objetivo de explicar la velocidad de crecimiento de las especies arbóreas presentes según las siguientes fórmulas:

$$\text{Altura } (A) = \beta_0 + \beta_1 \cdot DBH \ (D) \rightarrow \log A = \beta_0 + \beta_1 \cdot \log D$$

\*DBH= Diameter at Breast Height (Diámetro a la Altura del Pecho)

Para transformar la función potencial de la primera fórmula en una relación lineal, se toman los logaritmos de ésta.

También fueron necesarios para determinar la relación altura diámetro ya que éstos son el cociente entre la altura de los individuos y su diámetro. En las gráficas que se mostrarán más adelante se representa la relación altura diámetro de todos los individuos de cada especie, al contrario que en las gráficas anteriores, donde solo se muestra la especie.

## 3.3 Revisión literaria

Las citas presentes en el trabajo se han podido reflejar gracias a la revisión literaria, parte de estas citas han sido obtenidas de bibliografía proporcionada por el Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC y otra parte gracias a los servicios a los que está adscrita la Universidad de Zaragoza como la *Base de datos del C.S.I.C, Scopus, Web of Science*,

*ScienceDirect*, etc. También fue necesaria la revisión literaria para la identificación de especies muestreadas, entre las que destaca la clave dicotómica “*Claves ilustradas de la Flora del País Vasco y territorios limítrofes*”.

## 4. RESULTADOS

4.1 Descripción de los valores de abundancia de individuos y abundancia de especies por zonas de estudio.

### 4.1.1 Río Ebro.

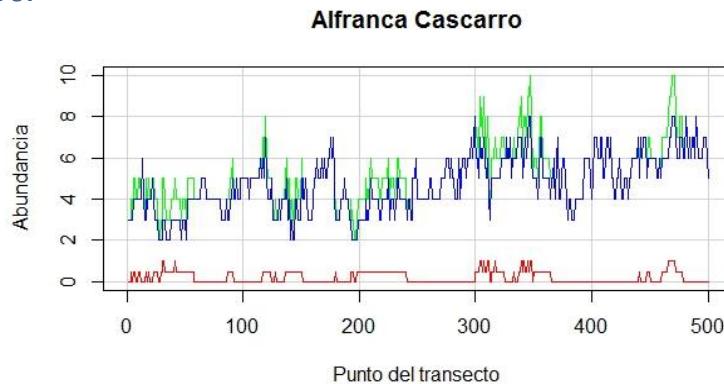


Gráfico 1: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 1) Alfranca Cascarro: En la gráfica representada existe una diferencia pequeña entre abundancia de individuos y abundancia de especies, los valores están en la mayor parte de los puntos entre 0 y 0.5 teniendo su valor máximo en 1. Cuando los valores son igual a 0 significa que todas las especies son distintas en al conjunto de los transectos y en el mismo punto y cuando son iguales a 0.5 quiere decir que hay diferencias de un punto entre abundancias de individuos y abundancia de especies. En cuanto a la tendencia general de la zona se puede apreciar un pequeño aumento a medida que discurre el número de puntos tanto de la abundancia de individuos como de especies.



Gráfico 2: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 2) Alfranca Cascarro II: En esta gráfica la diferencia entre la abundancia de individuos y de especies es mínima en la mayoría de la distancia representada, existiendo una diferencia de abundancias aproximadamente regular con un valor

de 0.5 y un valor máximo de uno. Esto se traduce en que en la mayor parte de la zona el mismo punto de cada transecto, alberga las mismas especies menos una que es diferente. En cuanto a la abundancia, tanto de individuos como de especies, se mantiene más o menos regular a lo largo de la distancia.



Gráfico 3: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 3) Alfranca Playa de Gravas: La diferencia entre la abundancia de especies y de individuos en esta gráfica es notable, mientras que la abundancia de individuos se mantiene constante entorno a un valor de 4, la abundancia de especies adopta valores irregulares que oscilan entre 1 y 4. En cuanto a la diferencia de las abundancias, adopta en la mayor parte de los puntos valores de entre 0.5 y 0.75, por lo que se puede concluir que solamente hay dos y tres especies distintas en el transecto respectivamente.

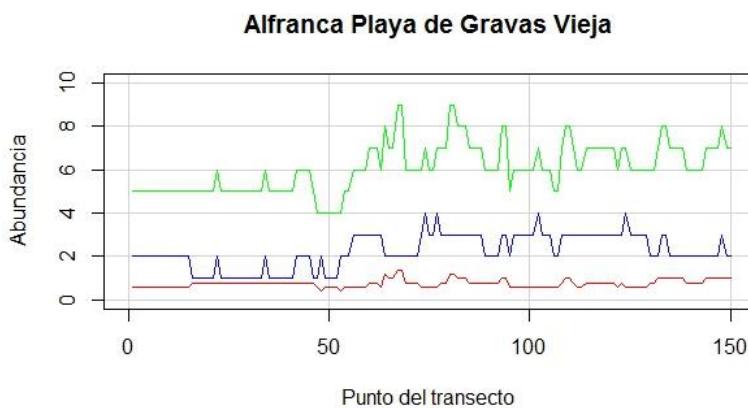


Gráfico 4: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 4) Alfranca Playa de Gravas Vieja: Al igual que la playa anterior la diferencia de valores entre la abundancia de individuos y abundancia de especies es notable, pero existe la diferencia de que la mayor parte de los valores de la abundancia

de especies están por encima del número de transectos que se realizaron en esta zona, por lo que se puede concluir que hay más de una especie en algunos puntos de los transectos realizados; además de esto los valores aumentan a medida que aumentan los puntos. Por otra parte la abundancia de especies se mantiene más o menos regular entorno a valores de 1 a 3 por lo que se puede determinar que predominan mayormente de dos a tres especies diferentes en la zona.



Gráfico 5: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 5) Alfranca Terraza: A diferencia que las zonas anteriores, en esta zona tanto la abundancia de individuos como abundancia de especies adoptan valores bastante más altos que los anteriores. En los 100 primeros puntos la diferencia entre ambas abundancias es más acusada que en los puntos siguientes, donde la diferencia empieza a reducirse. A lo largo del transecto ambas abundancias muestran una tendencia ligeramente decreciente, aun con todo esto se trata de una riqueza de especies más elevada ya que la abundancia de especies oscila entre valores de 3 y 9.

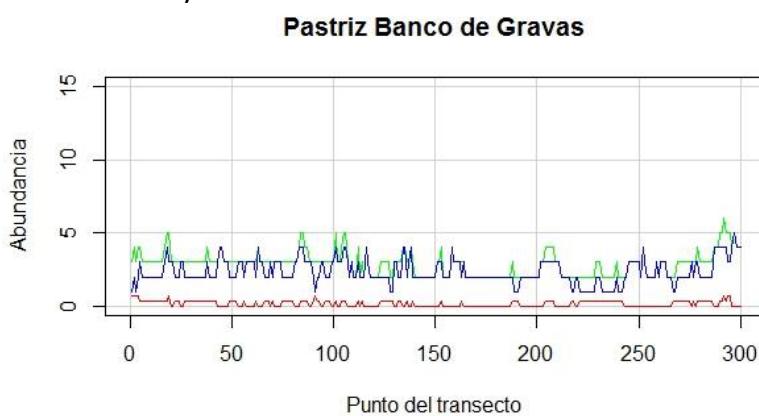


Gráfico 6: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

6) Pastriz Banco de Gravas: En esta grafica se puede apreciar que las dos abundancias adoptan valores parecidos, estando el valor de la diferencia de las abundancias entre 0 y 0.25, esto quiere decir que las diferentes especies no se repiten en cada uno de los transectos o lo hacen muy poco. Dentro de esta zona la abundancia de especies se sitúa en valores de entre 1 y 4, por lo que se obtiene que dominan fundamentalmente entre 1 y 4 especies. En cuanto a la tendencia general a lo largo del transecto se mantiene regular hasta los 25 últimos puntos donde experimenta un ascenso.

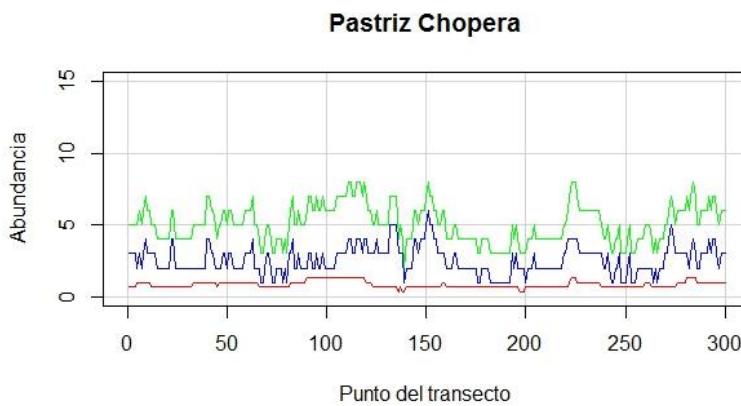


Gráfico 7: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

7) Pastriz Chopera: A diferencia que en la zona anterior los valores de abundancia de individuos y abundancia de especies son bastante diferentes y transcurren de forma paralela, por lo que los valores de la diferencia de ambas se mantiene bastante regular. Cabe destacar que en la mayor parte del gráfico los valores de la abundancia de especies están por encima del número de transectos realizados en la zona por lo que hay presente más de una especie por punto en cada transecto, por otra parte destacar que los valores de abundancia de especies están comprendidos fundamentalmente entre 2 y 4 por lo que en la zona dominan fundamentalmente de 2 a 4 especies. En cuanto a la tendencia general de las abundancias, tanto en la de individuos como en la de especies se mantiene constante conforme avanza el transecto.

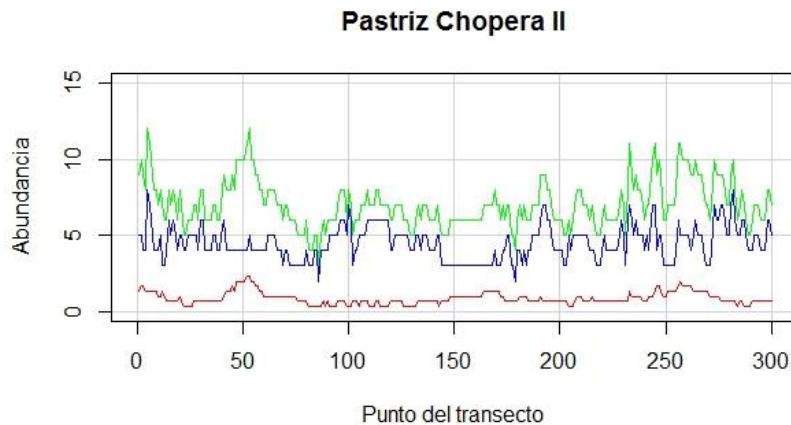


Gráfico 8: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

8) Pastriz Chopera II: Esta zona es bastante parecida a la anterior en cuanto a la distribución de las abundancias aunque no por sus valores. Los valores de abundancia de especies están entre 3 y 8 especies, por lo que hay un número mayor de especies. En cuanto a los valores de la abundancia de individuos también son mayores que la anterior oscilando entre 3 y 12, esto se traduce en que hay puntos en los que hay gran cantidad de especies presentes. Como curiosidad destacar que en el punto 51 según la abundancia de especies se obtiene un valor de 4 y según la abundancia de individuos se obtiene un valor de 12, esto se traduce en que los tres transectos realizados se repiten las 4 mismas especies. En los puntos 230, 245 y 260 también ocurre lo mismo aunque con un mayor número de especies. Por último citar que la tendencia de las abundancias al avanzar en los puntos se mantiene aproximadamente constante.

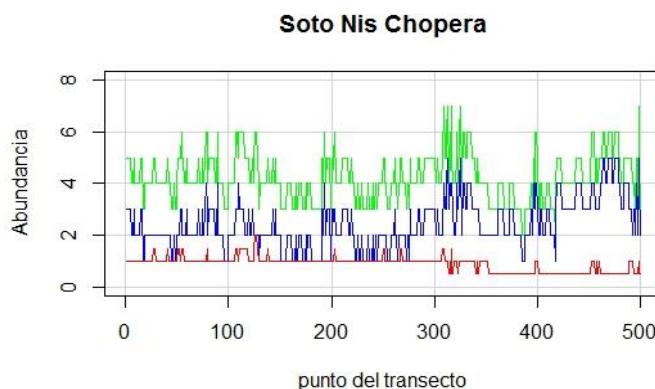


Gráfico 9: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

9) Soto de Nis Chopera: En esta zona el gráfico muestra unos valores de abundancia tanto de individuos como de especies bastante diferentes, aunque los valores de

la diferencia entre ambos se mantiene más o menos constante entorno a valores de 1 y 0.5, lo que significa en el caso de valores de 1 que las mismas especies se repiten en los dos transectos y en el mismo punto, y en el caso de 0.5 que se repiten la mayoría de las especies diferenciándose algunas de ellas. Citar que los valores de abundancia de especies oscilan entre 1 y 5, por lo que existen 5 especies predominantes en la zona. Para concluir citar que destaca que la abundancia de especies aumenta desde el inicio de los puntos hasta el final.

**Soto Nis Playa**



Gráfico 10: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

10) Soto de Nis Playa: Lo que se puede interpretar en este gráfico es que tanto la abundancia de individuos como la abundancia de especies se mantienen casi completamente constantes a lo largo de los puntos con valores de 4 y 2 respectivamente, por lo que el valor de la diferencia de ambas también se mantiene casi completamente constante entorno a un valor de 0.25, lo que indica que las dos especies están presentes en el mismo punto de ambos transectos.

**Soto de Nis playa II**

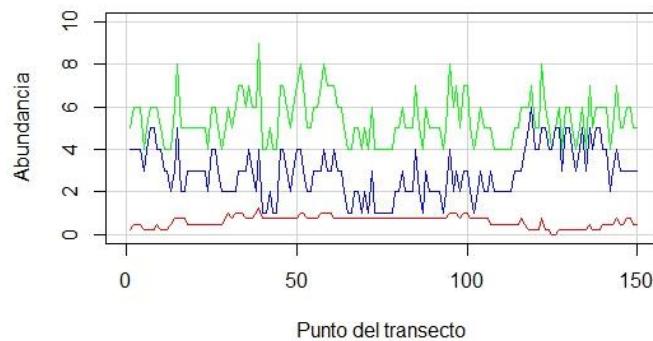


Gráfico 11: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

11) Soto de Nis Playa II: El gráfico de esta playa es completamente distinto a la playa anterior. El valor de la abundancia de especies oscila fundamentalmente entre 1 y 4, variando únicamente en los puntos finales en los que asciende hasta aproximadamente 5. Por otro lado el valor de la abundancia de individuos tiene valores por encima de los transectos realizados, dicho esto, el valor de la diferencia entre las abundancias citadas anteriormente se mantiene aproximadamente constante entorno a valores de 1, lo que quiere decir que en algún momento las especies aparecerán repetidas en el mismo punto de alguno de los transectos de la zona.

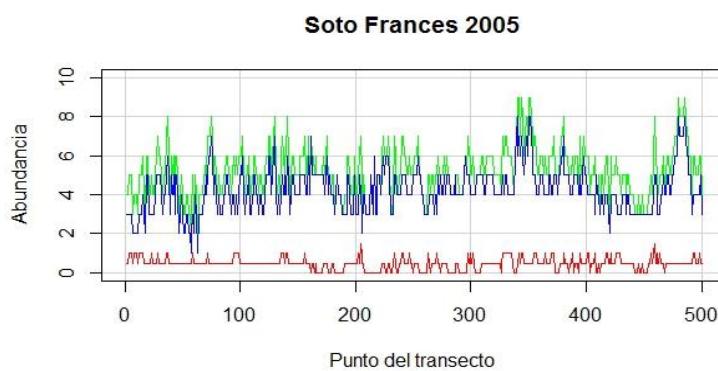


Gráfico 12: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

12) Soto Francés 2005: En esta zona se puede apreciar que no existe mucha variabilidad entre las abundancia de individuos y de especies, destacar que dentro de la abundancia de especies los valores oscilan entre 2 y 5, lo que quiere decir que fundamentalmente predominan de 2 a 5 especies. En cuanto a los valores de la diferencia de abundancias oscilan entre 1 y 0.5 fundamentalmente, lo que indica que la mayor parte de las especies pueden repetirse en el mismo punto de la zona.

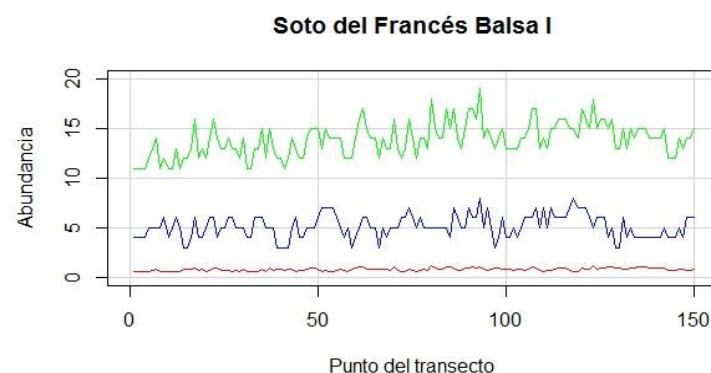


Gráfico 13: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

13) Soto del Francés balsa I: Según se puede apreciar en el gráfico los valores de abundancia de individuos y abundancia de especies transcurren relativamente paralelos a lo largo del transecto. A consecuencia de esto los valores de la diferencia de abundancias transcurren a lo largo del transecto en torno a valores de uno, por lo que se puede concluir que mayoritariamente aparecen las mismas especies en el mismo punto de los transectos en el conjunto de la zona. Para finalizar comentar que tanto los valores de abundancia de individuos como abundancia de especies ascienden a lo largo del transecto en cuatro y seis puntos respectivamente.

**Soto Frances Balsa II**

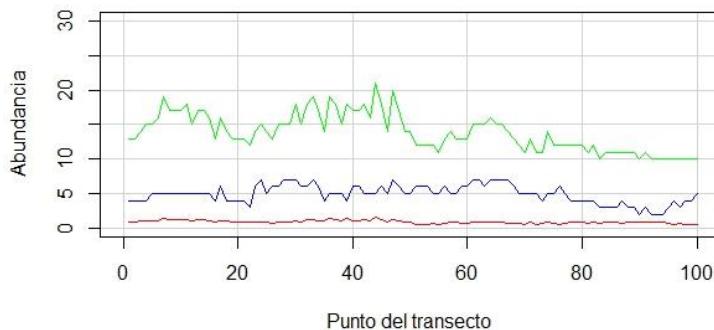


Gráfico 14: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

14) Soto Francés Balsa II: Como se puede ver en esta zona, el gráfico indica un paralelismo mayoritariamente continuo entre los valores de abundancia de individuos y abundancia de especies a lo largo del transecto. Como es lógico, los valores de la diferencia entre abundancias son cercanos a uno, lo que indica que en el mismo punto del transecto aparecen las mismas especies en el conjunto de la zona. En cuanto a la tendencia de los valores generales de abundancia, se mantienen constantes a lo largo del transecto con valores de abundancia de especies y que varían entre 4 y 7.

**Soto Frances Balsa Terraza 2**

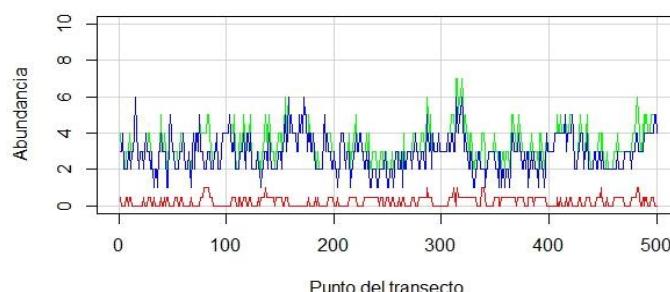


Gráfico 15: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

15) Soto Francés Balsa Terraza II: Esta zona se caracteriza por poseer tanto la abundancia de individuos como la abundancia de especies entorno a valores muy similares, lo que significa que los valores de la diferencia entre abundancias varían mayoritariamente entre valores de 0 y 0,5. Estos valores de la diferencia de abundancias, indican que en muchos casos las especies en el mismo punto de cada uno de los transectos son diferentes o se repiten muy pocas veces. En cuanto a la tendencia general de la abundancia de la zona se aprecia que se produce un pequeño aumento a lo largo de los puntos.

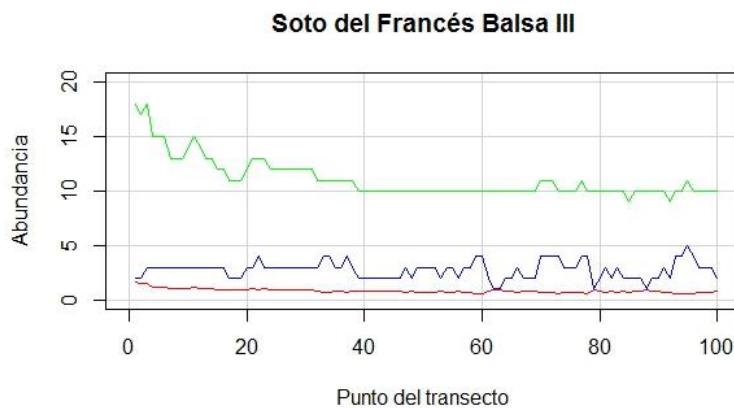


Gráfico 16: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

16) Soto Francés Balsa III: Lo más destacable en esta zona es que en los puntos iniciales del transecto, la abundancia de individuos toma valores bastante elevados sin ser muy elevados los de abundancia de especies, esto explica que la gran parte de las especies presentes aparecen en el mismo punto del transecto en el conjunto de la zona. A partir del punto 16 aproximadamente los valores son aproximadamente paralelos por lo que la diferencia entre ambas abundancias se torna en valores alrededor de uno indicando que mayormente las mismas especies se repiten en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona. En cuanto a la tendencia general de la zona, la abundancia de individuos desciende a lo largo de los puntos mientras que la abundancia de especies se mantiene constante.

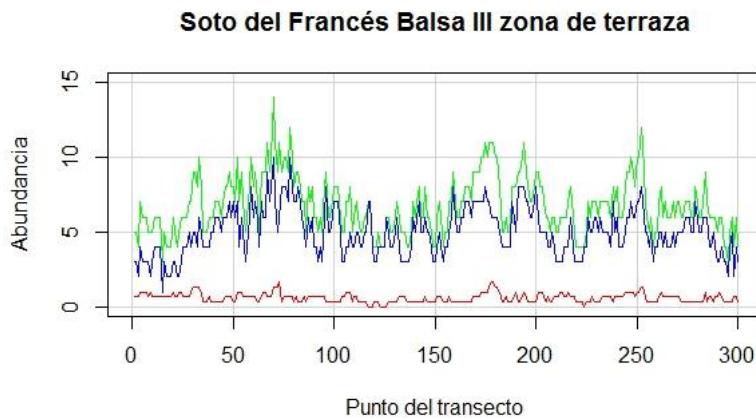


Gráfico 17: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

17) Soto Francés Balsa 3 Terraza: Como se puede apreciar en el gráfico los valores de la abundancia de individuos y abundancia de especies transcurren entorno a valores muy similares, exceptuando la diferencia de valores que hay entre los puntos 170 y 180. La primera descripción explica que la mayoría de especies se repiten en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona, mientras que la segunda explica que puede existir más de una especie en el mismo punto del transecto y se repiten a lo largo de la zona. En cuanto a la tendencia general de las abundancias se puede concluir que ambas dos transcurren regularmente a lo largo del transecto, con algunos picos de ascenso a medida que se va avanzando.

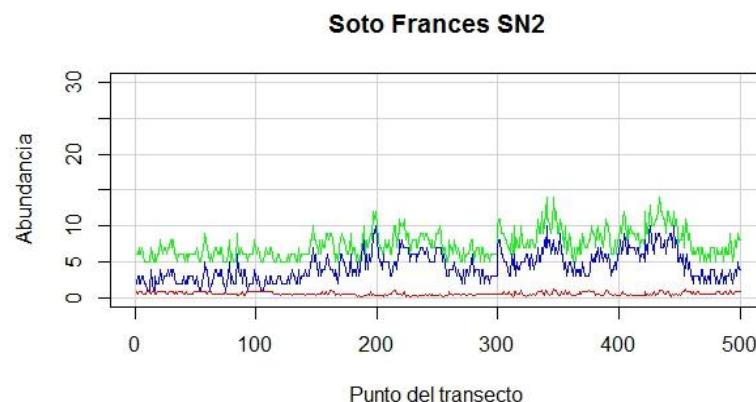


Gráfico 18: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

18) Soto Francés SN 2: En esta zona los valores de abundancia de individuos como abundancia de especies son distintos, pero siguen aproximadamente paralelos a lo largo de los puntos del transecto, razón por la que los valores de la diferencia de abundancias se mantenga regulares a lo largo del transecto entorno a valores

cercanos a uno, esto significa que en el conjunto global de la zona apenas hay diferencias entre especies en los puntos del transecto. La tendencia general de la abundancia es ligeramente ascendente a lo largo de los puntos del transecto.

#### 4.1.2 Río Gállego.

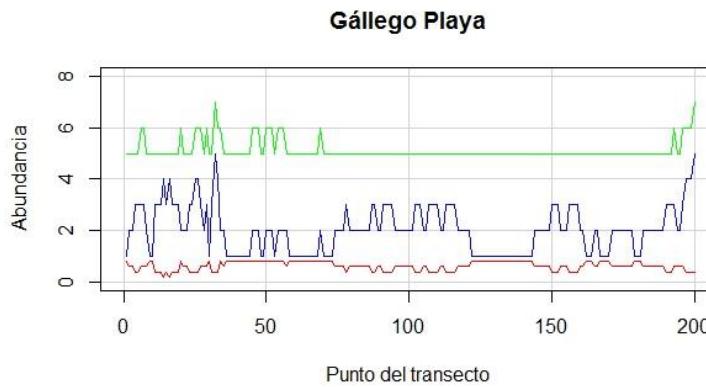


Gráfico 19: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 1) Gállego Playa: En esta zona destaca la regularidad de los valores a lo largo de los puntos de la abundancia de individuos, que oscilan entre 5 y 6, manteniéndose principalmente en 5. Por otra parte los valores de la abundancia de especies varían más con valores entre 1 y 3, esto significa que son tres las especies dominantes en la zona, que explicado con la regularidad de los valores de abundancia de individuos, se puede concluir que mayormente a en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona se repiten las mismas especies. Por último, para explicar la tendencia general de la abundancia se tendrá como referencia la abundancia de especies, cuya tendencia es claramente ascendente pasando de un valor de 1 al principio hasta un valor de 5 al final.

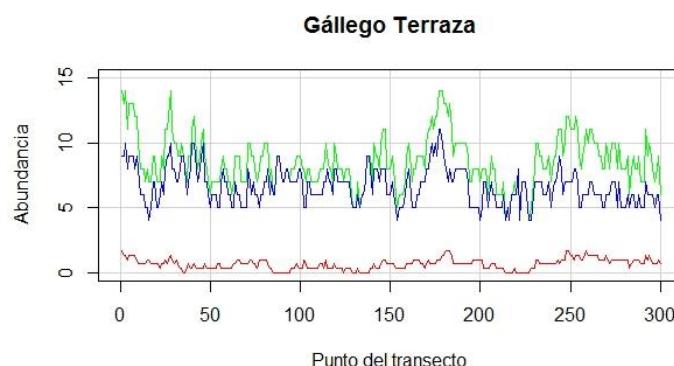


Gráfico 20: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 2) Gállego Terraza: En esta zona cabe destacar que los valores de abundancia de individuos como abundancia de especies transcurren a lo largo de los puntos

entorno a valores más o menos similares, quedando los valores de la diferencia de abundancias entre 0 y 1, por lo que se puede llegar a la conclusión de que a lo largo de cada uno de los transectos de la zona se intercalan los puntos en los cuales se repiten las mismas especies con los que no se repiten las especies. En cuanto a la tendencia general de la zona, los valores de la abundancia de especies disminuyen a medida que la distancia al cauce es mayor, pasando de 9 al principio hasta 4 al final, por lo que disminuye el número de especies a medida que se avanza en el transecto.

#### 4.1.3 Río Piedra

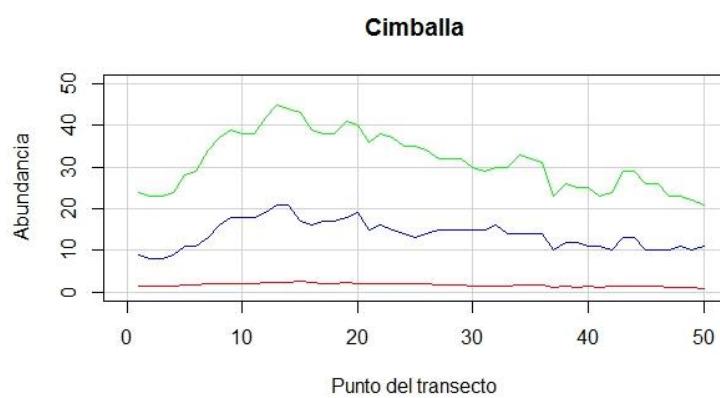


Gráfico 21: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 1) Cimballa: Destaca en esta zona el paralelismo casi total entre abundancia de individuos y abundancia de especies, dando lugar a unos valores constantes en la diferencia entre abundancias. Visto esto, se puede concluir que las mismas especies se repiten casi totalmente en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona. Para finalizar citar que la tendencia general de la abundancia de especies aumenta en los 20 primeros puntos del transecto, pero seguidamente desciende hasta concluir con aproximadamente el mismo valor con el que inicia, por lo que se puede concluir que el número de especies se aumenta en la parte intermedia del transecto.



Gráfico 22: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 2) Llumes playa: El gráfico de esta zona es bastante similar al de la zona anterior, incluidos los valores tan elevados de la abundancia de individuos. Los valores de abundancia transcurren fundamentalmente paralelos a lo largo de los puntos, por lo que los valores de la diferencia de abundancias se mantienen constantes, con esto se puede concluir que las mismas especies se repiten en el mismo punto de cada uno de los transectos de las zona. La tendencia general de los valores de abundancia de especies es de un ligero aumento a medida que se incrementan los puntos, por lo que se puede concluir que hay un pequeño aumento de las especies conforme aumenta el número de puntos del transecto.

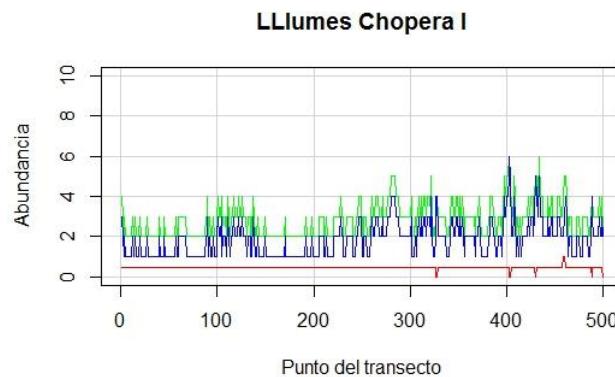


Gráfico 23: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 3) Llumes chopera: En el gráfico de esta zona destaca el paralelismo prácticamente total entre los valores de la abundancia de individuos y abundancia de especies, estos valores a su vez son muy parecidos entre abundancias. La consecuencia de este paralelismo es que el valor de la diferencia entre abundancias es prácticamente 1 en la totalidad del transecto, por lo que se puede concluir que las mismas especies se repiten en el mismo punto década uno de los transectos de la zona. En cuanto a la tendencia general de la abundancia de especies, se mantiene prácticamente constante a lo largo del transecto.

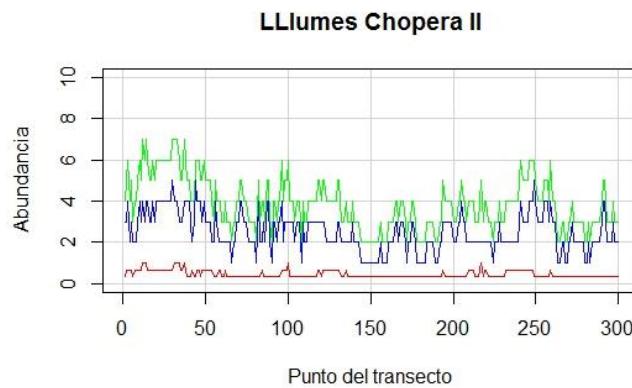


Gráfico 24: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 4) Llumes Chopera II: El gráfico de esta zona tiene cierta similitud con el anterior, aunque con sus diferencias. El paralelismo entre los valores de abundancia de especies y abundancia de individuos es evidente, pero no tan contundente como en el gráfico de la zona anterior, aun con esto, los valores de la diferencia de abundancias se mantienen prácticamente regulares a lo largo del transecto, por lo que se puede concluir también que la mayoría de especies aparecen en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona. La tendencia general de la zona es bastante regular, situándose los valores de la abundancia de especies entre 2 y 4, por lo que se concluye que dominan la zona de dos a cuatro especies.



Gráfico 25: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 5) Nuévalos Terraza: En el gráfico de esta zona también se puede apreciar cierto paralelismo entre valores de abundancia de individuos y abundancia de especies, esto queda reflejado en los valores de diferencia de abundancia, que se mantienen prácticamente constantes a lo largo del transecto. Con esto se puede concluir que la mayoría de especies se repiten en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona. En cuanto a la tendencia general de la abundancia

de especies es ascendente, pasando de valores de 3 en el principio a valores de 6 en el final del transecto.

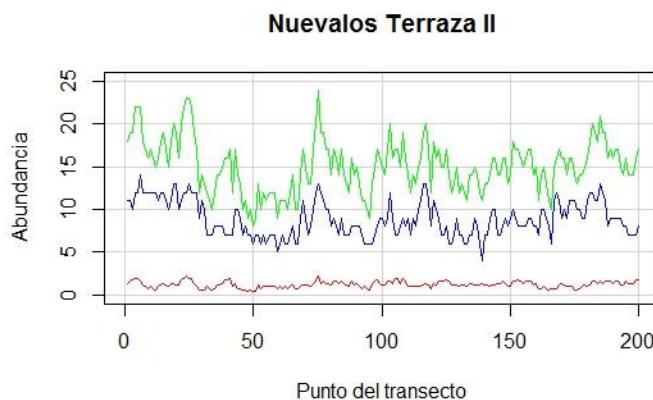


Gráfico 26: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 6) Nuévalos Terraza II: Al igual que la zona anterior se aprecia el paralelismo entre los valores de abundancia de individuos y abundancia de especies, lo que conlleva que los valores de la diferencia entre abundancias replicada y abundancia de especies se mantengan aproximadamente regulares a lo largo del transecto, por lo que se concluye que la mayoría de especies se repiten en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona. En cuanto a la tendencia general de la abundancia sí que difiere con respecto a la zona anterior, disminuyendo los valores de abundancia de especies a lo largo del transecto, pasando de valores de 8 a 11.

#### 4.1.4 Río Flumen.



Gráfico 27: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 1) Retuerta de Barbués Balsa: En el gráfico de esta zona lo que destaca es que las dos abundancias tanto de individuos como de especies transcurren prácticamente con valores paralelos, lo que provoca que los valores de la diferencia de abundancias se mantenga casi totalmente constante a lo largo de

los puntos del transecto, por lo que se puede concluir que aparecen las mismas especies en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona. En cuanto a la tendencia general de la abundancia, se puede apreciar que los valores de la abundancia de especies toman una tendencia notablemente ascendente desde valores de 4 hasta 11.

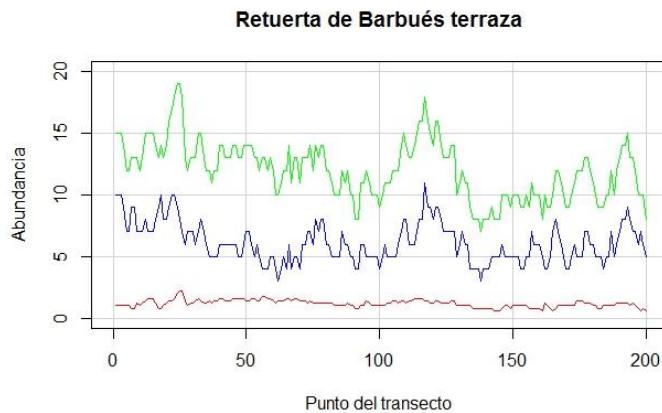


Gráfico 28: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 2) Retuerta de Barbués Terraza: En el gráfico de esta zona los valores de la abundancia de individuos y la abundancia de especies también transcurren muy paralelas, por lo que los valores de la diferencia de abundancias se mantiene muy regulares con el transcurso de los puntos, aunque no tanto como en la gráfica anterior. Con esto se puede concluir que en la mayoría de los puntos de cada transecto se repiten las mismas especies en el conjunto de la zona. Para concluir citar que a diferencia de la zona anterior, los valores de la abundancia de especies tienen una tendencia descendente a medida que transcurren los puntos, pasando de un valor de 10 al inicio a 5 al final.

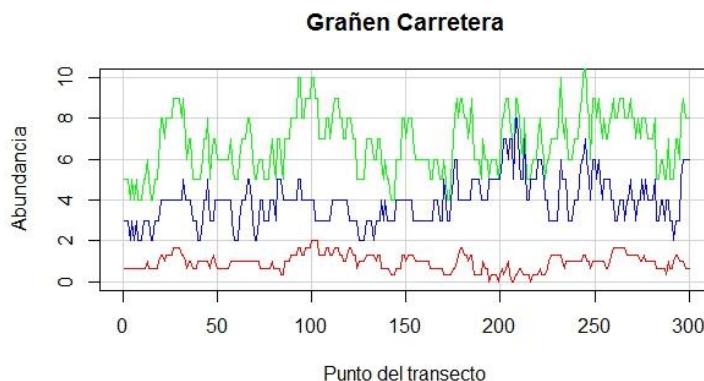


Gráfico 29: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 3) Grañén Carretera: Como se puede apreciar en este gráfico tanto los valores de abundancia de individuos como de abundancia de especies transcurren muy

distintamente a lo largo de los puntos, teniendo zonas en las que son paralelas, zonas en las que confluyen y zonas en las que divergen. A consecuencia de esto los valores de la diferencia de abundancias varían constantemente en torno a 0 y 2, por lo que se puede concluir que en los mismos puntos de cada uno de los transectos de la zona hay puntos en los que las especies son totalmente distintas, puntos en las que aparecen las mismas especies y puntos en las que hay algunas especies que se parecen y otras no. En cuanto a la tendencia general de la abundancia, citar que se duplican los valores de la abundancia de especies de principio a fin del transecto pasando de 3 a 6.

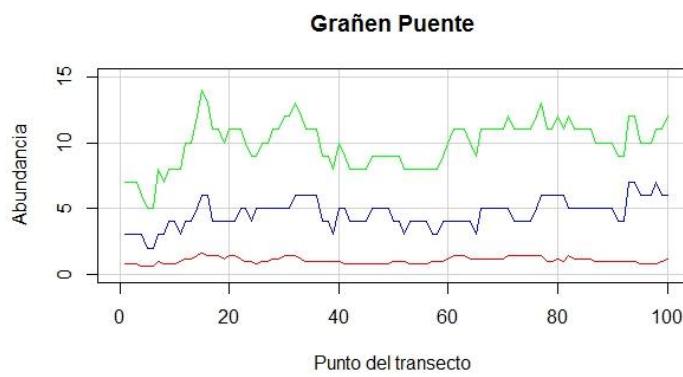


Gráfico 30: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 4) Grañen Puente: En la representación gráfica de esta zona los valores de abundancia de individuos y abundancia de especies son distintos aunque bastante paralelos, por lo que los valores de diferencia entre abundancias se mantienen aproximadamente constantes. Con esta descripción anterior, se puede llegar a la conclusión de que son las mismas especies las que se repiten en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona. Para concluir citar que la tendencia general de la zona es ascendente, duplicándose los valores de abundancia de especies, pasando de un valor de 3 a 6.

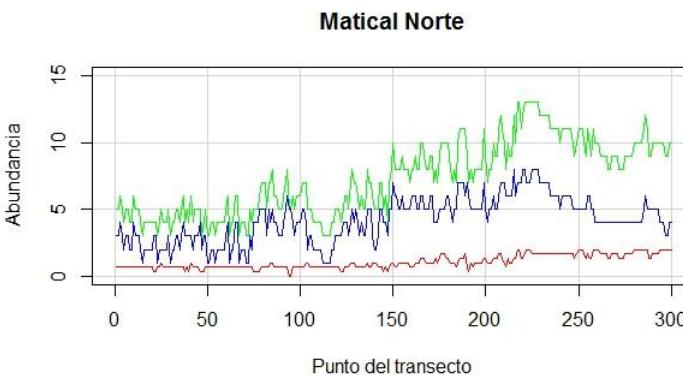


Gráfico 31: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

5) Matical Norte: El gráfico de esta zona podría quedar dividido en dos partes. La primera sería desde el principio hasta la mitad de los puntos y la segunda desde la mitad hasta el final. La primera de las mitades se caracteriza por ser prácticamente paralelos los valores de la abundancia de individuos y abundancia de especies por lo que los valores de la diferencia de abundancias se mantienen constantes concluyéndose que se repiten las mismas especies en los mismos puntos de cada uno de los transectos de la zona. La segunda parte los valores de abundancias divergen entre ellos, por lo que los valores de diferencia de abundancias son más irregulares con valores superiores a la parte anterior en la mayoría de las veces, con esto se puede concluir que en los mismos puntos de cada uno de los transectos hay especies que se repiten y otras que no. En cuanto a la tendencia general de la abundancia de especies, citar que a lo largo de los puntos del transecto se mantiene regular tras experimentar un pequeño ascenso entre los puntos 200 y 250 del transecto.

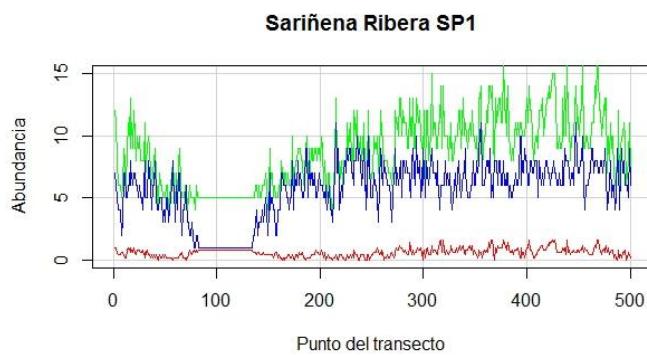


Gráfico 32: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

6) Sariñena SP-1: El gráfico que representa esta zona se caracteriza por la irregularidad entre los valores de abundancia de especies y abundancia de individuos, esto conlleva que los valores de la diferencia de abundancia oscilen continuamente entre varios valores. Con lo anterior se puede determinar que en el mismo punto de cada uno transectos de la zona hay puntos en los que las especies son distintas, puntos en los que las especies son iguales y puntos en los que algunas especies son iguales y otras difieren. En esta gráfica cabe destacar la regularidad en un intervalo de puntos en torno a 100, esto viene dado por ser una zona en la que únicamente se registra "GRAVEL" correspondiente a la anchura de un canal que atraviesa la zona. En cuanto a la tendencia general de

la abundancia de especies, se mantiene constante con valores entre 5 y 8, por lo que dominan ese número de especies en la zona.

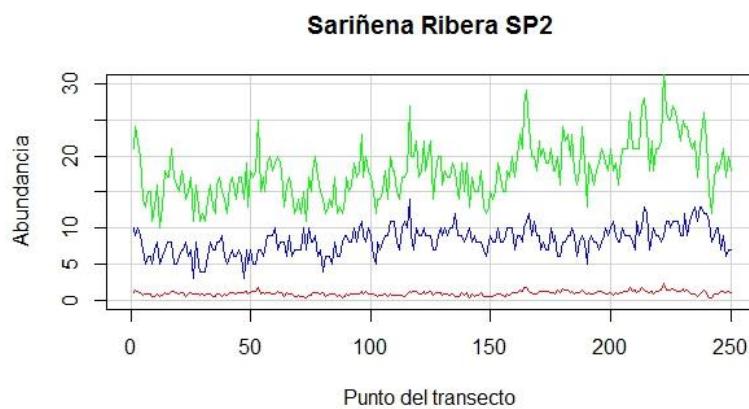


Gráfico 33: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 7) Sariñena SP-2: El gráfico de esta zona se caracteriza por que los valores de abundancia de individuos y abundancia de especies son prácticamente paralelos hasta aproximadamente el punto 200 donde a partir de ahí difieren un poco más. Como consecuencia de esto, hasta el punto 200 el valor de la diferencia de abundancias se mantiene más constante que en la parte siguiente donde aumenta ligeramente. Esto se traduce en que hasta el punto 200 las especies se repiten en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona, mientras que a partir del punto 200 existen especies que se repiten y especies que no. En cuanto a la tendencia general de la zona, la abundancia de especies disminuye ligeramente a lo largo de los puntos, pero los valores se mantienen en torno a 5 y 10.

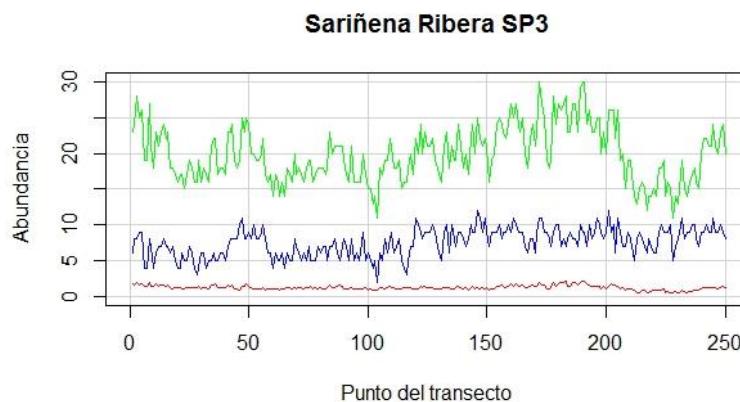


Gráfico 34: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 8) Sariñena SP-3: Esta zona tiene cierta similitud con la zona anterior aunque se le puede añadir otra pequeña parte más. La primera parte es el mismo análisis que la zona anterior. La segunda parte los valores de abundancia de individuos y de abundancia de especies divergen en cierto modo aumentando los valores de la diferencia entre abundancias, con esto se puede concluir que en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona hay especies que se repiten y otras que no. En la tercera parte se puede apreciar que los valores de ambas abundancias convergen disminuyendo el valor de la diferencia entre abundancias, explicando que en esta parte en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona se repiten menos especies que en la parte anterior. Al igual que la zona anterior la tendencia general de la abundancia de especies es prácticamente constante manteniéndose en valores similares a la zona anteriormente analizada.

**Sarinena Ribera CP**

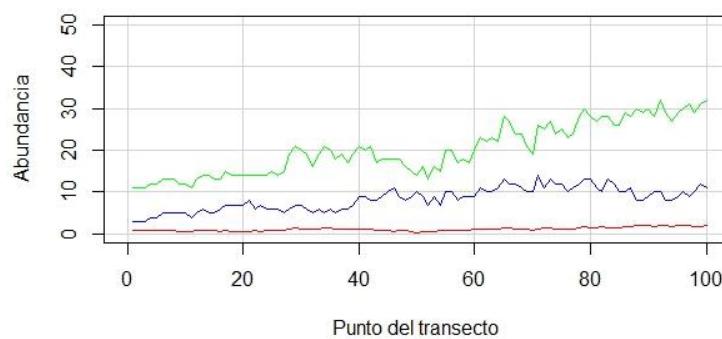


Gráfico 35: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

- 9) Sariñena Ribera CP: El gráfico que representa esta zona también puede dividirse en dos partes. En la primera de ellas los valores de abundancia de individuos y abundancia de especies toman valores distintos aunque mayoritariamente paralelos, quedando los valores entre la diferencia de abundancias aproximadamente constantes, esto explica que en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona las especies son prácticamente las mismas. En la segunda parte, a partir del punto 75 hasta el final los valores de abundancia dejan de ser paralelos aumentando la diferencia entre ellos, esto hace que los valores de la diferencia de abundancia aumenten, explicando que hay especies que se repiten y otras que no. En cuanto a la tendencia general de la zona se aprecia un aumento significativo de los valores de abundancia de especies de 3 a 11.

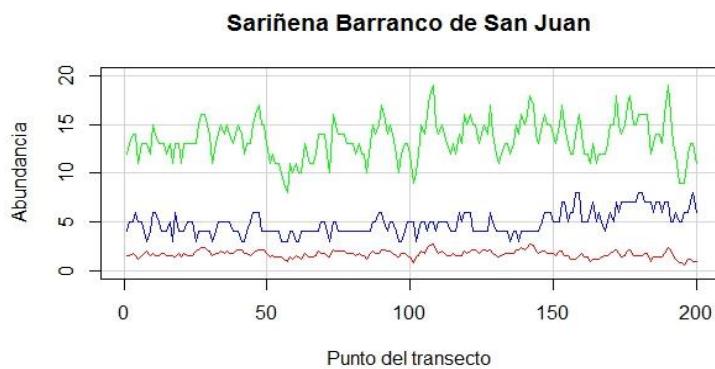


Gráfico 36: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

10) Barranco de San Juan: En esta zona los valores de abundancia de individuos y abundancia de especies son muy diferentes aunque no varían mucho a lo largo de los puntos, destacando que los valores de la abundancia de especies se mantienen más constantes que los de abundancia de individuos. Por esta razón los valores de la diferencia de abundancia son muy irregulares, indicando de este modo que en mayor o menor medida las especies se repiten en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona. La tendencia general de la zona es un ligero aumento de los valores de la abundancia de especies, pero mayormente los valores se mantienen regulares en torno a 3 y 7.



Gráfico 37: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

11) Gravera de Sariñena: El gráfico de esta zona se caracteriza por el paralelismo que adoptan los valores de la abundancia de especies con la abundancia de individuos, especialmente del punto 0 al 40. Como consecuencia de esto los valores de diferencia entre abundancias se mantienen prácticamente constantes, lo que indica que aparecen las mismas especies en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona. En cuanto a la tendencia general de la zona indicar que hay un claro ascenso de la abundancia de especies desde el inicio hasta el final de los puntos pasando de un valor de 3 a un valor de 8.

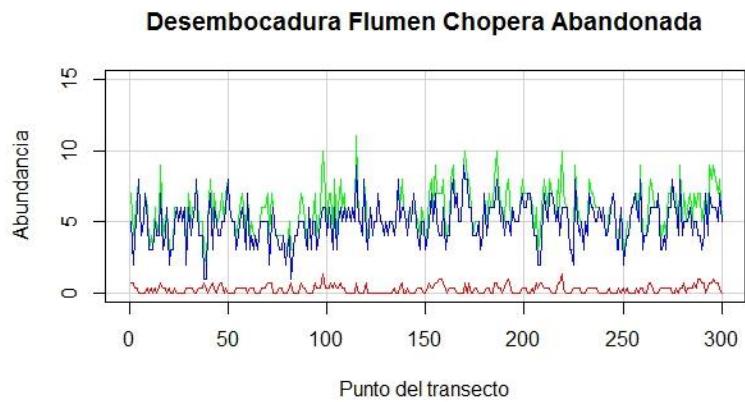


Gráfico 38: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

12) Desembocadura Flumen chopera abandonada: En esta zona destaca la pequeña diferencia entre valores de abundancia de especies y abundancia de individuos siendo iguales en algunos puntos del transecto. Lo anterior tiene como resultado que los valores de la diferencia entre abundancias sean mínimos, llegando incluso a 0, por lo tanto se puede llegar a la conclusión de que hay puntos en los que no se repiten las mismas especies en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona y que hay puntos en los que se repiten algunas de las especies (valores mayores que 0). En cuanto a la tendencia general es una tendencia que se mantiene a lo largo de los puntos, explicado por los valores constantes de la abundancia de especies.

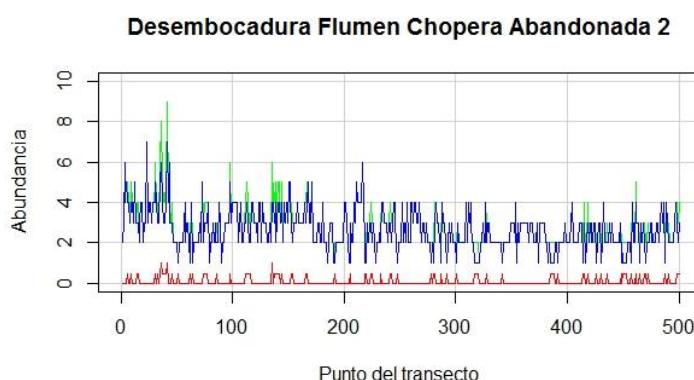


Gráfico 39: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

13) Desembocadura Flumen chopera abandonada II: El gráfico de representación de esta zona tiene similitudes con la zona anterior, aunque todavía es menor la diferencia entre los valores de abundancia de individuos y abundancia de especies. Como consecuencia de esto es que la mayor parte de los valores de la diferencia de abundancias son igual a 0, lo que indica que las especies son

diferentes en el mismo punto de cada uno de los transectos de la zona. La tendencia general de la zona es la constancia de valores de la abundancia de especies, estando comprendida entre valores de 2 y 4.

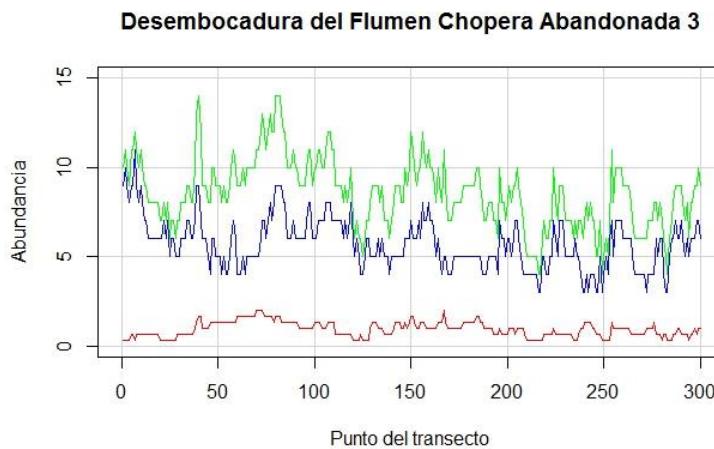


Gráfico 40: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

14) Desembocadura Flumen chopera abandonada III: En la gráfica de esta zona se puede interpretar que la diferencia entre valores de abundancia de individuos y abundancia de especies no es muy acusada aunque no adoptan ningún paralelismo entre ellas, esto trae como consecuencia que los valores de la diferencia de abundancia sean bastante variados, por lo que se puede llegar a la conclusión de que algunas especies se repiten en las mismas distancias de cada uno de los transectos de la zona en mayor o menor medida. En cuanto a la tendencia general de la abundancia de especies disminuye ligeramente a medida que se avanza en los puntos del transecto, pasando de valores de 9 a 6.

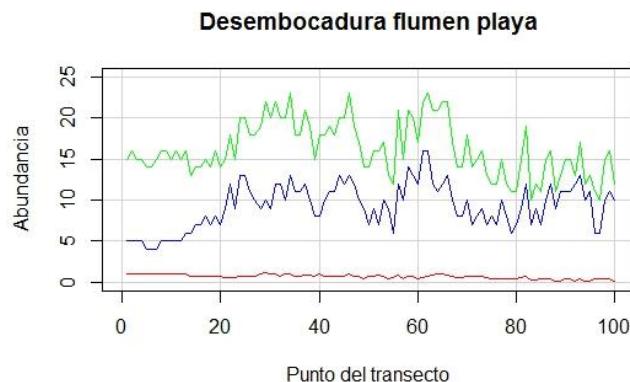


Gráfico 41: Representación de los valores de abundancia de individuos (verde) y de especies así como su diferencia (rojo) a lo largo del transecto representado por puntos. Fuente: elaboración propia.

15) Desembocadura Flumen playa: El gráfico de esta zona indica cierto paralelismo entre los valores de abundancia de especies y abundancia de individuos, por lo

que los valores de la diferencia de abundancia se mantienen aproximadamente constantes a lo largo de los puntos. Esto se puede traducir en que la mayoría de las especies se reparten en la misma distancia de cada transecto de la zona. En cuanto a la tendencia general de la abundancia, se registra un claro aumento en los valores de la abundancia de especies a medida que se avanza en el transecto pasando de 5 a 10.

Con el objetivo de facilitar la comprensión de este apartado se ha llevado a cabo una tabla resumen en la que se encuentran las abundancias máximas de cada zona, tanto las abundancias de individuos como las abundancias de especies. Para poder observar dicha tabla, ver anexo 2.

## 4.2 Descripción de la densidad específica de las especies presentes en el total del estudio.

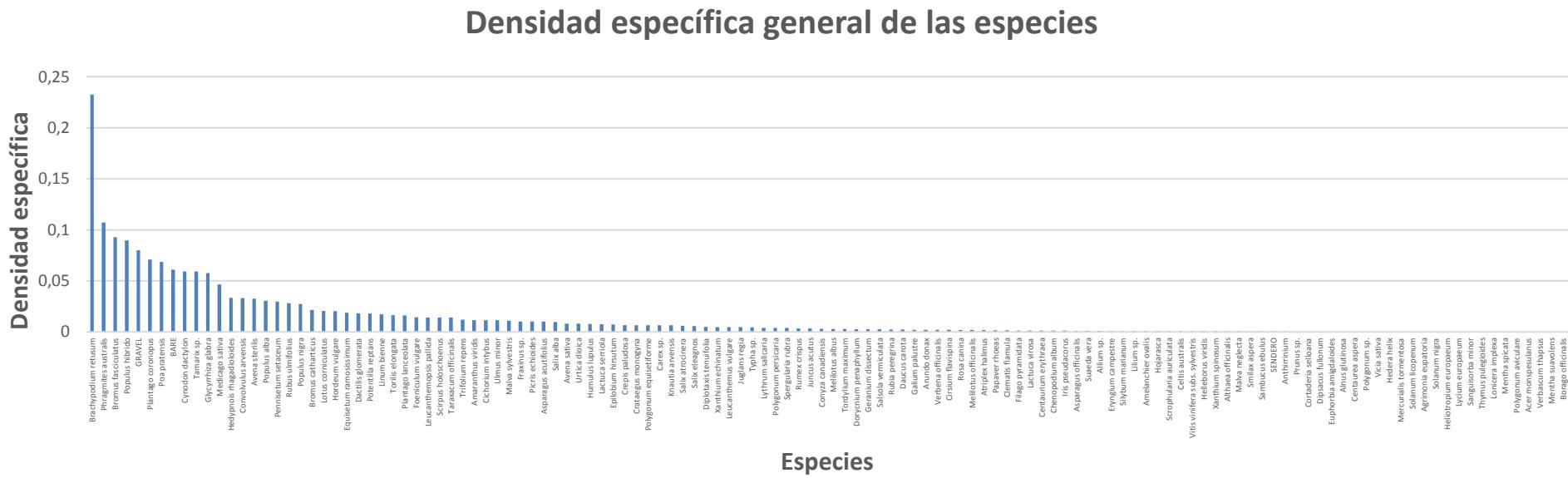


Figura 6: Representación gráfica de las especies presentes en el total del estudio frente a la densidad específica que alcanzan en éste ordenadas de mayor a menor. Fuente: elaboración propia.

En esta gráfica se pretende mostrar a modo de introducción el total de las especies presentes en el estudio realizado así como la densidad específica que tienen en éste. El número total de especies es 124 (Ver anexo 5), siendo la de mayor densidad específica *Brachypodium retusum* con una valor de 0,23 destacando notablemente por encima de las demás. También es destacable la presencia de *Phragmites australis* con una densidad específica cercana a 0,11. Por otra parte indicar que el resto de las especies tienen una densidad específica que desciende regularmente a medida que se avanza en el gráfico oscilando en valores entre 0,09 y 2.18E-5. En los apartados posteriores se hará una descripción más detallada de las especies presentes y sus densidades específicas.

## 4.3 Descripción de la densidad específica de las especies presentes clasificadas por zonas.

### Introducción:

El objetivo de esta representación gráfica es dar a conocer la densidad específica en que se encuentran cada una de las especies presentes en la zona. Para facilitar la explicación se tomarán como densidades específicas representativas aquellas que superen o igualen el umbral de 0.1 (10%) ya que este valor comienza a ser importante para el total de las zonas.

Otro punto a destacar en este apartado es la presencia de “GRAVEL”, no se trata de una especie, si no que se trata de un micro hábitat formado los materiales arrastrados por las avenidas de los ríos. Normalmente se encuentra en muy altas densidades específicas en las playas y la particularidad que tiene este indicador es que debajo de él pueden alojarse algunas especies enterradas, pero a la hora del muestreo es imposible identificarlas, es decir, implica una ribera activa. Al igual que GRAVEL también existe “BARE”, tampoco es una especie sino la presencia de suelo desnudo en el transecto, en otras palabras, falta de cobertura en una zona.

### Zonas:

#### 4.3.1 Río Ebro



Figura 7: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 1) Alfranca Cascarro: Aproximadamente la mitad de las especies presentes en esta zona tienen una densidad específica que se encuentra por encima de 0.1, pero por encima de estos valores son cuatro especies las que únicamente superan 0.2, así que podemos llegar a la conclusión de que son cuatro especies las que dominan por encima del resto. Se trata de las siguientes especies: *Lotus*

*corinculatus* (0.22), *Populus alba* (0.21), *Potentilla reptans* (0.46) y *Rubus ulmifolius* (0.35).



Figura 8: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

2) Alfranca Cascarro II: A diferencia que la zona anterior, en esta son 2 las especies claramente dominantes. Ambas dos están por encima de una densidad específica de 0.6, se trata de *Phragmites australis* (0.73) y *Dactylis glomerata* (0.64), siendo sustancialmente mayor la diferencia de éstas con respecto a las dos más dominantes, *Potentilla reptans* (0.24) y *Populus alba* (0.21). Con lo citado anteriormente, se puede concluir que en esta zona son dos las especies predominantes.

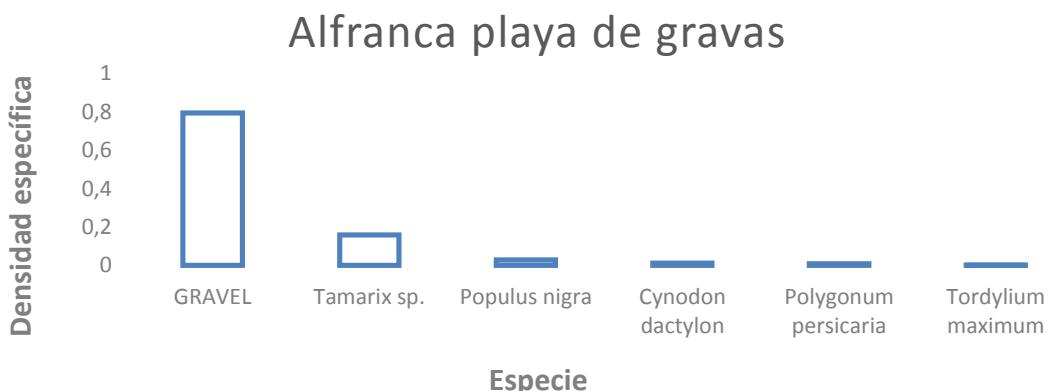


Figura 9: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

3) Alfranca Playa de gravas: Como se puede apreciar en el gráfico casi la total mayoría de la zona está ocupada por “GRAVEL”, por lo que queda muy poco espacio para que dominen otras especies. A diferencia de las zonas anteriores son pocas las especies presentes y solo una de ellas está por encima de una densidad específica relativamente significativa para la zona, 0.1, por lo tanto se

puede concluir que *Tamarix sp.* es la especie dominante de la zona con una densidad específica de 0.16.

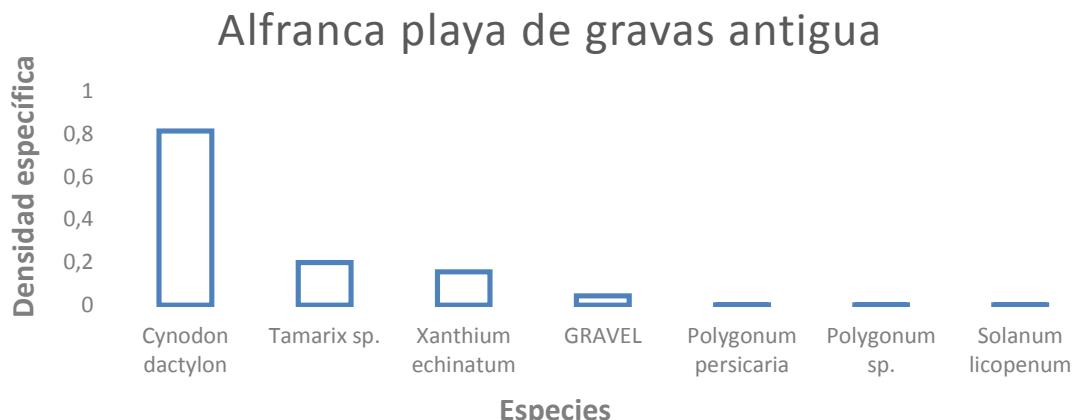


Figura 10: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

#### 4) Alfranca Playa de gravas antigua: Al tratarse de una zona de playa más antigua

GRAVEL no está tan presente en la zona, por lo que a pesar de que hay pocas especies en la zona, están presentes en mayor densidad específica. Como se puede apreciar en el gráfico hay una especie que está presente en gran parte de la zona, *Cynodo dactylon* (0.81), aunque también hay otras dos especies, que tienen una densidad específica significativa por encima de 0.1, se trata de *Tamarix sp.* (0.2) y *Xanthium echinatum* (0.15). En esta zona se puede concluir que al ser más antigua las especies que la han colonizado, se están consolidando.



Figura 11: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

#### 5) Alfranca Terraza: Se trata de una zona de mayor antigüedad por lo que hay presentes un mayor número de especies. Entre todas ellas hay tres que destacan por

encima del resto, *Populus alba* (0.68), *Brachypodium retusum* (0.61) y *Crataegus monogyna* (0.3). También es destacable, aunque en menor medida, la presencia de *Rubus ulmifolius* (0.14), *Ulmus minor* (0.13) y *Plantago lanceolata* (0.11).

### Pastriz chopera I

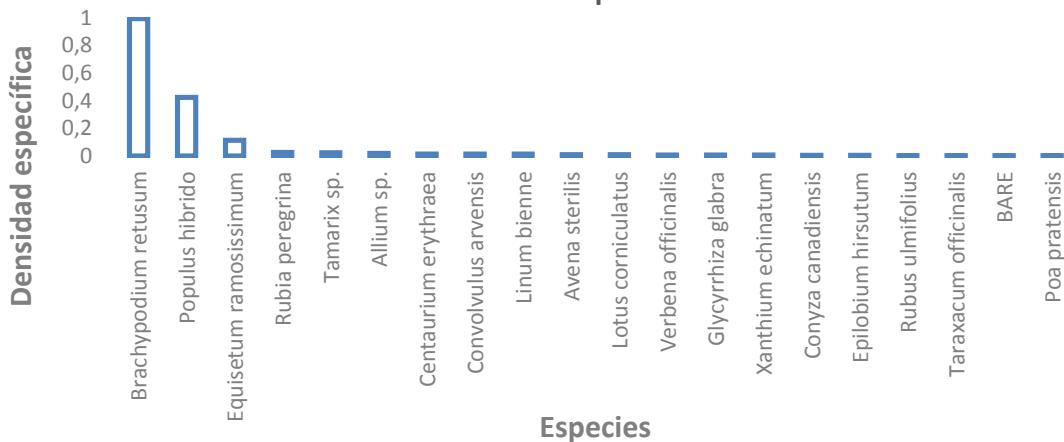


Figura 12: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 6) Pastriz chopera: En el gráfico de esta zona destaca la presencia total en toda la zona de *Brachypodium retusum* ya que su densidad específica es igual a 1. No hay mucho más que destacar en esta zona, únicamente mencionar que se puede decir que están presentes otras dos especies en densidades específicas significativas: *Populus híbrido* (0.42) y *Equisetum ramosissimum* (0.11). Se puede concluir que son tres las especies más abundantes, destacando la presencia en toda la zona de una de ellas.

### Pastriz chopera II

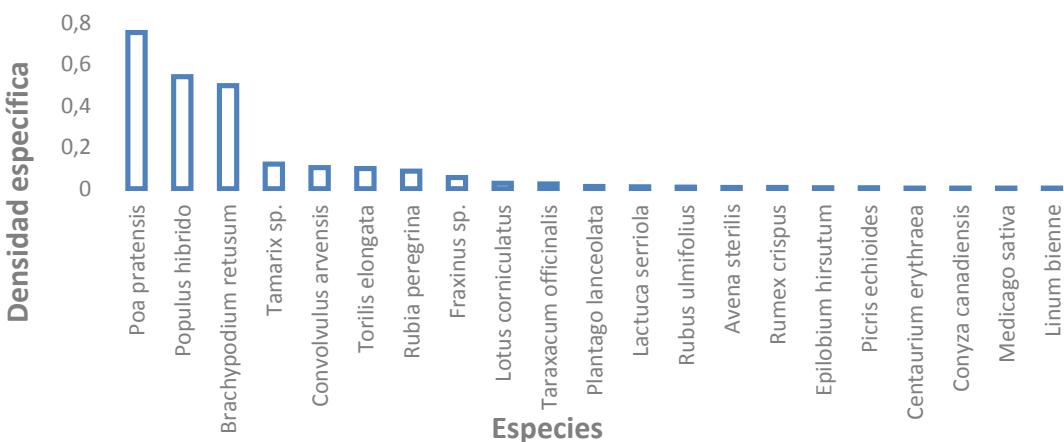


Figura 13: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 7) Pastriz chopera II: Como se puede apreciar en el gráfico el número de especies en esta zona es aproximadamente similar al de la zona anterior, con la diferencia

de que son tres las especies que tienen mayor densidad específica y otras tres con menor presencia pero significativa. Las tres primeras son *Poa pratensis* (0.75), *Brachypodium retusum* (0.5) y *Populus híbrido* (0.45); las tres restantes son *Tamarix sp.* (0.12), *Convolvulus* (0.1) y *Torilis elongata* (0.1). En resumen, son seis las especies con mayor densidad específica de las cuales 3 de ellas tienen la mayor densidad específica.

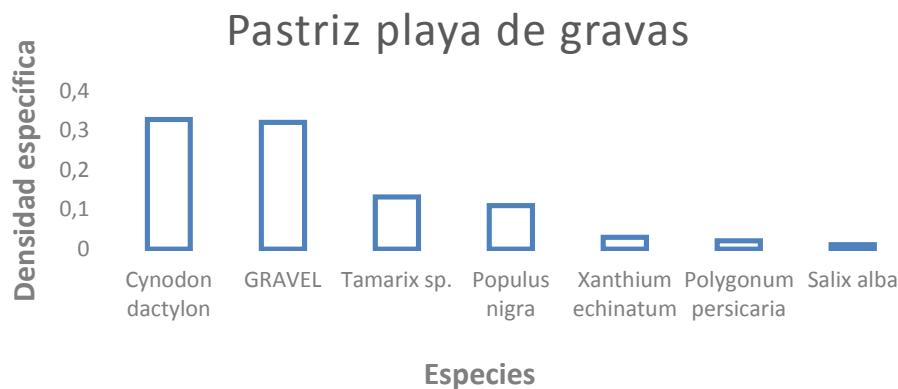


Figura 14: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 8) Pastriz playa de gravas: En esta zona al ser una zona de playa de gravas cobra bastante importancia “GRAVEL” alcanzando una densidad específica de 0.32 en la zona. Como especies más representativas de la zona se reflejan *Cynodon dactylon* (0.33), *Tamarix sp.* (0.13) y *Populus nigra* (0.11). Se concluye entonces que tres son las especies más representativas de la zona.

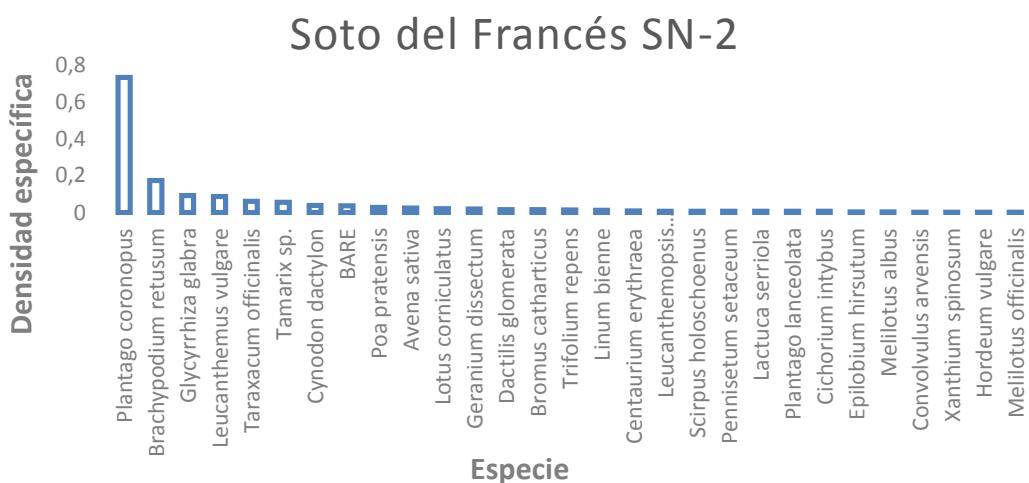


Figura 15: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 9) Soto del Francés SN-2: Como describe el gráfico en esta zona hay gran cantidad de especies, pero solamente dos de ellas superan el 0.1 establecido como límite.

Una de las dos especies que superan dicho valor lo hace con creces, llegando a tener una densidad específica bastante elevada, se trata de *Plantago coronopus* con una densidad específica de 0.73. La otra especie es *Brachypodium retusum* con una densidad específica de 0.17. Con lo descrito anteriormente se puede concluir que dominan dos especies, de las cuales una de ellas domina en gran parte de la zona.



Figura 16: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

10) Soto de Nis Chopera: En esta zona como muestra el gráfico el número de especies no es muy elevado, es posible que venga dado por la gran densidad específica de *Populus híbrido* (0.88) el cual con su cobertura no posibilite la entrada de luz. De las especies restantes solo dos superan el umbral establecido de 0.1 pero en mucha menor densidad específica que *Populus híbrido*, son *Carex sp.* (0.18) y *Linum bienne* (0.18). Para concluir citar que una especie es la gran predominante de la zona y dos más superan el umbral establecido de 0.1.



Figura 17: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

11) Soto del Francés plantación del 2005: Como se puede ver en el gráfico lo destacable en esta zona es que cuatro superan el umbral de 0.1, de las cuales

dos de ellas alcanzan densidades específicas notablemente altas, son *Hedypnois rhagadioloides* (0.78) y *Cynodon dactylon* (0.59). Por otra parte las otras dos que superan el umbral son *Linum bienne* (0.41) y *Plantago coronopus* (0.29), en menor densidad específica que las anteriores. En conclusión se puede decir que dos son las especies más abundantes en la zona seguidas de otras dos con menor densidad específica.



Figura 18: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

12) Soto del Francés balsa II: Según lo que se representa en la gráfica pocas son las especies presentes en la zona y las densidades específicas más elevadas no poseen valores muy altos. Dentro de las especies presentes tres son las que superan el umbral establecido de 0.1, son: *Pennisetum setaceum* (0.35), *Tamarix* sp. (0.32) y *Phragmites australis* (0.17). Aunque lo realmente destacable es que “BARE” alcanza valores de densidad específica significativos con un valor de (0.34) por lo que en buena parte de la zona hay terreno desnudo.



Figura 19: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

13) Soto del Francés terraza 2: Como muestra el gráfico la zona posee un número notable de especies, de las cuales únicamente cuatro de ellas sobrepasan el umbral establecido de 0.1. Dentro de esas cuatro especies destaca una por su elevada densidad específica *Cynodon dactylon* (0.64) duplicando el valor de la segunda especie más abundante. Las otras tres especies son: *Glycyrrhiza glabra* (0.17) *Hedypnois rhagadioloides* (0.33) *Plantago lanceolata* (0.12). Como conclusión: cuatro especies dominan la zona, de las cuales una de ella lo hace con densidades específicas mucho mayores que las tres restantes.

### Soto de Nis playa I

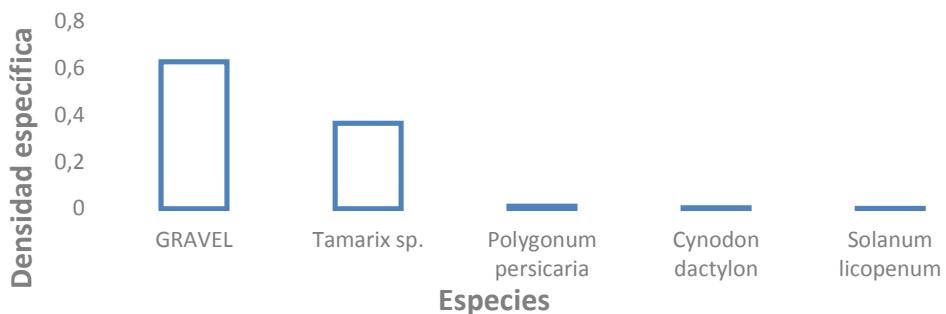


Figura 20: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

14) Soto de Nis playa 1: Según muestra la gráfica cabe destacar el pequeño número de especies presentes en la zona, concretamente cuatro. También es destacable la elevada densidad específica de “GRAVEL” alcanzando valores muy elevados (0.63) por lo que gran parte de la zona está ocupada por terreno desnudo. En esta zona solamente una especie supera el umbral establecido de 0.1, se trata de *Tamarix sp.* con un valor de 0.36. Posiblemente los datos anteriores indiquen que se trata de una playa originada recientemente y esté en proceso de colonización de especies.

### Soto de Nis playa II



Figura 21: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

15) Soto de Nis playa 2: Las dos diferencias fundamentales que posee esta zona con respecto a la anterior son que “GRAVEL” no está presente y que el número de especies es superior. Con estos datos se puede determinar que se trata de una playa de mayor antigüedad que la anterior. Como aspectos a destacar de esta zona citar que “BARE” alcanza valores de densidad específica significativos por encima de 0.1, concretamente 0.11, y que solo son dos las especies que superan dicho umbral: *Tamarix sp.* (0.79) y *Polygonum persicaria* (0.13). Como se puede apreciar en la gráfica, se puede concluir que *Tamarix sp.* es la especie más abundante de la zona, estando presente en la práctica totalidad de ésta.

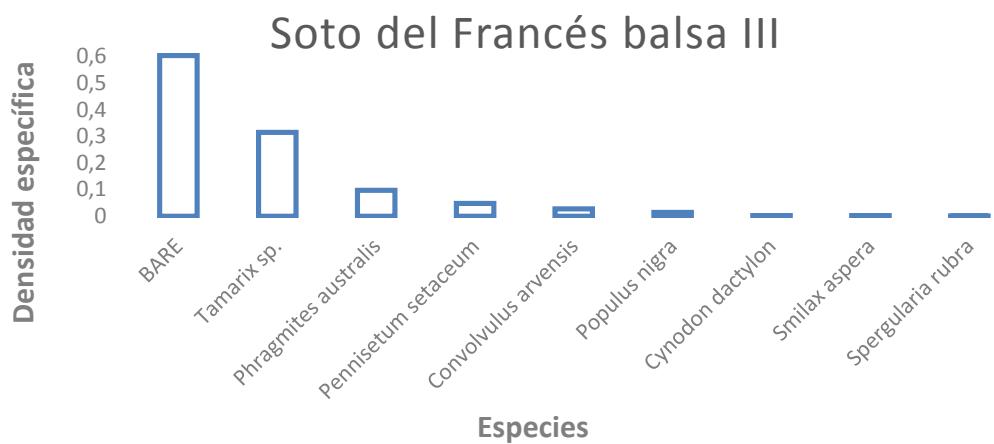


Figura 22: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

16) Soto del Francés balsa 3: Como muestra el gráfico en esta zona el número de especies no es muy elevado y sus valores de densidad específica no superan en ningún caso el valor de 0.32. Otro aspecto a destacar es que la densidad específica de “BARE” toma valores bastante elevados, 0.6, por lo que se puede determinar que más de la mitad del terreno está ocupado por terreno desnudo. Por otra parte únicamente es una la especie que supera el umbral establecido de 0.1, se trata de *Tamarix sp.* con una densidad específica de 0.32. Hay otra especie que se podría considerar dentro del umbral en esta zona aunque por poco no lo alcanza, *Phragmites australis* (0.097). Para finalizar resumir que la especie predominante en la zona es *Tamarix sp.* y que más de la mitad del terreno está ocupado por terreno desnudo.

## Soto del francés balsa III terraza

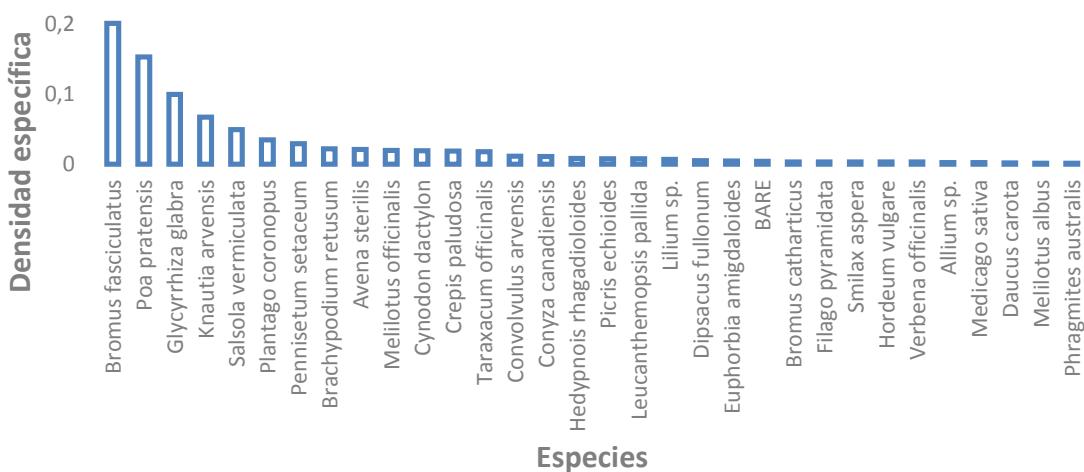


Figura 23: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

17) Soto del Francés balsa 3 terraza: A diferencia que la zona anterior el número de especies según muestra el gráfico es mucho mayor, pero al igual que en la zona anterior sus valores de densidad específica no alcanzan valores muy elevados. Otra diferencia con respecto a la zona anterior es que la presencia de suelo desnudo (“BARE”) es prácticamente nula. Dentro de esta zona únicamente son tres las especies que superan o igualan el umbral de 0.1: *Bromus fasciculatus* (0.2), *Glycyrrhiza glabra* (0.1) y *Poa pratensis* (1.5). Para terminar citar que dentro de la zona únicamente destacan tres especies y que los pequeños valores de las densidades específicas pueden indicar que puede estar dando un proceso de colonización.

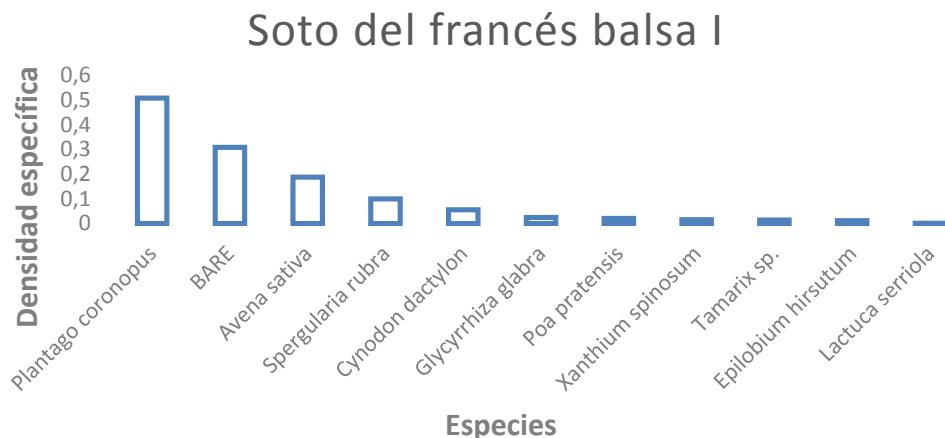


Figura 24: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

18) Soto del Francés balsa I: Al igual que las balsas anteriormente analizadas, este gráfico nos muestra que en esta zona no hay presente un gran número de

especies y los valores de densidad específica en las que están presentes la mayoría no son muy elevados. Dentro de esta zona caben destacar dos aspectos: Por una parte sólo tres especies igualan o superan el umbral establecido de 0.1 siendo la de mayor densidad específica *Plantago coronopus* (0.51), seguida por *Avena sativa* (0.19) y *Spergularia rubra* (0.1). Por otra parte la presencia de “BARE” supera el umbral establecido (0.3) por lo que existe una densidad específica notable de terreno desnudo en la zona. Como conclusión y para resumir citar que *Plantago coronopus* es la especie predominante en la zona y que hay una densidad específica notable de terreno desnudo.

#### 4.3.2 Río Flumen

#### Sariñena Barranco de San Juan

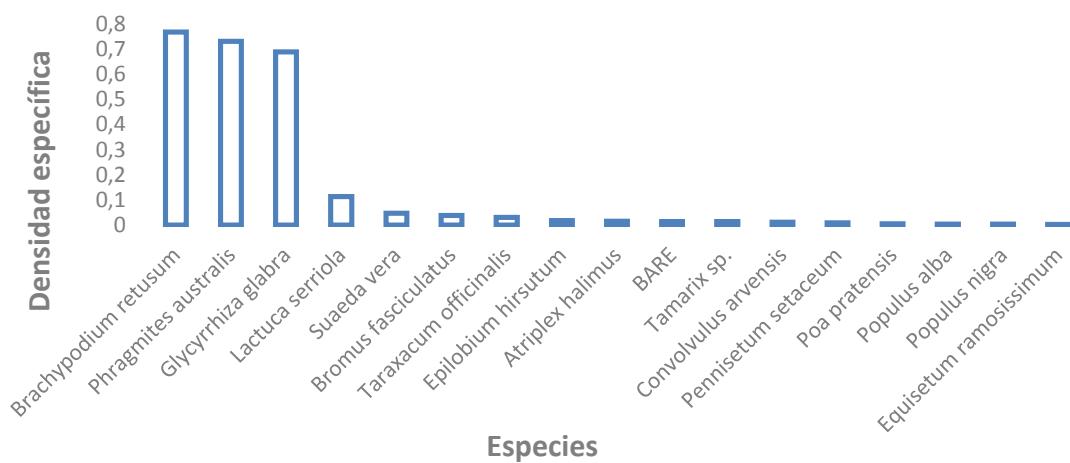


Figura 25: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 1) Sariñena Barranco de San Juan: El número de especies en esta zona no es muy elevado, quizá venga motivado por la presencia de tres especies que alcanzan densidades específicas bastante elevadas, lo que implica que cubran gran parte del terreno. Estas especies son las siguientes: *Phragmites australis* (0.73), *Brachypodium retusum* (0.77) y *Glycyrrhiza glabra* (0.69).

## Ribera de Sariñena SP-1

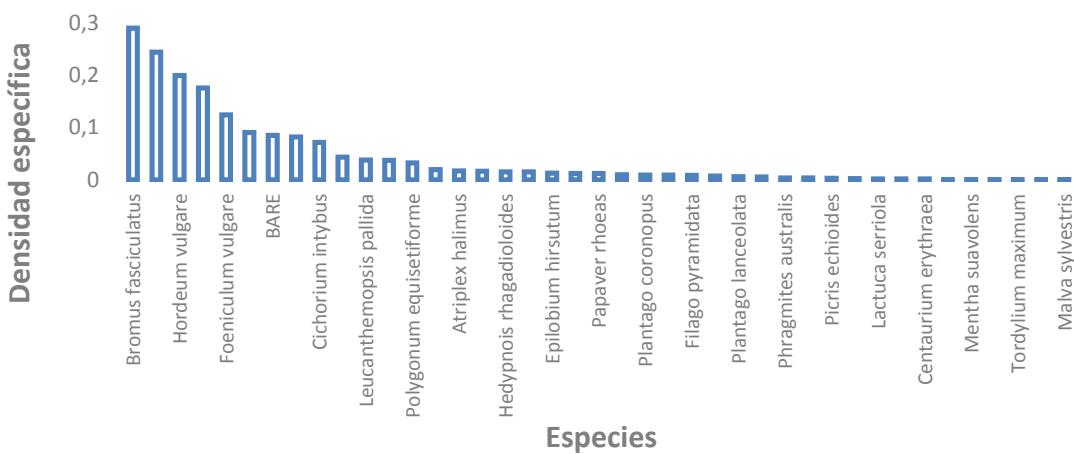


Figura 26: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 2) Ribera de Sariñena SP-1: Esta zona destaca por poseer un gran número de especies presentes pero la mayor densidad específica que se alcanza no es muy elevada, pues no se superan los valores de 0,3. A consecuencia de esto se tomará como referencia de especies que dominan la zona la densidad específica de 0.1, solo superada por cuatro especies: *Bromus fasciculatus* (0.29), *Medicago sativa* (0.25), *Hordeum vulgare* (0.2) y *Phoeniculum vulgare* (0.12). Añadir para finalizar que también está presente GRAVEL con una densidad específica de 0.18, presente por la existencia de un canal seco que atraviesa la zona.

## Ribera de Sariñena SP-2



Figura 27: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 3) Sariñena SP-2: Esta zona tiene las mismas características que la zona anterior, exceptuando que en esta zona no está presente GRAVEL. Únicamente son cinco las especies que sobrepasan la densidad específica de 0.1: *Bromus fasciculatus*

(0.35), *Medicago sativa* (0.25), *Leucanthemopsis pallida* (0.18) y *Bromus catharticus* (0.14).

### Ribera de Sariñena SP-3

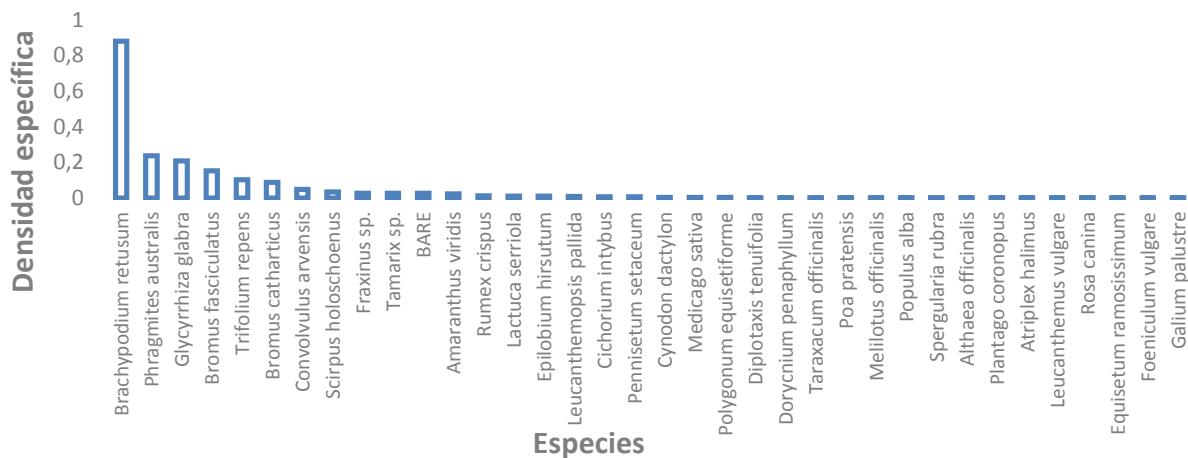


Figura 28: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 4) Sariñena SP-3: Zona similar a las dos zonas anteriores pero con la diferencia de que hay una especie que domina por encima de todas y presente en casi la totalidad de la zona, *Brachypodium retusum* cuya densidad específica es de 0.88. Hay cuatro especies más que tienen unos valores significativos por encima de 0.1, son las siguientes: *Phragmites australis* (0.24), *Glycyrrhiza glabra* (0.21), *Bromus fasciculatus* (0.15) y *Trifolium repens* (0.1).

### Ribera de Sariñena CP



Figura 29: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 5) Sariñena Playa CP: El comportamiento esta zona según el gráfico es similar al de las zonas anteriores, aunque con un número no tan elevado de especies. En primer lugar se puede apreciar que existe una especie que según su densidad específica domina por encima del resto, se trata de *Phragmites australis* (0.61).

Por otro lado se puede observar que hay otras especies con menor densidad específica pero también significativas, son las siguientes: *Brachypodium retusum* (0.22), *Pennisetum setaceum* (0.17) y *Glycyrrhiza glabra* (0.13).

### Gravera de Sariñena

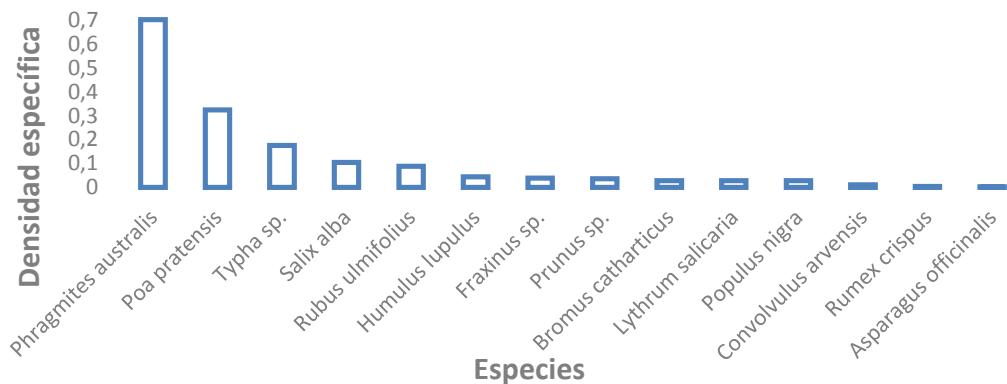


Figura 30: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 6) Gravera de Sariñena: El grafico de la zona muestra que no son muchas las especies que están presentes en esta zona siendo dos de ellas las que dominan por encima del resto, se trata de *Phragmites australis* (0.7) y *Poa pratensis* (0.32). Existen otras dos especies que tienen una densidad específica importante aunque menor son *Typha sp.* (0.18) y *Rubus ulmifolius* (0.1). Por lo tanto se puede llegar a la conclusión de que son cuatro las especies más dominantes en la zona.

### Matical Norte

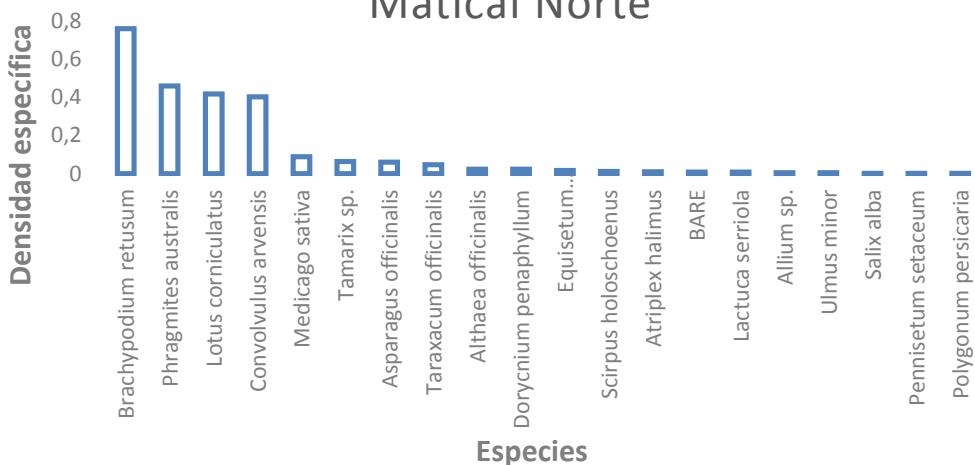


Figura 31: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 7) Matical norte: Según se puede interpretar en el gráfico en esta zona son cuatro las especies que dominan. Dentro de esas cuatro especies *Phragmites australis* (0.46), *Lotus corniculatus* (0.42) y *Convolvulus arvensis* (0.40) tienen densidades específicas muy parecidas y *Brachypodium retusum* (0.76) que destaca sobre el

resto. La conclusión es que cuatro especies dominan sobre las demás y una de ellas lo hace en mayor medida sobre el resto.

### Grañén puente

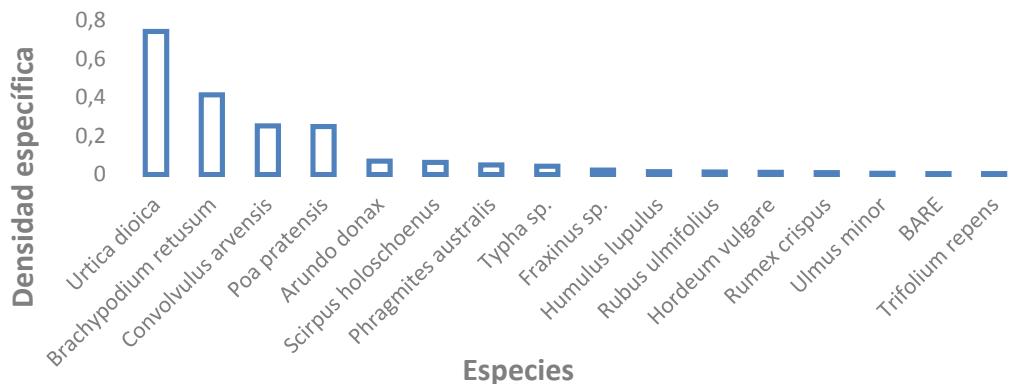


Figura 32: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 8) Grañén puente: Como se puede visualizar en el gráfico una especie por encima de las demás domina la zona, se trata de *Urtica dioica* (0.74). A parte de esta especie son tres más las que poseen una densidad específica elevada en la zona. Son las siguientes: *Brachypodium retusum* (0.41), *Convolvulus arvensis* (0.25) y *Poa pratensis* (0.25).

### Grañén carretera



Figura 33: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 9) Grañén carretera: Según lo representado en el gráfico esta zona tiene algunas especies más que la anterior, pero las especies que dominan la zona son aproximadamente las mismas en cuanto al número. Como se puede apreciar, son tres las que fundamentalmente dominan con densidades específicas bastante elevadas. Dichas especies son: *Brachypodium retusum* (0.48), *Bromus fasciculatus* (0.78) y *Malva sylvestris* (0.52).

## Retuerta de Barbués balsa

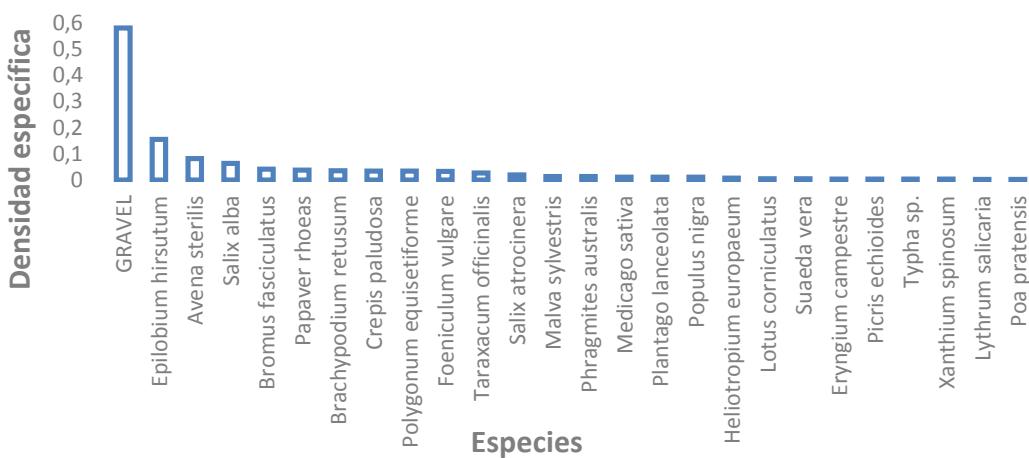


Figura 34: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

10) Retuerta de Barbués balsa: Dentro de esta zona destaca la elevada densidad específica de GRAVEL (0.58), esto se da porque se trata de una balsa de reciente construcción habiendo mucho terreno desnudo. Por la razón que se explica anteriormente las densidades específicas de especies presentes no son muy elevadas, siendo las más destacadas *Avena sterilis* (0.08) y *Epilobium hirsutum* (0.16).

## Retuerta de Barbués terraza

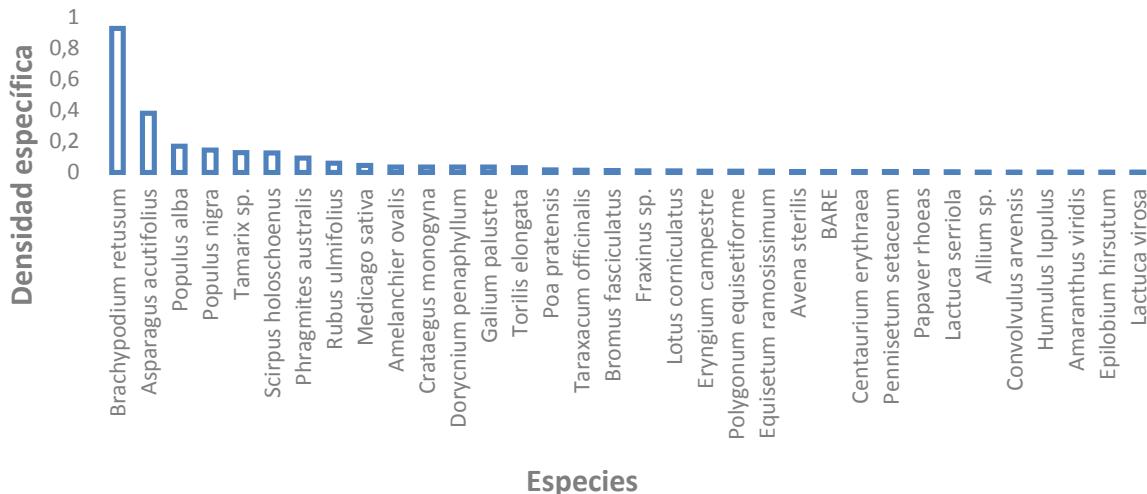


Figura 35: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

11) Retuerta de Barbués terraza: Como se puede apreciar en el gráfico, si hay una especie destacada en esta zona es *Brachypodium retusum* ya que ocupa la práctica totalidad de la zona con una elevadísima densidad específica (0,93). A continuación es seguida con menor densidad específica por *Asparagus*

*acutifolius* (0.38) y finalmente están presentes algunas especies aunque con menor densidad específica pero también significativas como *Populus alba* (0.17) *Populus nigra* (0.14), *Tamarix sp.* (0.13) y *Scirpus holoschoenus* (0.13).

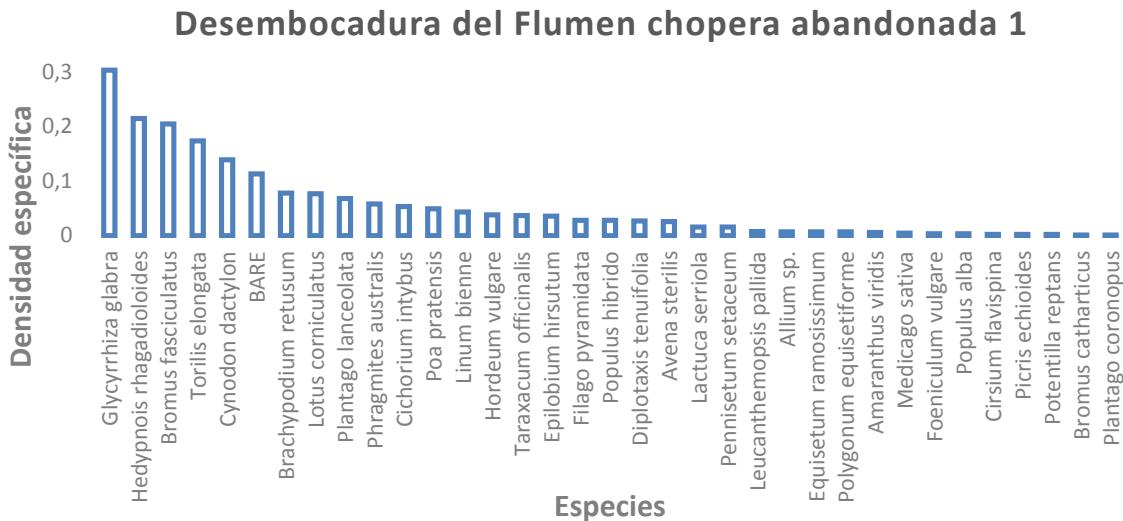


Figura 36: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

12) Desembocadura del Flumen Chopera abandonada 1: Como se puede apreciar en el gráfico esta zona posee una gran cantidad de especies, pero ninguna de ella posee una densidad específica alta, por lo que se puede afirmar que ninguna de ellas domina con claridad la zona. Si es cierto que hay algunas que tienen valores más elevados y que destacan sobre otras con valores superiores a 0.1, estas especies son las siguientes: *Glycyrrhiza glabra* (0.30), *Hedypnois rhagadioloides* (0.21) *Bromus fasciculatus* (0.20), *Torilis elongata* (0.17), *Cynodon dactylon* (0.14). Por ultimo también cabe destacar la presencia de “BARE” (0.1) que es significativo en la zona.

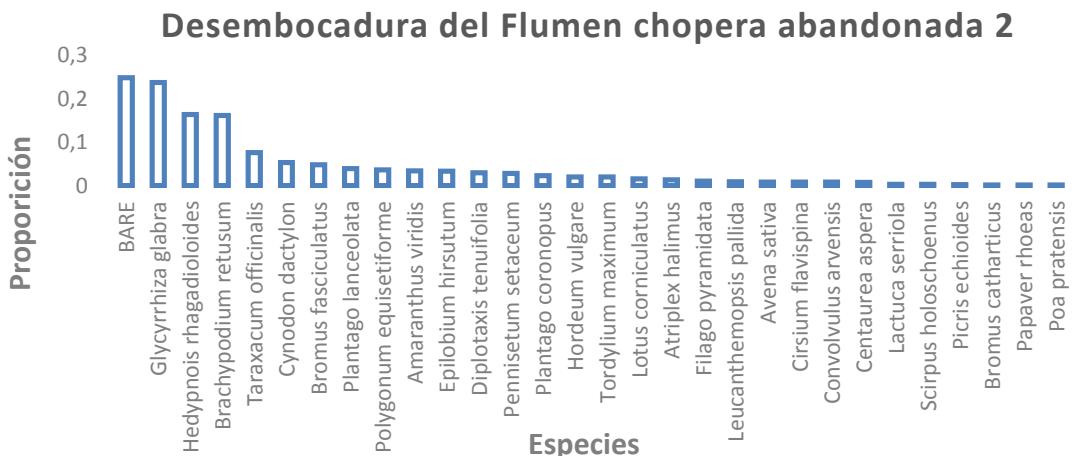


Figura 37: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

13) Desembocadura del Flumen Chopera abandonada 2: Esta zona tiene cierta similitud con la zona anterior, pues tiene un gran número de especies pero ninguna de ellas posee una densidad específica alta. Una de las diferencias que presenta esta zona con respecto a la anterior es que la densidad específica de "BARE" es bastante mayor (0.25), por lo que se puede concluir que hay más suelo desnudo en esta zona. En cuanto a las especies que superan el umbral elegido de densidad específica 0.1 se encuentran tres especies, de las cuales dos de ellas se repiten con respecto a la zona anterior, *Glycyrrhiza glabra* (0.24) y *Hedypnois rhagadioloides* (0.16) y una se encuentra en mayor densidad específica, *Brachypodium retusum* (0.16). Se puede concluir pues, que son tres las especies que mayor presencia tienen en la zona.

### Desembocadura del Flumen chopera abandonada 3

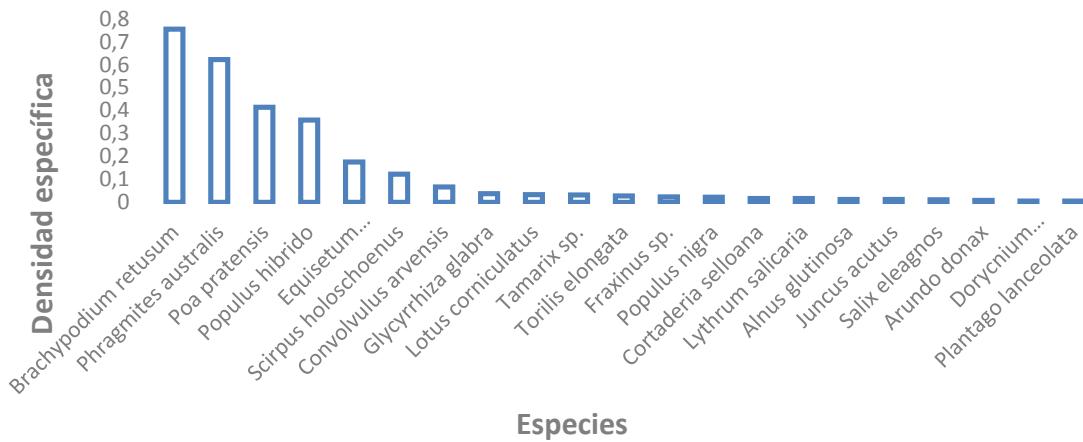


Figura 38: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

14) Desembocadura del Flumen Chopera abandonada 3: A diferencia de las dos zonas anteriores, en esta zona las abundancias de especies son mucho más elevadas que en las anteriores. Existen tres especies que superan el valor de densidad específica 0.4, *Brachypodium retusum* (0.76), *Phragmites australis* (0.62) y *Poa pratensis* (0.41). Por otra parte, existen otras tres especies que superan el umbral de la densidad específica 0.1, se trata de *Equisetum ramosissimum* (0.18), *Scirpus holoschoenus* (0.12) y *Populus hibrido* (0.36). En conclusión, de todas las especies presentes predominan 6, siendo tres de ellas las que abarcan la mayor densidad específica de la zona.

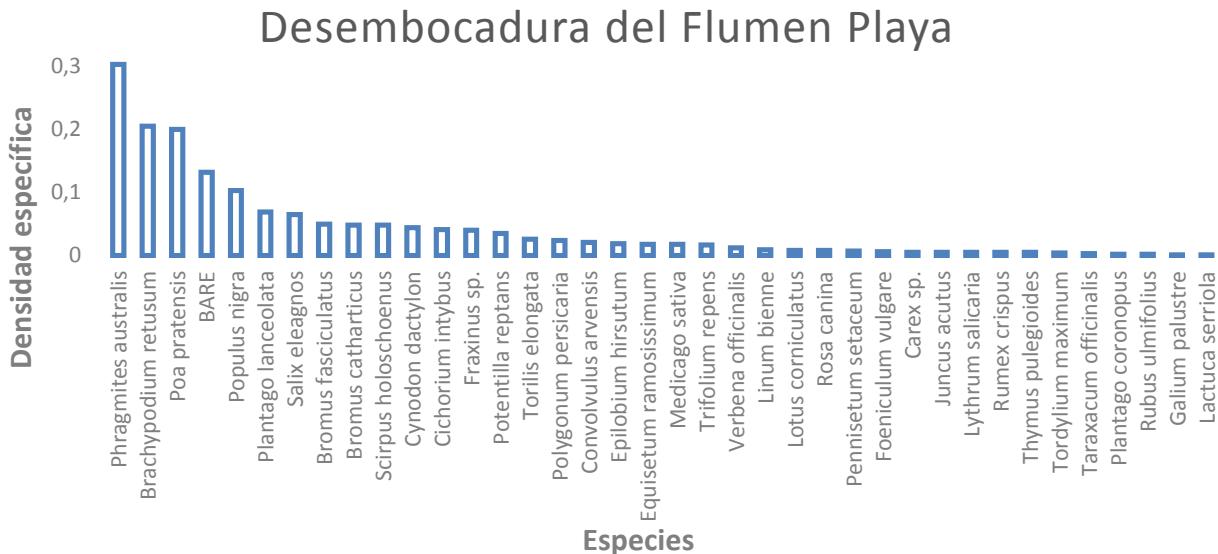


Figura 39: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

15) Desembocadura del Flumen Playa: En el gráfico de esta zona se puede apreciar que existe una gran cantidad de especies, pero que la densidad específica de ellas en la zona apenas supera el valor de 0.3. También cabe destacar que “BARE” está por encima del valor de 0.1, por lo que se puede concluir que es habitual en la zona. Las especies con mayor densidad específica son: *Brachypodium retusum* (0.21), *Phragmites australis* (0.30), *Poa pratensis* (0.2) y *populus nigra* (0.10). Se puede concluir que del total de especies cuatro son las más abundantes.

#### 4.3.3 Río Gállego



Figura 40: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

1) Gállego Santa Isabel playa: En esta zona se puede destacar la presencia casi total de “GRAVEL” por lo que el espacio disponible para otras especies es mínimo, se

puede apreciar que son muy pocas las especies presentes y sólo una la que supera el umbral establecido de 0.1: *Populus nigra* (0.11). Por lo tanto se puede establecer que es ésta la especie dominante en la zona.

## Gállego zona de terraza

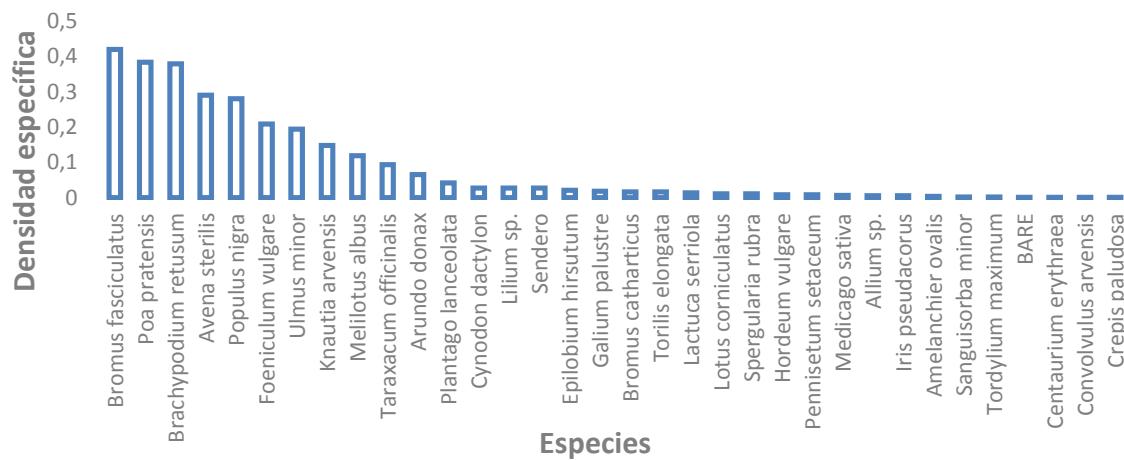


Figura 41: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 2) Gállego Santa Isabel terraza: Como se puede apreciar en el gráfico, esta zona posee un número mucho más elevado de especies que la zona anterior, además en número de especies que superan el umbral de 0.1 es bastante amplio. Esta densidad específica es superada por las siguientes especies: *Avena sterilis* (0.29), *Brachypodium retusum* (0.38), *Poa pratensis* (0.38), *Populus nigra* (0.28), *Bromus fasciculatus* (0.42), *Foenicum vulgare* (0.21), *Knautia arvensis* (0.15), *Melilotus albus* (0.12) y *Ulmus minor* (0.19). Para hacer una pequeña diferenciación se puede citar que de las nombradas anteriormente las más abundantes están en torno a valores de 0.4, por lo que las más destacadas son: *Brachypodium retusum*, *Poa pratensis*, *Bromus fasciculatus*.

#### 4.3.4 Río Piedra

### Nuévalos zona de terraza I

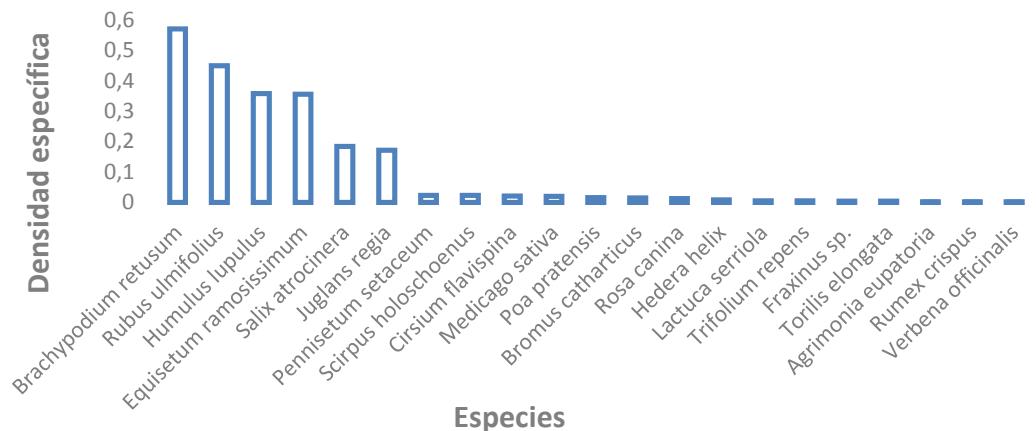


Figura 42: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

1) Nuévalos zona de terraza I: como se puede apreciar en el gráfico de esta zona, seis son las especies que superan el umbral establecido de 0.1. Las más destacadas superan 0.4, *Brachypodium retusum* (0.57) y *Rubus ulmifolius* (0.45), seguidas por otras dos especies que superan 0.3, *Humulus lupulus* (0.36) y *Equisetum ramosissimum* (0.36), finalmente las que superan el umbral pero menos ampliamente son *Juglans regia* (0.17) y *Salix atrocinerea* (0.18). Se puede concluir que seis son las especies que destacan, pero dos de ellas lo hacen por encima de las demás.

### Nuévalos zona de terraza II



Figura 43: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

2) Nuévalos zona de terraza II: La principal diferencia con la zona anterior es el incremento del número de especies en ésta, también se diferencia en que son

más las especies que sobrepasan el umbral de 0.1, concretamente dos. En total son ocho las especies que superan el umbral. Citar que la especie con mayor presencia es *Avena sterilis* (0.57).



Figura 44: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 3) Llumes chopera I: En esta zona destaca a simple vista que *Populus híbrido* está presente en la totalidad de la zona, siendo la única especie que supera el umbral de 0.1. Es posible que las demás especies no estén a penas presentes por la ausencia de luz que provoca la cobertura formada por la primera especie.

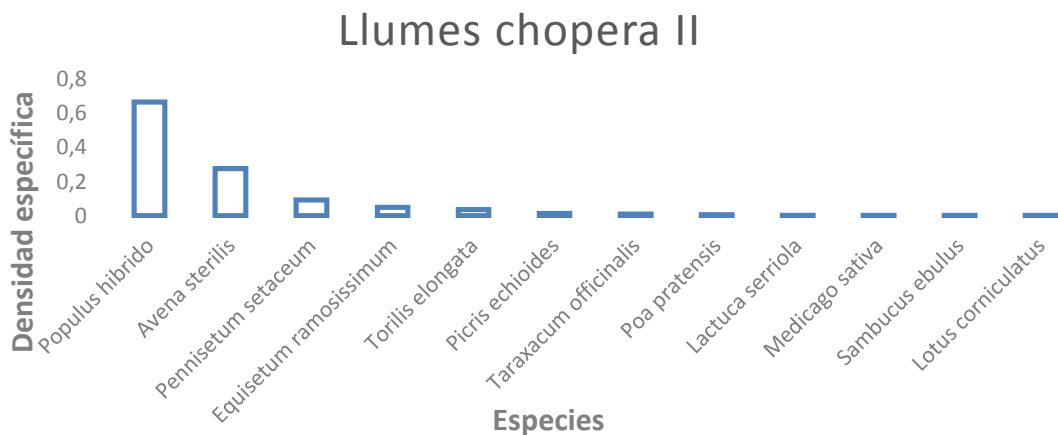


Figura 45: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

- 4) Llumes chopera II: A diferencia que en la anterior zona *Populus híbrido* no alcanza valores de presencia tan elevados, aun así su densidad específica es de 0.67. Esta disminución de la abundancia puede ser la causa de que otra especie supere el umbral de 0.1, se trata de *Avena sterilis* con una densidad específica de 0.28. Por tanto se puede concluir que son dos las especies que predominan en esta zona.



Figura 46: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

5) Llumes zona de playa: Según muestra el gráfico un gran número de especies supera el umbral establecido de 0.1, concretamente nueve. Pero lo que más destaca en esta zona es que son dos las especies que tienen valores de densidad específica por encima de las demás estando presentes en la mayor parte de la zona, se trata de *Medicago sativa* (0.69) y *Poa pratensis* (0.67). Por lo tanto se puede concluir que estas dos especies son las predominantes en la zona.

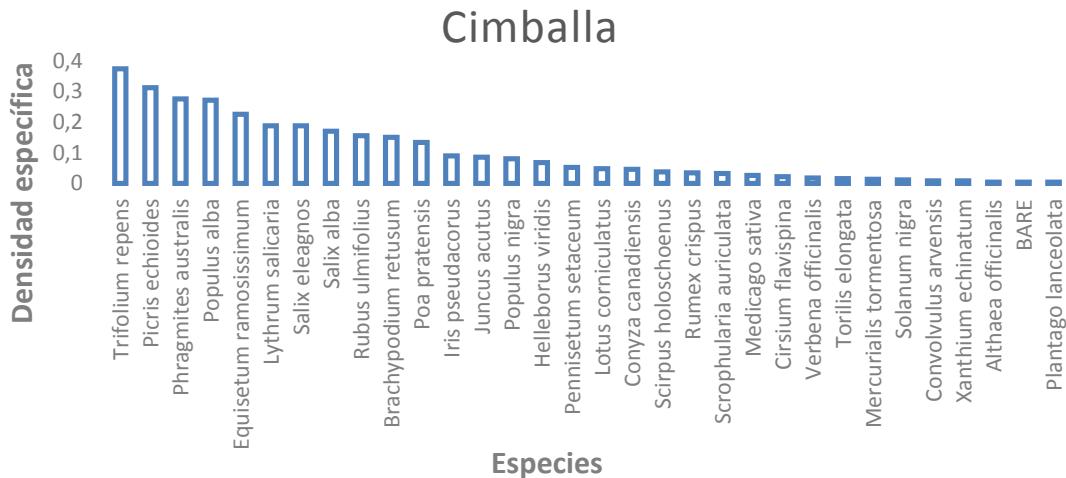


Figura 47: Representación gráfica de las especies presentes en una zona así como su densidad específica en esta. Fuente: elaboración propia.

6) Cimballa: Como se puede interpretar en el gráfico, se trata de una zona con un gran número de especies, de las cuales muchas de ellas superan el umbral establecido de 0.1 de densidad específica. Con esto se puede concluir que la zona ha experimentado una gran colonización de especies y que muchas de ellas están presentes con una densidad específica más que notable. Para concluir, destacar que las especies con mayor densidad específica son: *Trifolium repens* (0.37), *Picris echioides* (0.31), *Populus alba* (0.27) y *Phragmites australis* (0.28).

A modo de conclusión de este apartado de resultados, se mostrarán a continuación las zonas con mayor número de especies que superan el umbral anteriormente establecido del 10 % de densidad específica.

Todas las zonas reflejadas a continuación están pobladas por 6 o más especies que superan dicho umbral. Una vez clasificadas de este modo, también se clasificarán atendiendo al río, año y tratamiento de actuación, para poder clasificar cada zona con las variables anteriores ver anexo 2. La clasificación es la siguiente:

Clasificación por número de especies:

Alfranca Cascarro (11) = Cimballa (11) > Gállego zona de terraza (9) = Llumes zona de playa (9) > Nuévalos zona de terraza II (7) > Alfranca zona de terraza (6) = Desembocadura del Flumen chopera abandonada III (6) = Nuévalos zona de terraza I (6) = Retuerta de Barbués zona de terraza (6).

## 4.4 Descripción de la densidad específica de las especies presentes clasificadas por tratamiento, año y río de restauración

### Introducción.

Estas representaciones gráficas se han elaborado con el fin de conocer la densidad específica de especies presentes según el tratamiento de restauración realizado, el año de restauración o el río donde se han llevado a cabo las actuaciones. El umbral de densidades específicas significativas es el mismo que el escogido para la descripción gráfica de especies por zonas, así como los valores de “BARE” y “GRAVEL”. Es necesario anotar que en la mayoría de las representaciones siguientes no se refleja la totalidad de los nombres de las especies presentes para facilitar la lectura e interpretación.

#### 4.4.1 Descripción por tratamiento de restauración.



Figura 48: Representación gráfica de las especies presentes según el tratamiento de actuación así como su densidad específica en éste. Fuente: elaboración propia.

- 1) Construcción natural: El gráfico correspondiente a este tratamiento destaca por el pequeño número de especies presentes, concretamente 17. A parte de esto, sólo una especie supera el umbral del valor de densidad específica de 0.1, se trata de *Plantago coronopus* con un valor de 0.17. También destaca la presencia de BARE, que al igual que *Plantago coronopus* supera el umbral de 0.1 con una densidad específica de 0.22, lo que significa que hay una densidad específica notable de terreno desnudo. Como conclusión decir que en el tratamiento de construcción natural hay presentes pocas especies, de las cuales sólo una supera el umbral establecido y hay una presencia significativa de suelo desnudo.

## Construcción con plantación

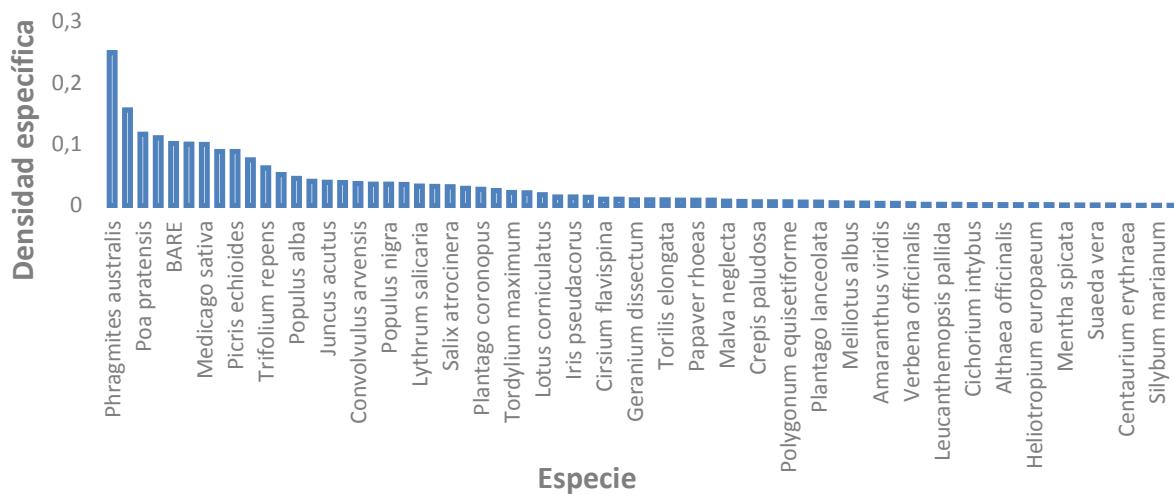


Figura 49: Representación gráfica de las especies presentes según el tratamiento de actuación así como su densidad específica en éste. Fuente: elaboración propia.

2) Construcción con plantación: Según muestra el gráfico la presencia de especies es notablemente mayor a la del tratamiento anterior con 70 especies. Según los resultados obtenidos, cuatro son las especies predominantes en este tipo de tratamiento: *Phragmites australis* (0.25), *Pennisetum setaceum* (0.16), *Poa pratensis* (0.12) y *Tamarix* sp. (0.1). también cabe destacar la presencia de valores significativos de densidades específicas por encima de 0.1 de “GRAVEL” (0.11) y “BARE” (0.1). Concluyendo, cuatro son las especies predominantes destacando *Phragmites australis* por encima del resto y la densidad específica de terreno desnudo es significativa.

## Referencia positiva

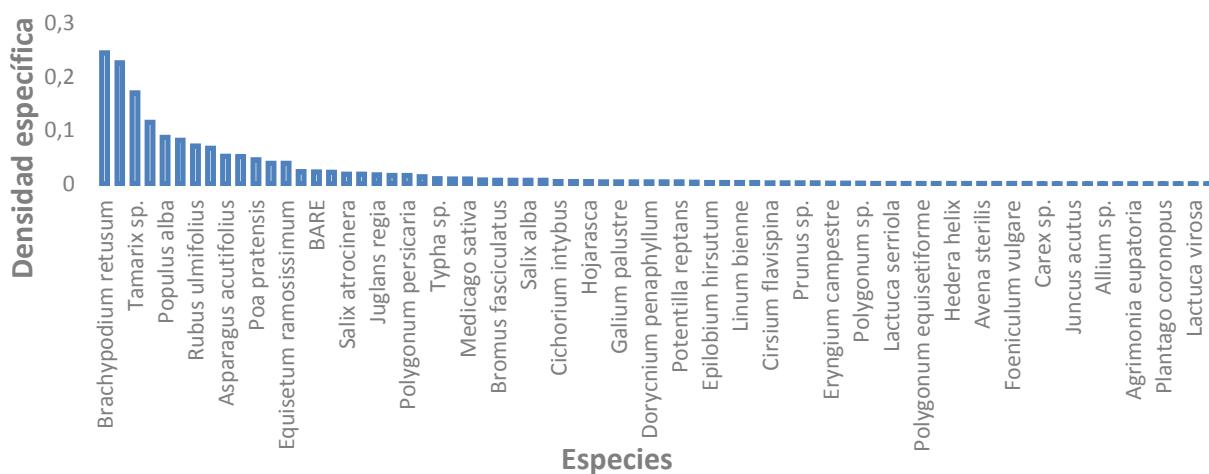


Figura 50: Representación gráfica de las especies presentes según el tratamiento de actuación así como su densidad específica en éste. Fuente: elaboración propia.

3) Referencia positiva: Como muestran los datos de la gráfica, el número de especies presentes en este tipo de tratamiento es bastante elevado (74 especies), aunque no son muchas las que superan el umbral establecido de densidad específica de 0.1, concretamente tres: *Brachypodium retusum* (0.25), *Tamarix sp.* (0.17) y *Cynodon Dactylon* (0.11). Por otra parte también es destacable la densidad específica de “GRAVEL” con un valor de densidad específica que también supera el umbral establecido, 0.23. Como conclusión citar que el terreno desnudo en este tipo de tratamiento toma bastante importancia, posiblemente debido a que en este tratamiento predominan las zonas de playa, y que son tres las especies predominantes.

### Referencia negativa

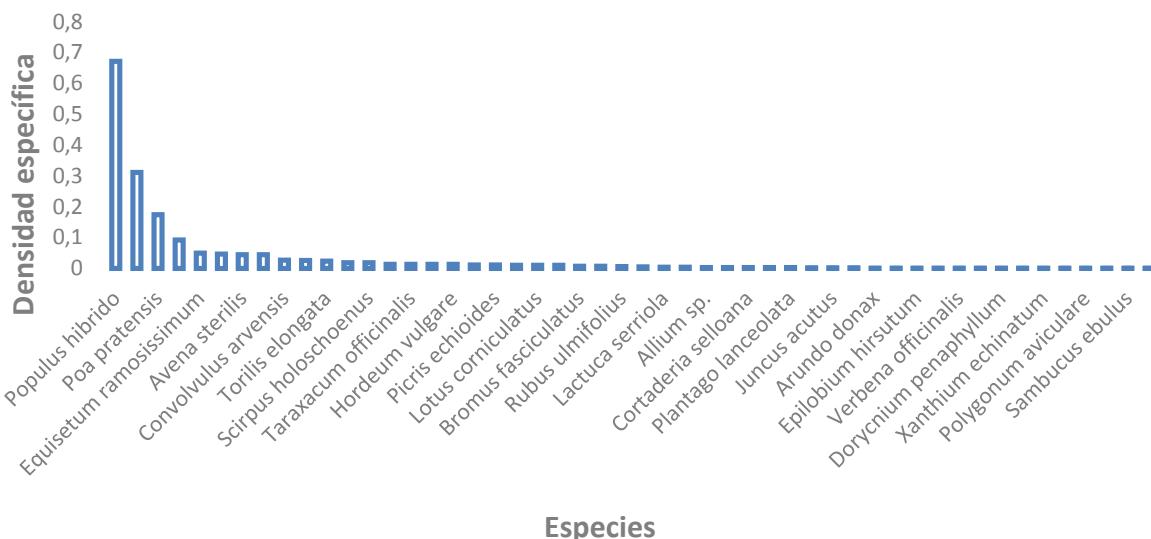


Figura 51: Representación gráfica de las especies presentes según el tratamiento de actuación así como su densidad específica en éste. Fuente: elaboración propia.

4) Referencia negativa: Al igual que el tratamiento anterior en esta también son muchas las especies presentes, concretamente 50 y la mayoría de ellas no superan el umbral establecido de 0.1. La parte a destacar de esta zona es la presencia de tres especies que superan el umbral establecido, ellas son: *Populus híbrido* (0.67), *Brachypodium retusum* (0.33) y *Poa pratensis* (0.17). Dentro de las tres especies citadas *Populus híbrido* es la que destaca por encima del resto, con esto se puede concluir que la realidad de las zonas de Ref– es que la mayoría de ellas están conformadas por choperas.

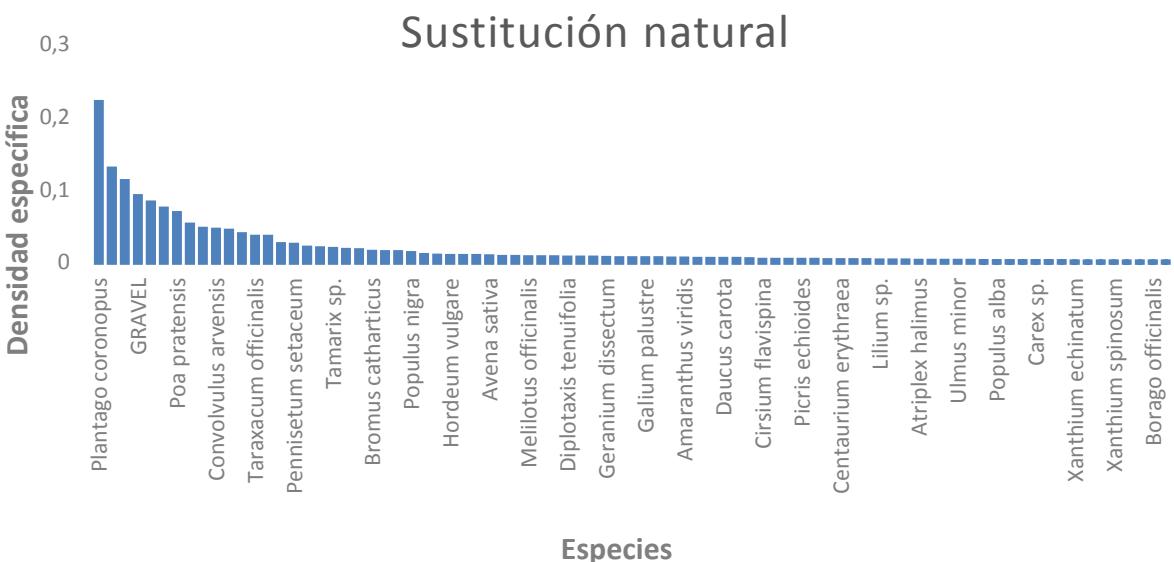


Figura 52: Representación gráfica de las especies presentes según el tratamiento de actuación así como su densidad específica en éste. Fuente: elaboración propia.

5) Sustitución natural: Según la gráfica queda reflejado que la cantidad de especies es algo mayor que en otros tratamientos, 83 especies. Las especies que superan el umbral establecido de 0.1 son 3: *Plantago coronopus* (0.22), *Brachypodium retusum* (0.13) y *Glycyrrhiza glabra* (0.11). Como diferencia con el anterior, es apreciable que ninguna de las tres alcanza valores de densidad específica tan elevados. A modo de conclusión decir que tres son las especies que dominan el tratamiento al superar el umbral establecido.

### Sustitución con plantación

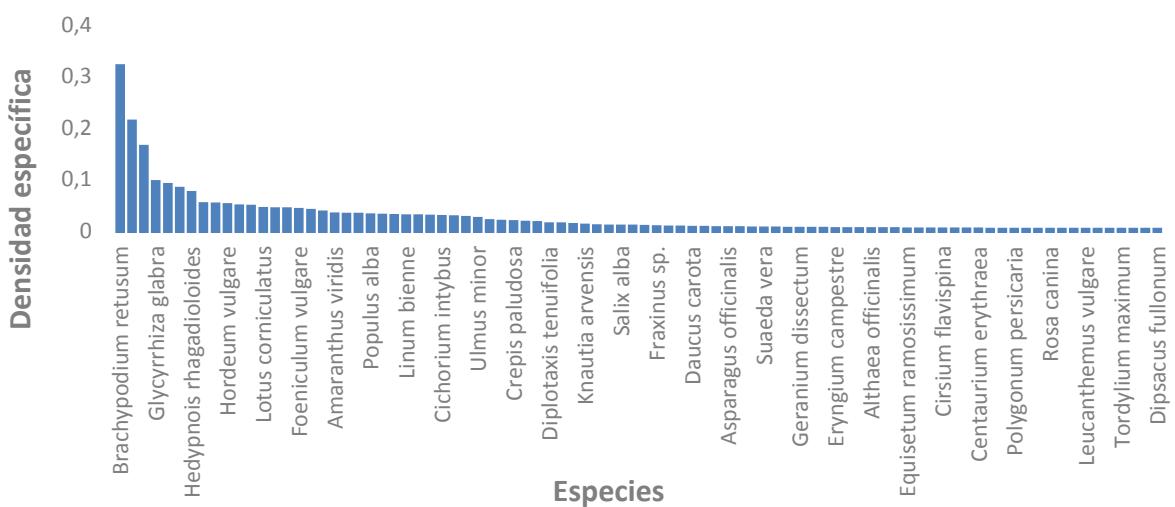


Figura 53: Representación gráfica de las especies presentes según el tratamiento de actuación así como su densidad específica en éste. Fuente: elaboración propia.

- 6) Sustitución con plantación: Los datos representados en el gráfico indican que únicamente son tres las especies que superan el umbral establecido de 0.1, igual que en muchas de los tratamientos anteriores: *Brachypodium retusum* (0.32), *Bromus fasciculatus* (0.21), y *Phragmites australis* (0.16). Como conclusión citar que son tres las especies que predominan en este tratamiento al superar el umbral establecido.

A modo de concluir el análisis por tratamiento dar a conocer que *Brachypodium retusum* es la especie que más veces aparece, estando presente en cuatro de los seis tratamientos analizados.

#### 4.4.2 Descripción por año de actuación.

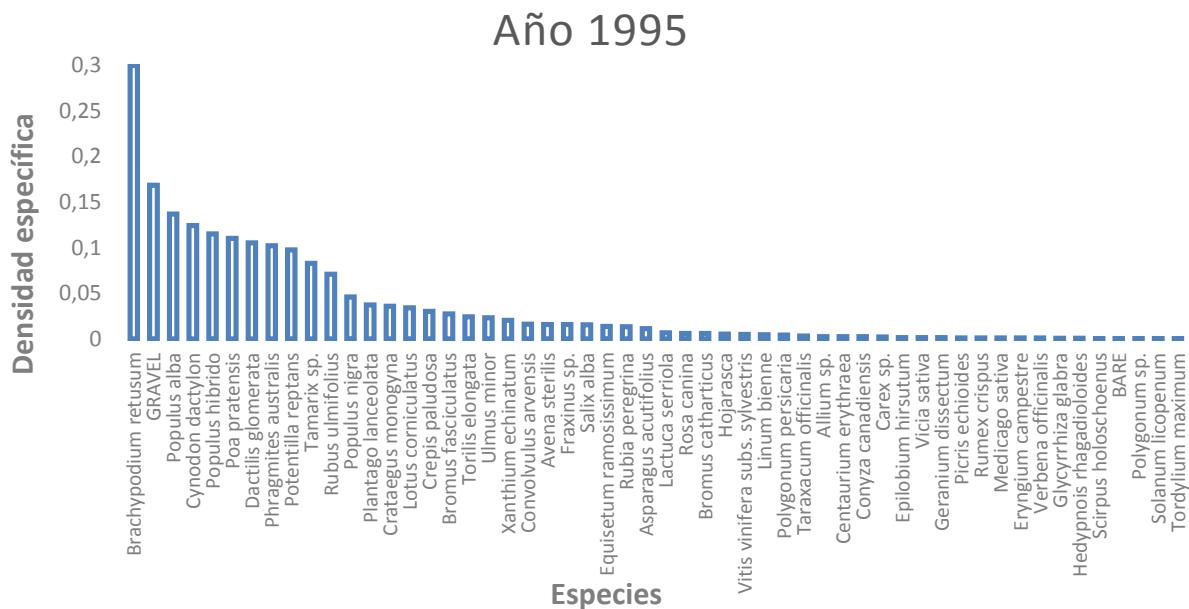


Figura 54: Representación gráfica de las especies presentes en el total de las zonas clasificadas por años de actuación así como su densidad específica en estas. Fuente: elaboración propia.

- 1) Año 1995: Según muestra la gráfica en las actuaciones realizadas en el citado año existe un número notable de especies (54), de las cuales un número importante de ellas superan o igualan el umbral de 0.1, concretamente siete, son las siguientes: *Brachypodium retusum* (0.28), *Populus alba* (0.14), *Cynodon dactylon* (0.12), *Populus hibrido* (0.11), *Poa pratensis* (0.11), *Dactylis glomerata* (0.11) y *Phragmites australis* (0.11). Como se puede apreciar, ninguna de ellas posee valores muy elevados, exceptuando *Brachypodium retusum* que se acerca a valores de densidad específica de 0.3. También es necesario destacar que

“GRAVEL” alcanza densidades específicas por encima del umbral, concretamente un valor de 0.17. Se puede concluir con que hay varias especies que superan el umbral, donde una de ellas destaca por encima del resto, así como que existe una densidad específica significativa de terreno desnudo.

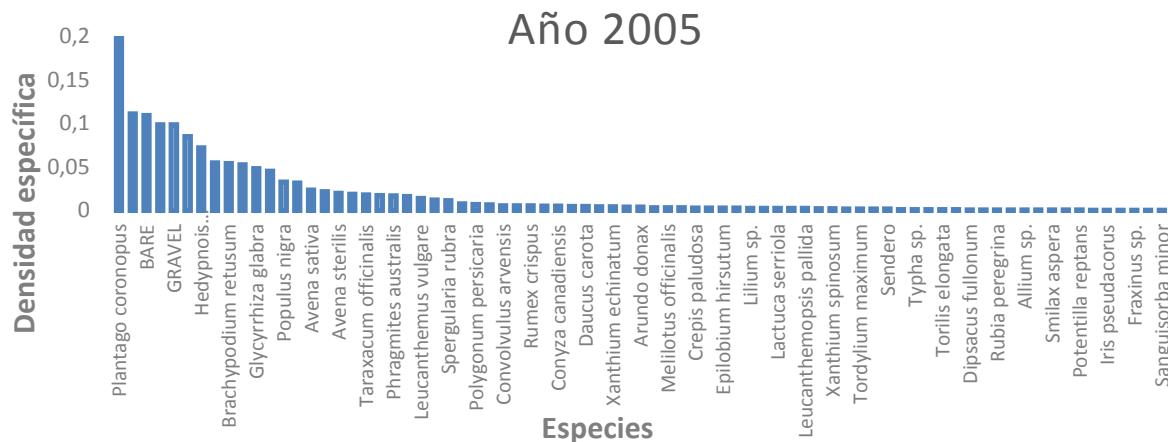


Figura 55: Representación gráfica de las especies presentes en el total de las zonas clasificadas por años de actuación así como su densidad específica en estas. Fuente: elaboración propia.

2) Año 2005: Los datos de las actuaciones de este año reflejan que existen un gran número de especies, concretamente 77, y que sólo dos de ellas superan el umbral establecido pero no con valores muy elevados, las especies son: *Plantago coronopus* (0.2) y *Tamarix sp.* (0.11). También cabe destacar que “BARE” alcanza una densidad específica significativa al superar el umbral establecido. Para finalizar citar que únicamente son dos las especies predominantes en el año citado y que el terreno desnudo alcanza una densidad específica significativa.

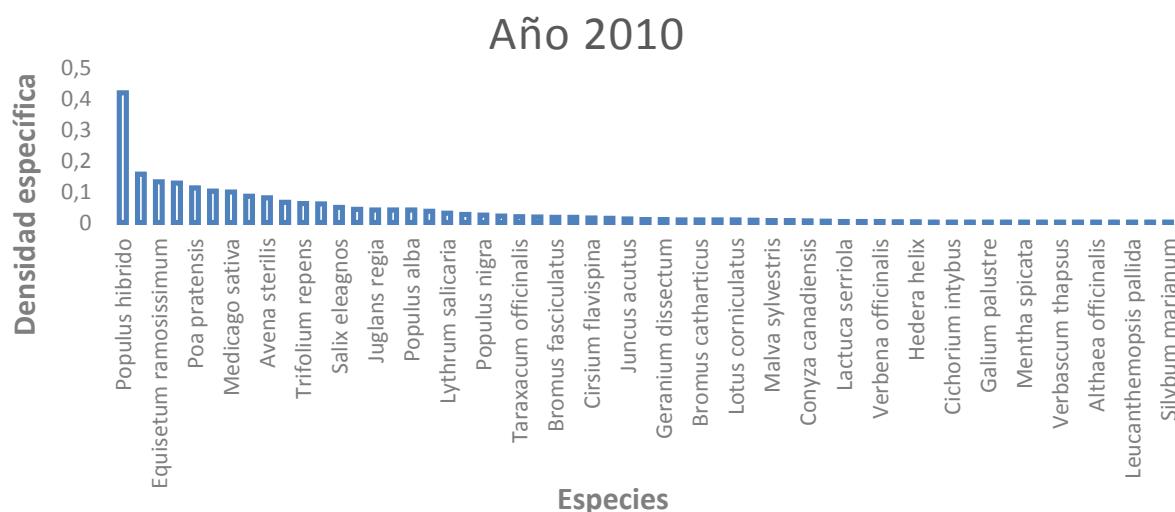


Figura 56: Representación gráfica de las especies presentes en el total de las zonas clasificadas por años de actuación así como su densidad específica en estas. Fuente: elaboración propia.

- 3) Año 2010: Como indica la representación gráfica en este año el número de especies también es bastante elevado con 59 especies, y el número de las cuales supera el umbral también es notable, concretamente siete: *Populus híbrido* (0.42), *Brachypodium retusum* (0.16), *Equisetum ramosissimum* (0.13), *Rubus ulmifolius* (0.13), *Poa pratensis* (0.11) y *Picris echioides* (0.1). Finalizando cabe destacar que *Populus híbrido* destaca por encima de las demás, siendo la especie más predominante en esta fecha.

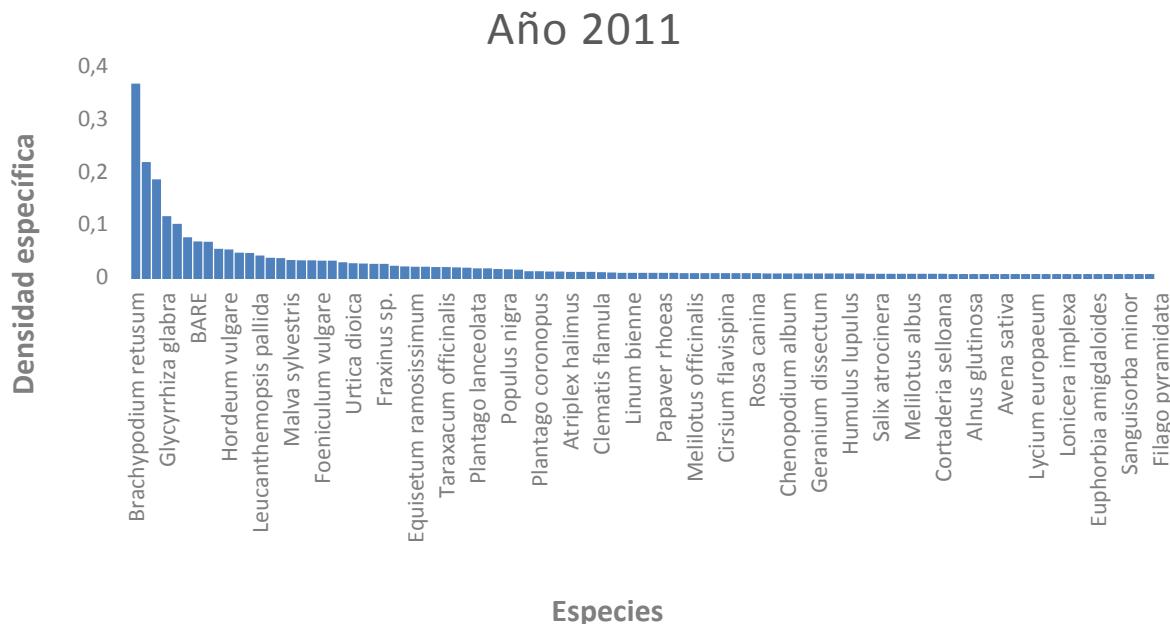


Figura 57: Representación gráfica de las especies presentes en el total de las zonas clasificadas por años de actuación así como su densidad específica en estas. Fuente: elaboración propia.

- 4) Año 2011: Lo que destaca fundamentalmente en el gráfico de este año es el gran número de especies presentes, concretamente 100 y que de ese gran número solamente cuatro de ellas superan el umbral establecido, estas especies son: *Brachypodium retusum* (0.36), *Phragmites australis* (0.21), *Bromus fasciculatus* (0.18), y *Glycyrrhiza Glabra* (0.11). Se puede concluir que de ese gran número de especies solo cuatro superan el umbral y que una de ellas lo hace por encima del resto, *Brachypodium retusum*.

## Año 2012

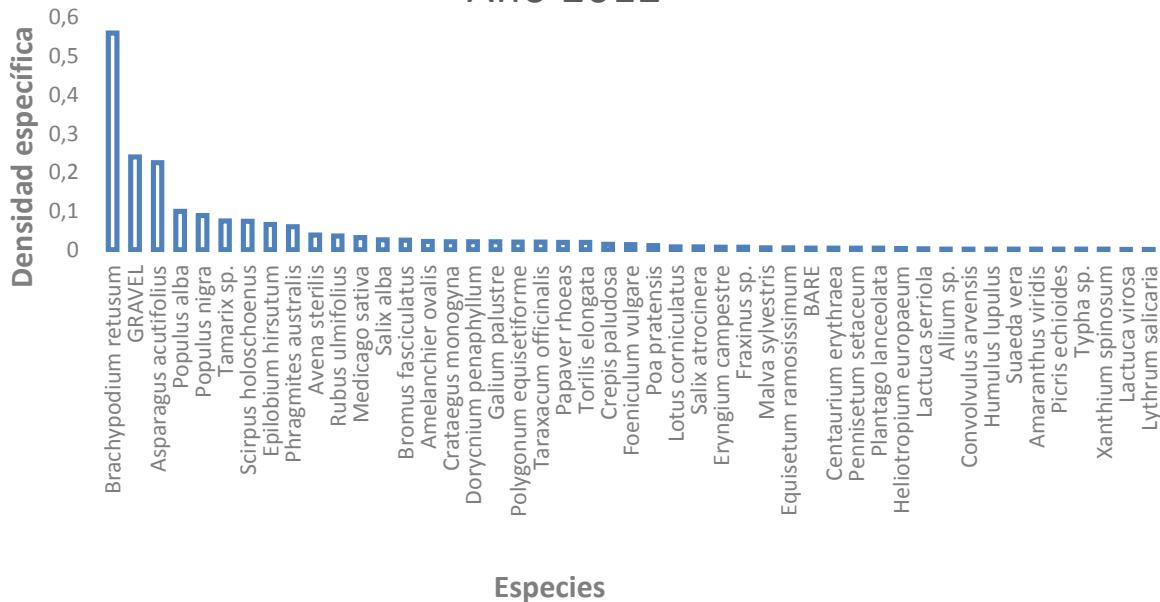


Figura 58: Representación gráfica de las especies presentes en el total de las zonas clasificadas por años de actuación así como su densidad específica en estas. Fuente: elaboración propia.

5) Año 2012: A diferencia que el año anterior el número de especies presente en el gráfico no es tan elevado, solamente hay 47. Dentro de esas especies presentes, únicamente tres son las que superan e igualan el umbral de 0.1 y una de ellas, *Brachypodium retusum* lo hace por encima de las otras dos con un valor de 0.56. Las otras dos especies son: *Asparagus acutifolius* (0.22) y *Populus alba* (0.1). También es destacable que la presencia de “GRAVEL” es significativa, alcanzando un valor de densidad específica de 0.24. Como conclusión anotar que una especie destaca por encima de las demás en este año, así como que la presencia de terreno desnudo es significativa.

Como conclusión de este análisis por años, al igual que en el apartado anterior de tratamiento, *Brachypodium retusum* aparece con valores significativos en todos los años de actuación exceptuando el año 2005.

#### 4.4.3 Descripción por río.

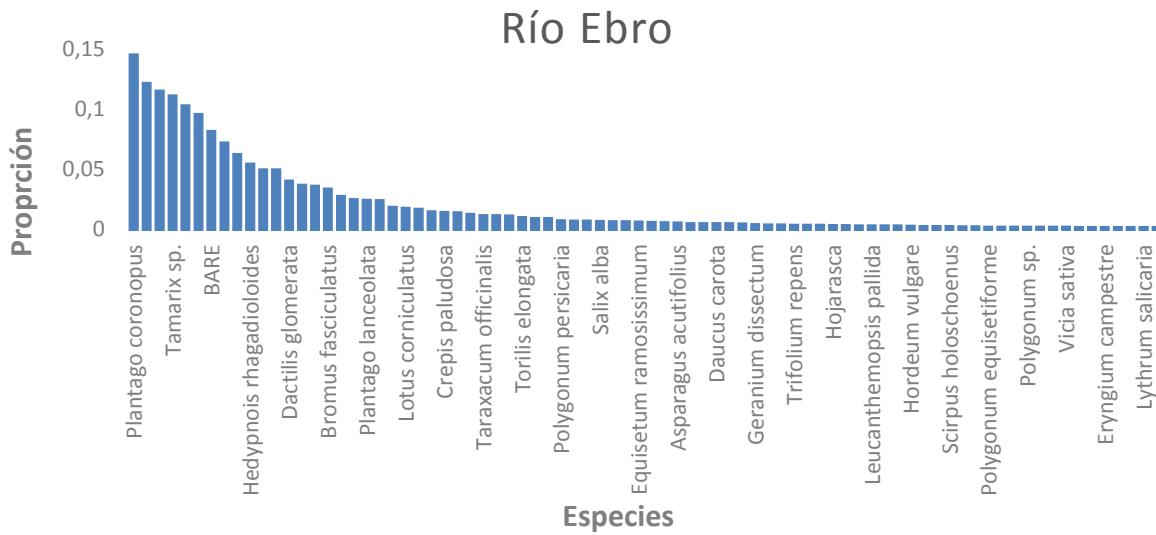


Figura 59: Representación gráfica de las especies presentes por ríos de actuación así como su densidad específica en éstos. Fuente: elaboración propia.

- 1) Río Ebro: Como se representa en la gráfica las actuaciones llevadas a cabo en el río Ebro contemplan un gran número de especies (80), de las cuales cinco de ellas superan el umbral establecido entorno a valores muy parecidos, sin destacar ninguna sobre las demás. Las especies son: *Plantago coronopus* (0.15), *Brachypodium retusum* (0.12), *Cynodon dactylon* (0.11), *Tamarix sp.* (0.11) y *Populus híbrido* (0.1). A modo de conclusión citar que son cinco especies las destacadas, pero con valores muy próximos al umbral.

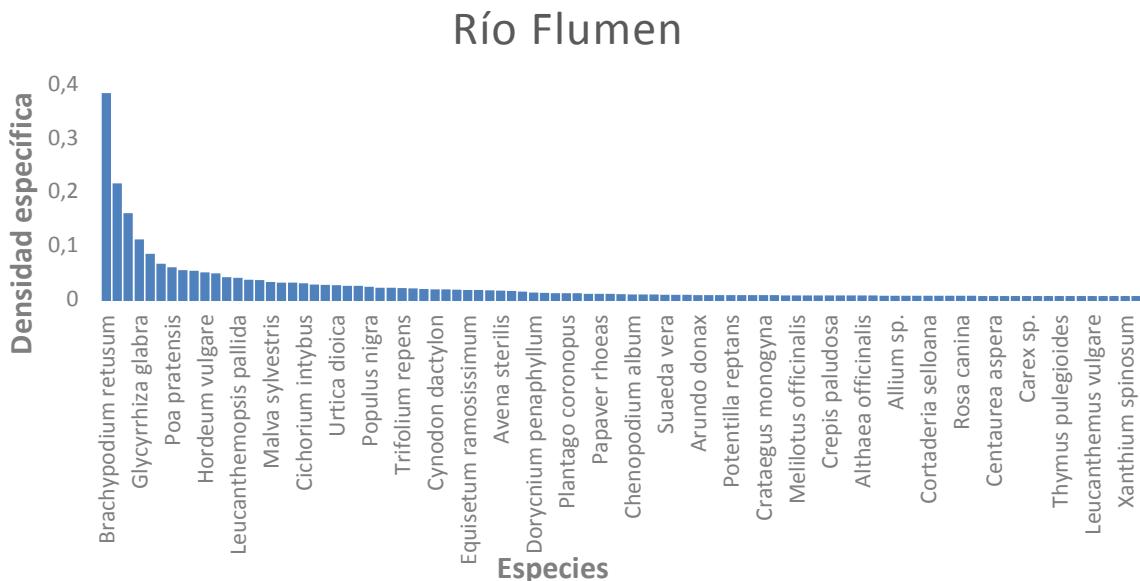


Figura 60: Representación gráfica de las especies presentes por ríos de actuación así como su densidad específica en éstos. Fuente: elaboración propia.

- 2) Río Flumen: La gráfica del río Flumen al igual que la del Ebro representa una gran cantidad de especies, concretamente 96 y al igual que en éste solamente superan el umbral un número parecido de especies, en este caso cuatro. La principal diferencia es que los valores de densidad específica son más elevados. Las especies que destacan en el río Flumen son las siguientes: *Brachypodium retusum* (0.38), *Phragmites australis* (0.18), *Bromus fasciculatus* (0.11) y *Glycyrrhiza glabra* (0.11). Para finalizar citar que cuatro especies superan el umbral, destacando una por encima de las demás *Brachypodium retusum*.

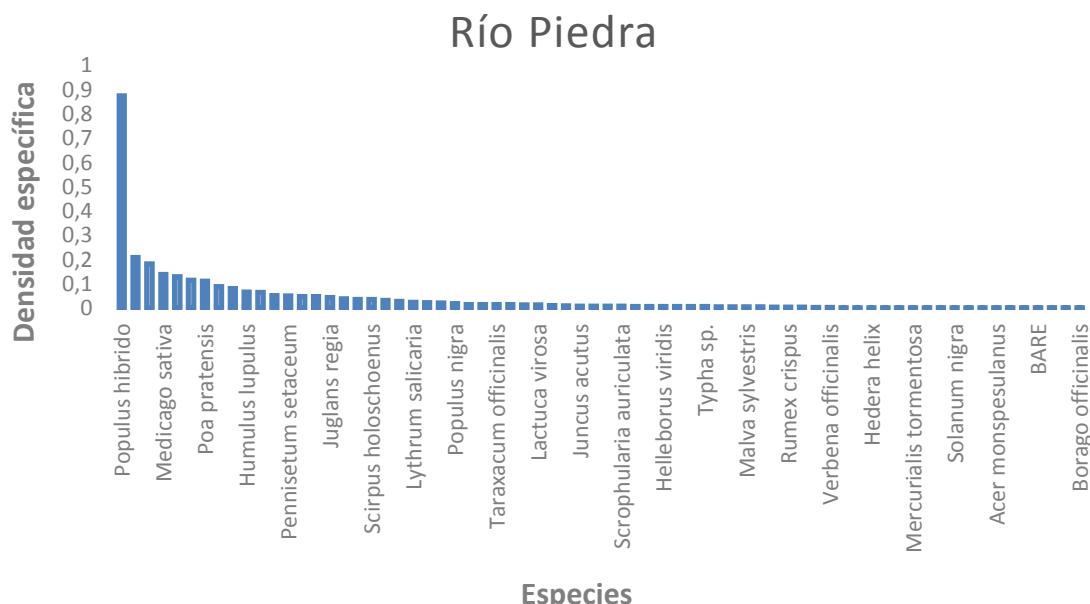


Figura 61: Representación gráfica de las especies presentes por ríos de actuación así como su densidad específica en éstos. Fuente: elaboración propia.

- 3) Río Piedra: Los datos representados en la gráfica del río Piedra dan a conocer que también existen un gran número de especies aunque menor que los ríos anteriores con un total de 70, y a diferencia que los dos ríos anteriores, son más las especies que superan el umbral establecido de 0.1, concretamente siete; las especies son las siguientes: *Populus híbrido* (0.33), *Brachypodium retusum* (0.21), *Avena sterilis* (0.18), *Medicago sativa* (0.14), *Rubus ulmifolius* (0.13), *Equisetum ramosissimum* (0.11) y *Poa pratensis* (0.11). A modo de conclusión decir que son siete las especies que superan el umbral de 0.1 y una de ellas *Populus híbrido* lo hace sobre las demás.

## Río Gállego

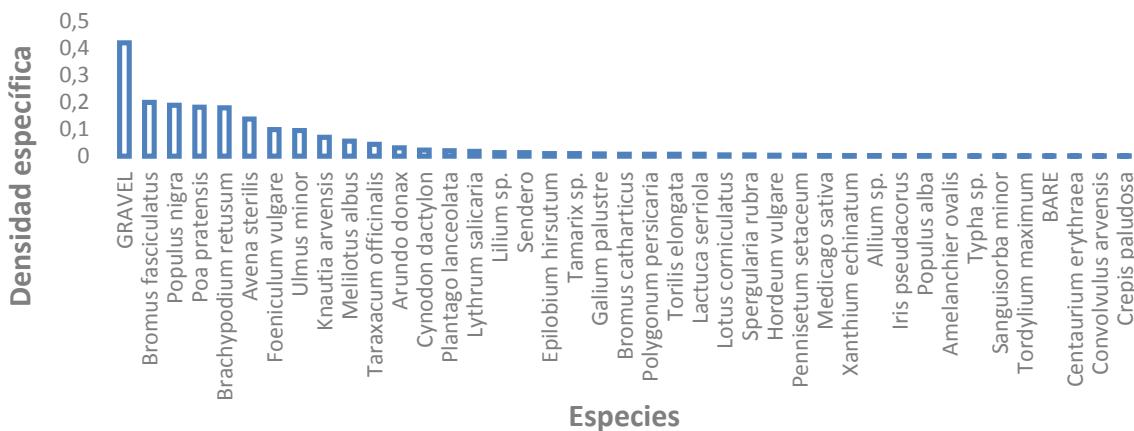


Figura 62: Representación gráfica de las especies presentes por ríos de actuación así como su densidad específica en éstos. Fuente: elaboración propia.

4) Río Gállego: De todos los ríos analizados el río Gállego es el que menor número de especies posee, en total 41, pero el número de especies que superan el umbral establecido es similar al de los ríos anteriores. Dentro del río Gállego seis son las especies que superan el umbral: *Bromus fasciculatus* (0.2), *Populus nigra* (0.19), *Brachypodium retusum* (0.18), *Poa pratensis* (0.18), *Avena sterilis* (0.14) y *Foenicum vulgare* (0.1). Dentro de este río también cabe destacar que “GRAVEL” supera con creces el umbral establecido, ocupando la mayor parte del río con una densidad específica de 0.42. Para poner fin a este río citar que el terreno desnudo ocupa la mayor parte del río y que seis especies son las dominantes.

Para concluir el análisis de ríos al igual que en los análisis anteriores, *Brachypodium retusum* es la especie que más veces aparece, estado presente significativamente en el total de los ríos analizados.

A modo de conclusión global de todo este apartado se muestra a continuación la clasificación de especies que superan el umbral anteriormente establecido de mayor a menor según los ríos, años y tratamientos de actuación. La clasificación es la siguiente:

### Clasificación del número de especies por río:

Río Piedra (7) > Río Gállego (6) > Río Ebro (5) = Río Flumen (4)

### Clasificación del número de especies por año:

Año 1995 (8) > Año 2010 (7) > Año 2011 (4) > Año 2012 (3) > Año 2005 (2)

### Clasificación del número de especies por tratamiento:

CP (4) > Ref + (3) = Ref - (3) = SP (3) = SN (3) > CN (1)

## 4.5 Descripción de especies presentes por ránking de densidad específica en río, año y tratamiento de actuación.

Para poder realizar esta descripción se realizó un ránking con las 25 especies con mayores densidades específicas en todas las zonas de estudio. Como anteriormente ya se ha mostrado un análisis de especies por zonas, a continuación se analizaran las 25 especies más abundantes por presencia en ríos, año y tratamiento de actuación.

### 4.5.1 Especies por río.



Figura 63: Representación gráfica de las 25 especies presentes más abundantes por río de actuación. Punto rojo indica presencia.  
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en el gráfico la mayoría de especies del ránking están presentes en todos los ríos, teniendo el menor número de especies el río Gállego con 16. Por otra parte indicar que la mayoría de especies del ránking están presentes en tres o más ríos, son pocas las que están presentes en un solo río, por ejemplo *Dactylis glomerata* sólo está presente en el río Ebro, o en dos, *Glycyrrhiza glabra* y *Plantago coronopus* sólo presentes en los ríos Ebro y Flumen.

Para finalizar indicar según el río el número de especies de mayor a menor: Río Ebro (25) > Río Flumen (24) > Río Piedra (18) > Río Gállego (16).

#### 4.5.2 Especies por año.



Figura 64: Representación gráfica de las 25 especies presentes más abundantes por año de actuación. Punto rojo indica presencia.  
Fuente: Elaboración propia.

Al igual que ocurre en el gráfico anterior la mayoría de especies del ranking están presentes en buena parte de los años en los que se llevaron a cabo actuaciones, es decir, presentes en 3 o más años de actuación, siendo el año 2012 el año con menos especies presentes posiblemente porque algunas especies no han tenido el suficiente tiempo para colonizar. Como especies menos presentes por año destacan *Dactylis glomerata* presente en los años 1995 y 2005 y *Plantago coronopus* presente en los años 2005 y 2011.

Como conclusión indicar que el número de especies por año de actuación es bastante parecida a simple vista, el orden decreciente de diversidad es el siguiente: Año 2011 (25) = Año 2005 (24) > Año 1995 (22) > Año 2010 (19) > Año 2012 (16).

#### 4.5.3 Especies por tratamiento.

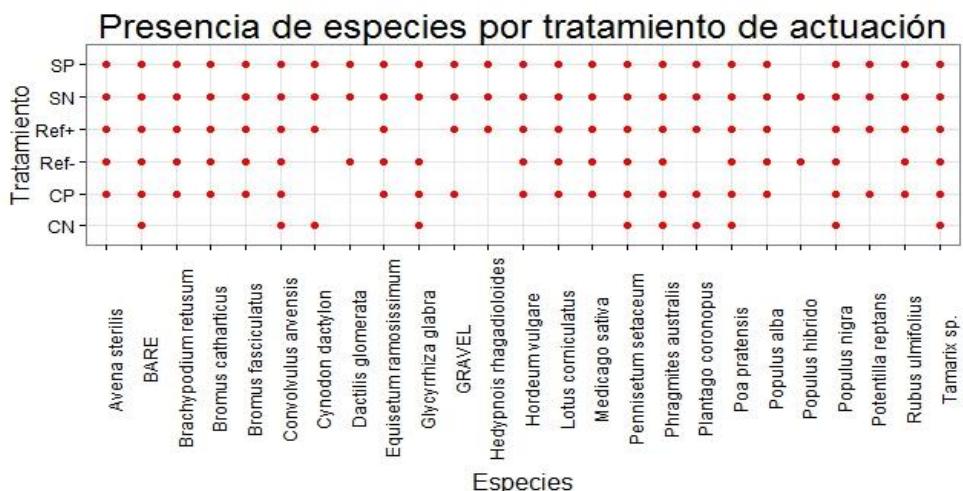


Figura 65: Representación gráfica de las 25 especies presentes más abundantes por tratamiento de actuación. Punto rojo indica presencia.  
Fuente: Elaboración propia.

Según muestra este gráfico el tratamiento con menor número de especies es CN con un total de 10, por el contrario, el tratamiento que mayor número de especies presentas es SN con el total de las especies presentes. En el resto de tratamientos varía el número de especies presentes, pero lo están la mayor parte.

Por otro lado el gráfico también indica que las especies presentes en menos tratamientos son *Dactylis glomerata* presente en Ref -, SN y SP, *Hedypnois rhagadioloides* en Ref +, SN y SP y *Populus híbrido* en SN y Ref -.

También es necesario indicar que a diferencia que en los gráficos anteriores únicamente son pocas las especies que están presente en la totalidad de los tratamientos, concretamente 6: *Convulvulus arvensis*, *Pennisetum setaceum*, *Phragmites australis*, *Poa pratensis*, *Populus nigra* y *Tamarix sp*. También cabe destacar que “BARE” está presente en todos los tratamientos.

Para concluir indicar el orden del número de especies por tratamiento de actuación: SN (25) > SP (24) > Ref + (22) > Ref – (20) > CP (21) > CN (10).

## 4.6 Descripción de especies arbóreas presentes en el estudio

A parte de la descripción llevada a cabo por especies, también se llevará a cabo una descripción de las especies de árboles presentes en el estudio.

Por una parte la descripción de especies se llevará a cabo de igual modo que el apartado anterior de ranking. Por otra parte también se llevará a cabo un pequeño análisis de regresiones altura-diámetro.

### 4.6.1 Especies

#### Especies por río

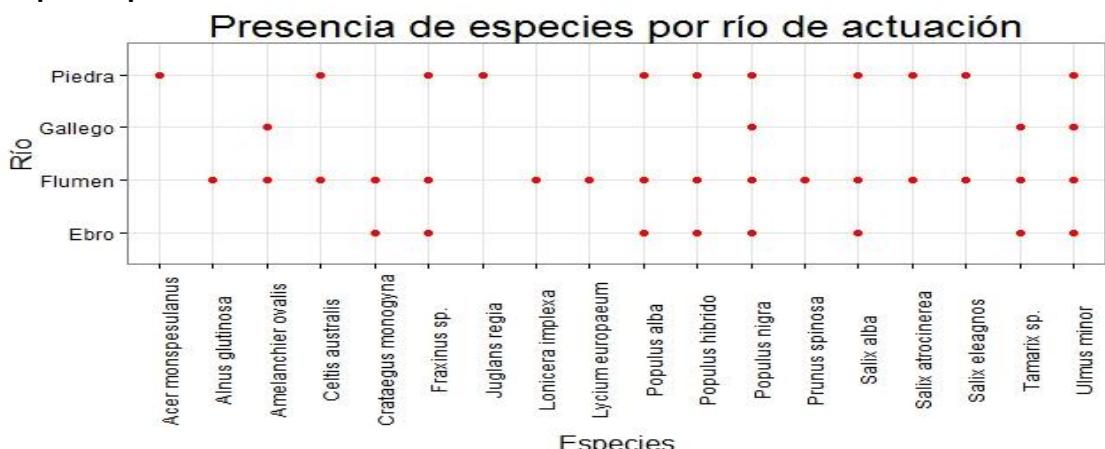


Figura 66: Representación gráfica de las especies arbóreas presentes por río de actuación. Punto rojo indica presencia. Fuente: Elaboración propia.

Según muestra el grafico el río que menor número de especies alberga es el río Gállego, con únicamente cuatro especies arbóreas, por el contrario el río que mayor número de especies alberga es el río Flumen, con un total de 16, este número tan elevado de especies se explica porque en los tratamientos de sustitución con plantación (SP) y construcción con plantación (CP) la plantación fue más intensiva.

Por otra parte cabe destacar que sólo son dos las especies que están presentes en el total de los ríos, ellas son: *Ulmus minor* y *Populus nigra*.

Para concluir el orden del número de especies es el siguiente: Río Flumen (16) > Río Piedra (11) > Río Ebro (8) > Río Gállego (4).

## Especies por año.

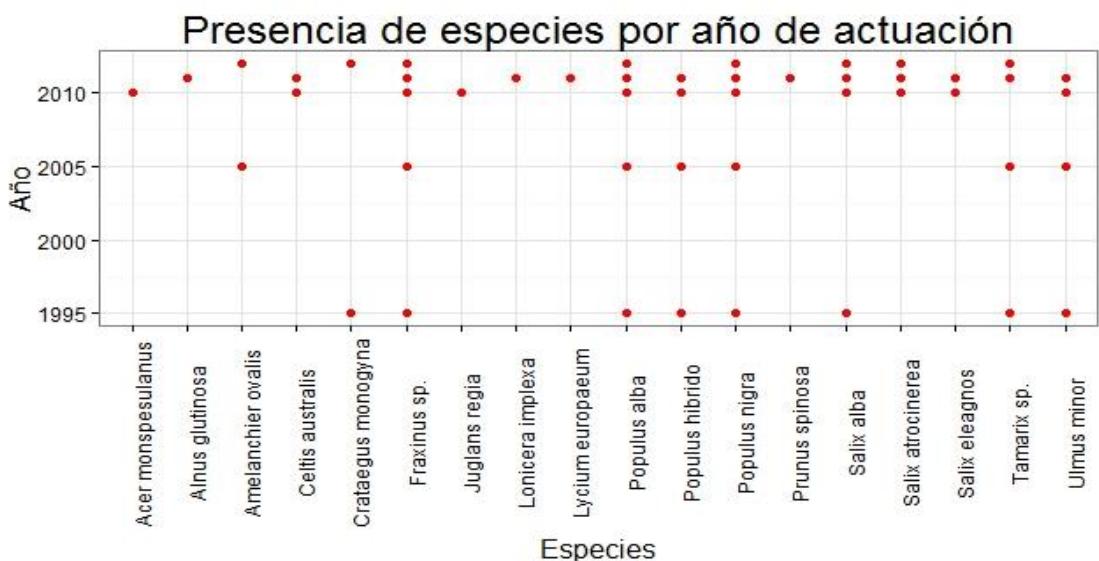


Figura 67: Representación gráfica de las especies arbóreas presentes por año de actuación. Punto rojo indica presencia. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en el gráfico el año con menor número de especies es el año 2005 con un total de 7 especies. Por el contrario, el año con mayor número de especies presentes es el año 2011 con un total de 14 especies, el resto de los años tienen valores parecidos que varían entre 8 y 11 especies.

En cuanto a las especies que aparecen en el total de años de actuación únicamente son 3: *Fraxinus sp.*, *Populus alba* y *populus nigra*.

Para concluir se mostrará el orden del número de especies de mayor a menor por año de actuación: Año 2011 (14) > Año 2010 (11) > Año 2012 (8) = Año 1995 (8) > Año 2005 (7). Como se apuntaba en gráficos anteriores la particularidad de que el año 2011 presente más especies que años anteriores se debe a una intensificación en las zonas de plantación, aumentando de este modo su número.

## Especies por tratamiento

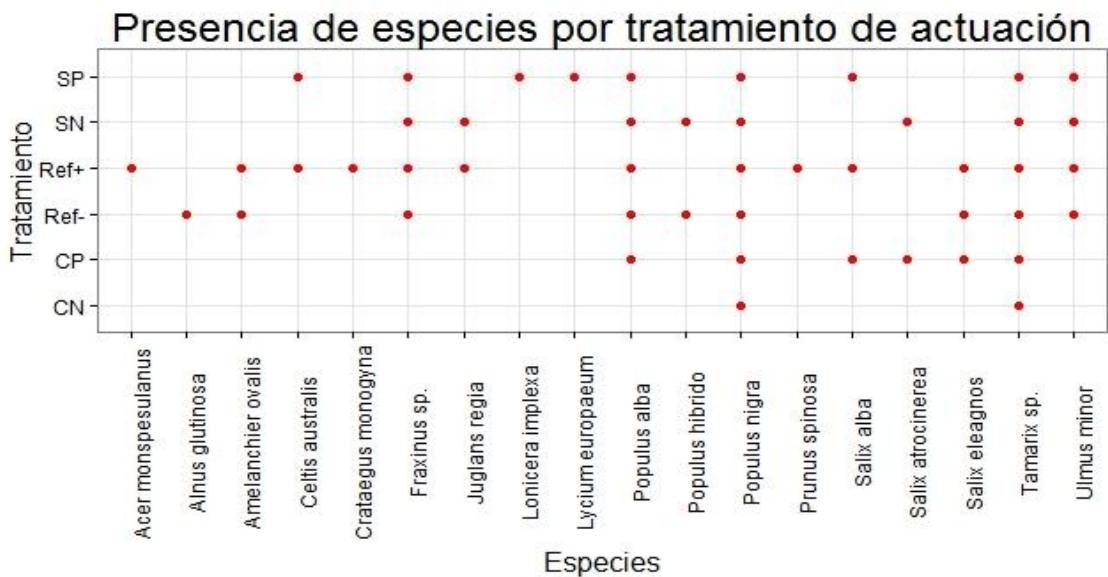


Figura 68: Representación gráfica de las especies arbóreas presentes por tratamiento de actuación. Punto rojo indica presencia.  
Fuente: Elaboración propia.

Según muestra el gráfico el tratamiento que mayor número de especies alberga es Ref+ con un total de 13, por el contrario el tratamiento que menor número de especies alberga es CN con un total de 2.

En cuanto a las especies presentes en el total de los tratamientos, solamente existen dos: *Populus nigra* y *Tamarix sp.*.

Para finalizar indicar el orden del número de especies según tratamientos de mayor a menor: Ref+ (13) > Ref- (9) = SP (9) > SN (8) > CP (6) > CN (2).

### 4.6.2 Regresiones altura – diámetro.

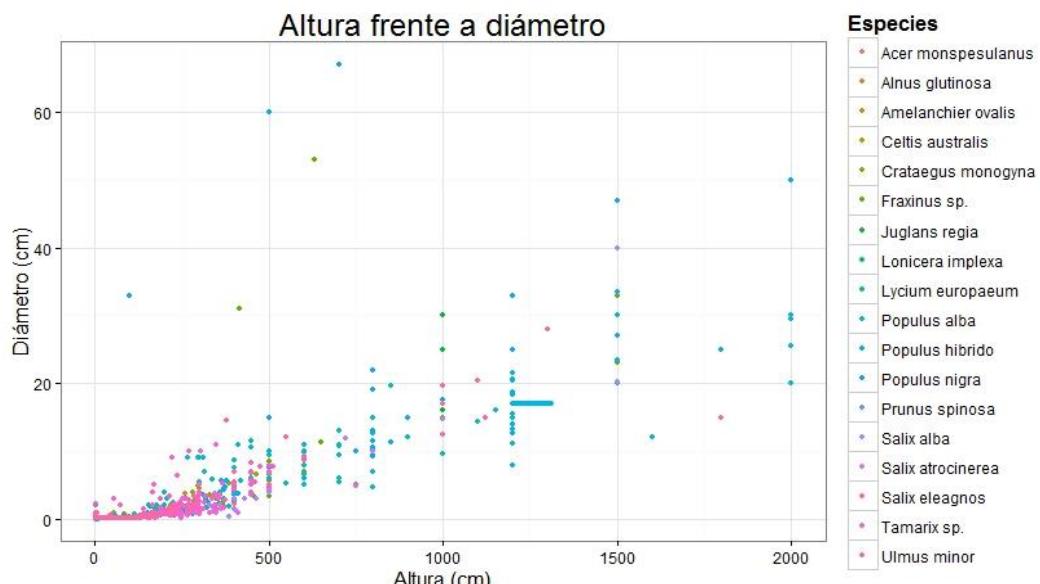


Figura 69: Representación gráfica de la altura de cada individuo frente a su diámetro, cada especie es representada por un color.

El objetivo del gráfico anterior es presentar los dos componentes que conforman la siguiente variable a estudiar: el ratio. Según se muestra el gráfico la mayoría de los individuos están ubicados en los primeros 500 cm de altura y en los primeros 10 cm de diámetro, más allá de esos valores los individuos comienzan a estar más dispersos. Con esto se puede determinar que la mayor parte de los individuos están situados en los mismos valores de ratio como a continuación se demuestra en las siguientes gráficas.

A continuación se muestra la distribución de ratio por especie, año de actuación, tratamiento y río con el objetivo de vislumbrar si existe gran variabilidad en los valores de ratio clasificado por estas variables.

### Especie.

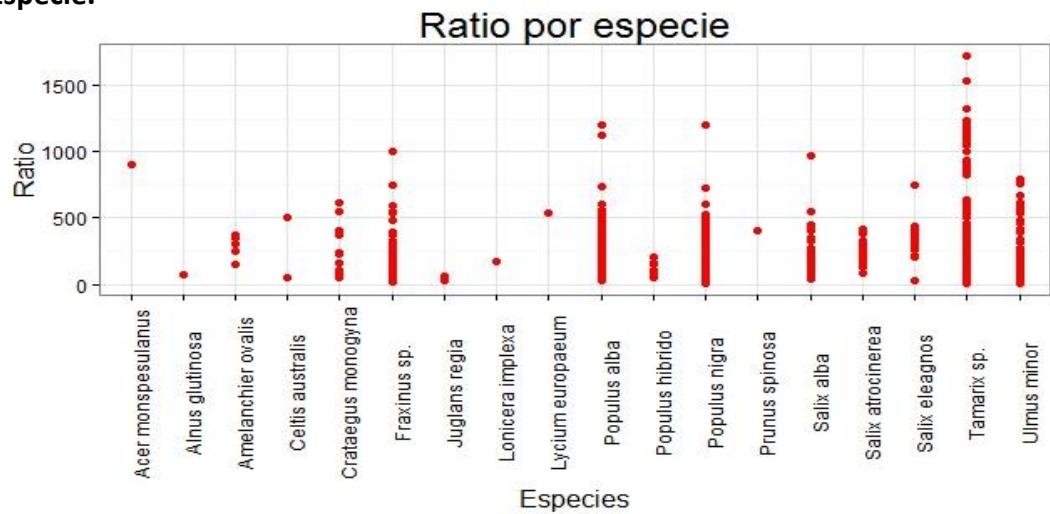


Figura 70: Representación gráfica de las especies arbóreas presentes frente a su ratio. Punto rojo indica presencia. Fuente: Elaboración propia.

### Río.

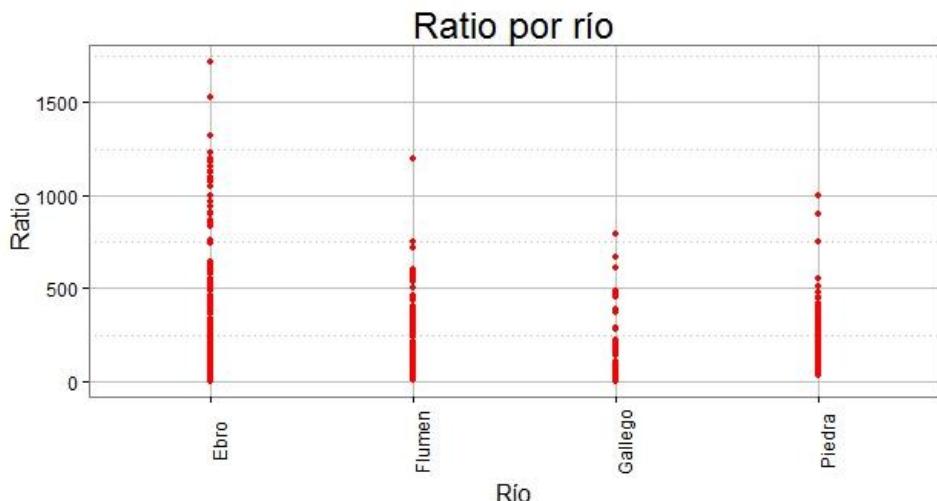


Figura 71: Representación gráfica de las especies arbóreas presentes clasificadas por ríos frente a su ratio. Punto rojo indica presencia. Fuente: Elaboración propia.

## Año.

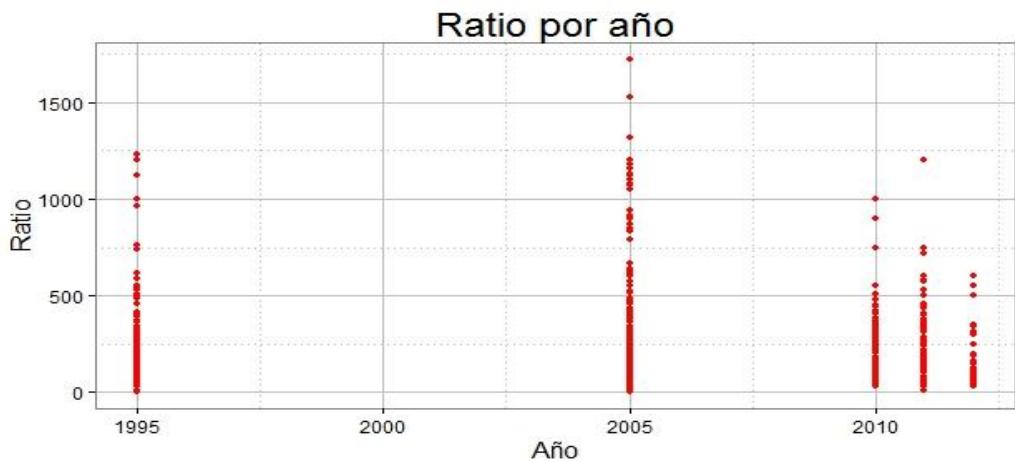


Figura 72: Representación gráfica de las especies arbóreas presentes clasificadas por años de actuación frente a su ratio. Punto rojo indica presencia. Fuente: Elaboración propia.

## Tratamiento.

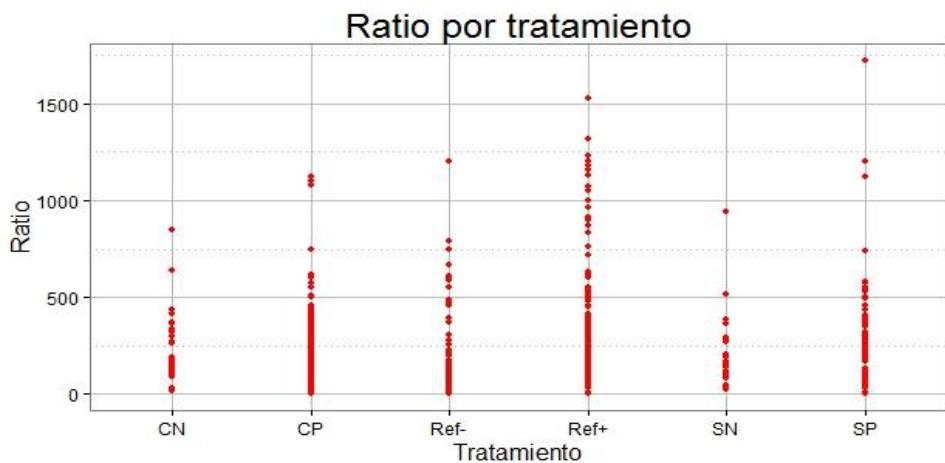


Figura 73: Representación gráfica de las especies arbóreas presentes clasificadas por tratamientos de actuación frente a su ratio. Punto rojo indica presencia. Fuente: Elaboración propia.

## Regresiones altura-diámetro

Como se puede apreciar en las gráficas anteriores los valores de ratio apenas tienen diferencias entre las variables citadas anteriormente. En todos los años, ríos y tratamientos la mayor parte de los valores de ratio están comprendidos entre 0 y 500.

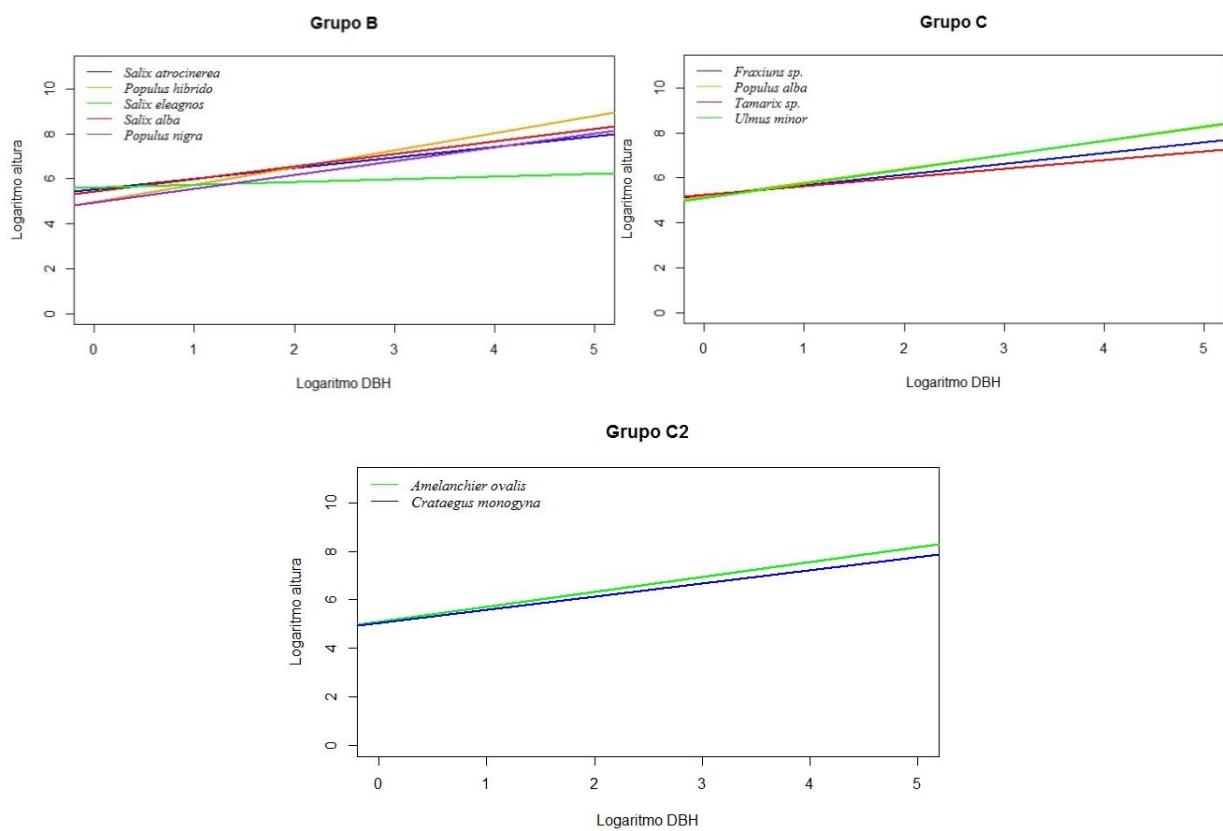
Por este motivo se mostrará el análisis de regresiones lineales de la altura en función del diámetro en función de las especies a nivel general del estudio, agrupando las especies por su distribución transversal en el cauce del río según lo citado por González y García de Jalón (2006-2007): B: orillas del cauce, C: taludes del cauce (Ver figura 2), a lo que se añadirá C<sub>2</sub>: otras especies que aparecen en el talud. Las especies que se mostrarán en

las regresiones únicamente serán las que poseen más de dos individuos en el estudio (ver figura 70).

Debido al efecto de la diferencia en varios órdenes de magnitud en los valores de las variables, para mejorar la visualización se decide calcular el logaritmo del diámetro y de la altura y de este modo homogeneizar las medidas. Seguidamente se muestran las gráficas con las regresiones analizadas según la fórmula que se muestra a continuación, así como los valores de las variables  $\beta$  y  $\beta_0$  para cada especie:

$$\text{Altura } (A) = \beta_0 + \beta_1 \cdot DBH(D) \quad \rightarrow \quad \log A = \beta_0 + \beta_1 \cdot \log D$$

\*DBH= Diameter at Breast Height (Diámetro a la Altura del Pecho)



Figuras 74, 75, 76 (de izquierda a derecha y de arriba a abajo): Representación de las regresiones de las especies arbóreas clasificadas por grupos, cada línea indica la regresión de una determinada especie. Fuente: Elaboración propia.

Especie	$\beta_0$	$\beta_1$	R <sup>2</sup> ajustada	P-value	Grupo
<i>Populus nigra</i>	4.93	0.62	0.65	2.2e-16	B
<i>Populus híbrido</i>	4.97	0.77	0.71	2.2e-16	B
<i>Salix alba</i>	5.43	0.56	0.95	2.2e-16	B
<i>Salix Atrocinerea</i>	5.52	0.47	0.78	2.2e-16	B
<i>Salix eleagnos</i>	5.63	0.12	0.29	2.2e-16	B
<b>Media de <math>\beta_1</math> grupo B: 0.560 ± 0.242</b>					
<i>Fraxinus sp.</i>	5.19	0.48	0.79	2.2e-16	C
<i>Populus alba</i>	5.17	0.61	0.77	2.2e-16	C
<i>Tamarix sp.</i>	5.24	0.38	0.33	2.2e-16	C
<i>Ulmus minor</i>	5.10	0.64	0.8	2.2e-16	C
<b>Media de <math>\beta_1</math> grupo C: 0.545 ± 0.120</b>					
<i>Amelanchier ovalis</i>	5.08	0.62	0.95	2.2e-16	C <sub>2</sub>
<i>Crataegus monogyna</i>	5.06	0.54	0.81	2.2e-16	C <sub>2</sub>
<b>Media de <math>\beta_1</math> grupo C<sub>2</sub>: 0.58 ± 0.057</b>					

Tabla 3: Valores estadísticos para cada especie atendiendo a su clasificación transversal.

En los resultados se puede apreciar según la clasificación por grupos los siguientes aspectos:

- En el grupo B la especie que mayor crecimiento experimenta es *Populus híbrido* con un valor de pendiente de 0.77, por el contrario la especie que menor crecimiento presenta es *Salix eleagnos* con un valor de pendiente de 0.12, aunque hay que añadir que R<sup>2</sup> no es muy elevado, por lo que este valor de pendiente no tiene una elevada capacidad explicativa. El orden de crecimiento es el siguiente: *Populus híbrido*, *Populus nigra*, *Salix alba*, *Salix Atrocinerea* y *Salix eleagnos*.
- En el grupo C tanto *Populus alba* como *Ulmus minor* presentan una tasa de crecimiento parecido ya que poseen unos valores de pendiente similares, bien es cierto que los valores de *Ulmus minor* se ajustan ligeramente mejor a la recta que *Populus alba* puesto que posee un valor de R<sup>2</sup> más elevado. Al igual que en el grupo anterior la especie que menor valor de pendiente posee, también tiene un valor de R<sup>2</sup> bastante bajo posiblemente ocasionado por un gran número de

valores residuales, en este grupo se trata de *Tamarix sp.*. El orden de crecimiento es el siguiente: *Ulmus minor*, *Populus alba*, *Fraxinus sp.*, *Tamarix sp.*

- En el grupo C<sub>2</sub> únicamente están presentes dos especies *Amelanchier ovalis* y *Crataegus monogyna*, ambas poseen un valor de R<sup>2</sup> bastante elevado por lo que se puede decir que los valores se ajustan muy bien a la recta. Finalmente citar que *Amelanchier ovalis* presenta mayor tasa de crecimiento porque los valores de pendiente de la recta son mayores que en *Crataegus monogyna*.

Desde un punto de vista general, se puede decir que solo son dos las especies cuya recta no tiene una capacidad explicativa muy elevada *Salix eleagnos* y *Tamarix sp.*, esta situación puede venir dada por la existencia de puntos bastante dispares en los gráficos, lo que hace que la recta no se ajuste suficientemente a dichos puntos. Por otra parte los valores de mediana junto con la desviación típica son similares, por lo que no se pueden apreciar diferencias de crecimiento entre los diferentes grupos (Ver gráfico 77).

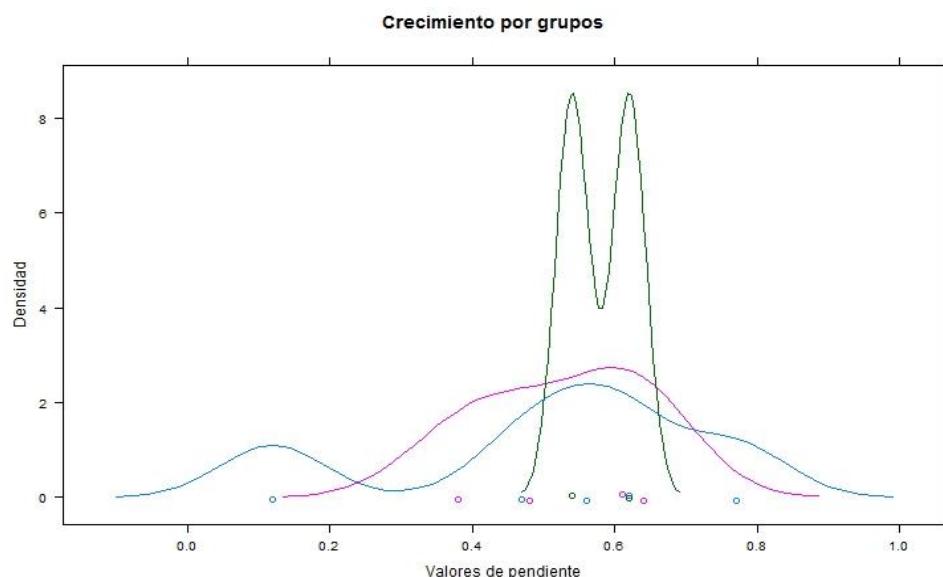


Grafico 77: Representación estadística por grupos. En color negro grupo C<sub>2</sub>, en color rojo grupo C y en color azul grupo B.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1 Cobertura vegetal por zonas de muestreo.

A diferencia de otros estudios en los que la cobertura vegetal incrementó con el transcurso del tiempo (Jorba M., Vallejo R., 2008) (Ver también figura 5, pág. 8), en este TFG no se cumple con lo esperado en términos generales. Se puede comprobar en el anexo 2 que los años que poseen las zonas con mayores valores máximos de abundancia de individuos, es decir con la que se indica la cobertura vegetal, son los años 2010, 2011 y 2012. Esta discordancia se puede explicar en relación a lo descrito en el anexo 2, donde se puede apreciar que en estos años se llevaron a cabo la mayor parte de los tratamientos de plantación y del mismo modo que en otros estudios (Vilagrosa A., *et al* n.d) estas plantaciones hacen que se vea incrementada la cobertura vegetal.

En cuanto a los tipos de plantaciones, las actuaciones de sustitución con plantación (SP) en zonas de terraza y de construcción con plantación en zonas de playa (CP), cabe mencionar que CP presenta valores de abundancia de individuos por encima de SP. La explicación puede originarse según se explica en otros estudios por el aumento de la disponibilidad de agua en las áreas más cercanas a los ríos (Sun Z., Chang N., Opp C., Hennig, T., 2011) (Ver figura 3, pág. 7), permitiendo esta mayor disponibilidad un crecimiento más rápido de las especies presentes en dichas áreas, según se refleja en el apartado de aspectos hidrológicos en el primer modelo teórico expuesto en la introducción (González y García de Jalón, 2001). Por esto se puede concluir que como tratamientos en diferentes emplazamientos hidrogeomorfológicos, CP es el tratamiento más adecuado para altas abundancia de individuos en zonas de playa y SP el más adecuado para altas abundancias en zonas de terraza.

Por otra parte para explicar la diversidad de especies también es posible observar en el anexo 2 que los tratamientos que mayor abundancia de especies presentan en líneas generales, es decir el número más elevado de especies en un mismo punto del conjunto de los transectos de una zona, son CP y SP pertenecientes a los años 2010, 2011 y 2012. Como esta medida de diversidad ofrece una visión bastante general ya que se describe el número de especies en la misma distancia de cada uno de los transectos de una zona,

se explicará más detalladamente en el próximo apartado de densidad específica de especies.

Como último aspecto visitando una vez más el anexo 2, se puede apreciar que los tratamientos de sustitución con plantación (SP) y construcción con plantación (CP) en los años citados anteriormente, presentan los valores que más se asemejan a las zonas mejor conservadas en cuanto a la vegetación y tomadas como referencia para el estudio (Ref +).

## 5.2 Descripción de la densidad específica de las especies presentes en el total del estudio.

Como se puede observar en la figura 6 la especie con mayor densidad específica en el presente estudio es *Brachypodium retusum* con un valor de 0.23, densidad específica por encima de las demás. También se puede observar que la segunda especie con mayor densidad específica en el conjunto del estudio es *Phragmites australis* con un valor cercano a 0.11.

Según estos valores se podría concluir que es posible que esta última especie se encontrarse en un proceso de expansión, siendo un ambiente propicio las restauraciones ecológicas (Gobierno de Aragón, 2001-2002). Según Gobierno de Aragón (2001-2002) “La expansión incontrolada puede llegar a causar graves problemas que se concretarían en la ocupación de ambientes propios de otras comunidades vegetales menos representadas lo que conllevaría un empobrecimiento de la diversidad vegetal”. Por este motivo sería interesante adoptar medidas de control para la expansión este tipo de especies, como por ejemplo el pastoreo o la quema controlada (Christensen J., n.d.)

## 5.3 Descripción de la densidad específica de las especies presentes clasificadas por tratamiento, año y río de restauración.

Fijando la atención en los resultados de figuras 54, 55, 56, 57 y 58 (Páginas 76 a79) se puede apreciar que el mayor número de especies que superan el umbral establecido de densidad específica (valores de densidad específica por encima de 0.1) lo poseen las actuaciones llevadas a cabo el año 1995 con un total de 8 especies. Por esto se puede concluir que el aumento del número de especies tiene relación con la antigüedad de las

restauraciones aunque no completamente, ya que según se muestra en la figura 56, las actuaciones realizadas en el año 2010, por lo tanto más modernas, tienen un total de 7 especies que superan el umbral establecido. Este aumento de diversidad en años más modernos puede venir propiciado por la intensificación de las plantaciones arbóreas en las actuaciones más recientes a semejanza de otros estudios (Vilagrosa A., *et al* n.d). También es necesario indicar que aunque no sean muchas las especies que superan el umbral de valor 0.1 indicado anteriormente, si hay presentes un gran número de especies en la mayoría de los años de actuación, siendo menor en el año 1995 con 54 especies que en los años que le siguen, posiblemente porque se trata de sistemas que fuerzan menos la colonización al ser menos intensas las plantaciones, por lo que se podría indicar con casi total seguridad que dichas actuaciones están sufriendo un proceso de sucesión primaria según mencionan MacArtur y Wilson (1967) en su teoría de Islas. Siguiendo este proceso y fijando la atención en las figuras mencionadas en la primera línea se puede observar que la mayor parte de las especies presentes en las restauraciones son especies pioneras, lo que indica que las zonas restauradas se encuentran, desde una visión global y teniendo en cuenta el tamaño limitado de las zonas de estudio, en los primeros estadios de evolución temporal según lo indicado en el modelo teórico expuesto por García de Jalón (2003) y explicado en la figura 4 (pág. 8). Profundizando un poco más, sólo en el año 1995 hay más de una especie arbórea que supere el umbral establecido de densidad específica, por lo que se puede concluir que las restauraciones con esta edad concuerdan con un estadio más avanzado de evolución temporal.

Por otra parte atendiendo a las actuaciones según la hidrogeomorfología y a las especies que superan el umbral establecido de 0.1 se puede determinar que en las zonas de playa el tratamiento que da pie a una mayor diversidad es construcción con plantación (CP) (ver figura 49, pág. 73), mientras que en las zonas de terraza ambos tratamientos (SN y SP) (ver figuras 52 y 53, pág. 75) obtienen los mismos valores de diversidad, aunque los resultados de sustitución con plantación (SP) muestran un mayor número de especies presentes, concretamente 89. Al igual que ocurría en el apartado 5.1 con una mayor cobertura vegetal de CP que SP, en este apartado CP también muestra mayor número de especies que SP, suceso que también puede venir ocasionado por los aspectos

hidrológicos explicados en el modelo teórico de González y García de Jalón, 2001, al aumentar la disponibilidad de agua por una mayor proximidad al cauce de CP.

Finalmente indicar que el río en el que más especies superan el umbral establecido de 0.1 es el Río Piedra (ver figura 61, pág. 81), probablemente por un clima menos extremo y con mayor cantidad de precipitaciones que en las demás zonas de muestreo según indica el Atlas Climático de Köppen y unas mejores condiciones de suelo. Al igual que en el primer párrafo, río Ebro y Flumen poseen un gran número de especies (ver figuras 59 y 60, pág. 80) por lo que se podría concluir que algunas de las zonas de estos ríos están sufriendo procesos de colonización, de igual modo que en estudios cercanos a este (Gumiero B. et al 2013).

#### 5.4 Descripción de especies presentes por ranking de densidad específica.

Como parte final al tratarse el análisis del ranking de un apartado mucho más general y con las especies más abundantes en todo el estudio, se va a llevar a cabo una comparación de las especies presentes según la hidrogeomorfología. Como se ha explicado en apartados anteriores las zonas de terraza han sido tratadas por sustitución sin plantación (SN) y sustitución con plantación (SP), mientras que las zonas de playa han sido tratadas por construcción sin plantación (CN) y construcción con plantación (CP).

En primer lugar en las actuaciones llevadas a cabo en playas (CN y CP) las especies presentes se ajustan bastante bien a lo mencionado en la bibliografía presente en la introducción. Según muestra González M. et al. (2006-2007) y García de Jalón D. (2003) en las zonas más próximas a los ríos (ver figuras 2 y 3, págs. 6 y 7) y según González M. et al. (2001) en la zona de vegetación acuática (ver figura 1, pág. 6), están presentes especies como *Phragmites australis*, *Typha sp.*, *Iris pseudacorus*, *Juncus sp.*, gramíneas y vivaces, de las cuales en el estudio general de ranking están presentes *Phragmites australis*, gramíneas, vivaces y se diferencia por la presencia de algunas especies arbóreas y arbustivas como *Populus alba* y *Populus nigra* y *Tamarix sp.*. El resto de las especies que citan estos autores no están presentes en el ranking general, pero si se pueden encontrar en la descripción de densidad específica por tratamiento, es el caso de *Typha sp.*, *Iris pseudacorus* y *Juncus sp.* con valores de densidad específica menores.

En segundo lugar en las actuaciones llevadas a cabo en terrazas (SP y SN) las especies presentes también se ajustan bastante bien a las especies presentes en la bibliografía citada en el párrafo anterior, pero con la diferencia de que en este caso dentro de la figura 1 las especies pertenecen a la zona de vegetación riparia según González M. et al. (2001). El análisis general de ranking tiene en común con los modelos teóricos expuestos especies como *Populus alba*, *Populus nigra* o *Tamarix sp.*, aunque al igual que en el párrafo anterior, si se profundiza un poco más en la descripción de densidad específica por tratamiento, las especies presentes citadas el modelo teórico expuesto por González y García de Jalón (2001) (ver figuras 1 y 2) coinciden casi totalmente con las del estudio, es el caso de *Fraxinus sp.*, *Ulmus minor* y las especies de *Salix*, eso sí, en menor densidad específica.

Gracias a esta gran semejanza con los modelos teóricos de distribución transversal de las especies expuestos en la introducción, se puede estipular que los aspectos hidrológicos expuestos por González y García de Jalón (2001), también en la introducción, son muy parecidos, si no semejantes, a los de este TFG. Por esto se puede ultimar que estos aspectos también son uno de los causantes principales de la estructuración y distribución de especies en este TFG.

En conclusión pues, se puede determinar que las especies presentes en el estudio se ajustan muy bien a las especies citadas por los modelos teóricos de zonación transversal limitadas por los aspectos hidrológicos, aunque también es necesario decir que en el estudio realizado hay muchas más especies presentes en ambos emplazamientos hidrogeomorfológicos.

## 5.5 Árboles: Tasa de crecimiento de acuerdo a la clasificación transversal de especies arbóreas según González y García de Jalón (2006-2007).

El primer punto que se puede extraer de las gráficas obtenidas (ver figuras 74, 75 y 76, pág. 91) es que existen especies que presentan una mayor velocidad de crecimiento en altura, esto se explica porque una mayor pendiente corresponde a una mayor respuesta de la altura frente a un incremento del diámetro. En el caso del grupo B según lo explicado anteriormente, especies como *Populus híbrido*, *Populus nigra* y *Salix alba* presentan una mayor velocidad de crecimiento con respecto a *Salix atrocinerea* y *Salix*

*eleagnos*, siendo esta última especie la que menor tasa de crecimiento experimenta. En el grupo C las especies que mayor velocidad de crecimiento presentan son *Populus alba* y *Ulmus minor* por delante de *Fraxinus sp.* y *Tamarix sp.* respectivamente. En el grupo C<sub>2</sub> ambas especies presentan una tasa de crecimiento parecida, siendo *Amelanchier ovalis* la que presenta una tasa de crecimiento mayor. Finalmente también se puede añadir que según el gráfico 77 (pág. 93) los valores de mediana y de desviación típica muestran valores similares, por lo que no se pueden apreciar diferencias de crecimiento entre los diferentes grupos de distribución transversal.

Como se puede apreciar en la Tabla 3 (pág. 92) la gran mayoría de las rectas presentan un valor de  $R^2$  cercano a 1, con lo que se puede concluir que la mayoría de las rectas trazadas en las gráficas tienen una alta capacidad explicativa, aunque hay algunas especies como *Salix eleagnos* y *Tamarix sp.* que presentan una recta con menor capacidad explicativa ya que los valores no se ajustan tan bien a ésta, probablemente porque la ramificación es mayor. Por esto que habría que escoger otro método para explicar éstas especies, posiblemente tamaño de la copa en anchura o biomasa si se pudiese estimar.

Por otra parte indicar que este crecimiento más rápido de algunas especies podría desencadenar un proceso de competencia interespecífica, limitando recursos a las especies de crecimiento más lento disminuyendo así su crecimiento incluso provocando la desaparición de estas.

## 6. CONCLUSIONES

- *Brachypodium retusum* es la especie con más presencia en el total del estudio, con un valor de 23% de densidad específica.
- La posible expansión incontrolada de *Phragmites australis* podría desembocar en un empobrecimiento de la diversidad vegetal.
- El incremento de la abundancia de individuos no está ligado al incremento de la edad de las actuaciones, influyen las plantaciones realizadas en las actuaciones más modernas.
- Los tratamientos con mayor éxito y que más se ajustan a las zonas de referencia de ecosistemas naturales son CP y SP.
- La diversidad de especies aumenta parcialmente conforme se incrementa la edad de las actuaciones, aunque actuaciones más modernas tienen valores cercanos a las más antiguas motivados por la intensificación de las plantaciones en estas zonas.
- La mayoría de especies de las zonas de restauración son especies pioneras, por lo que según lo expuesto en el modelo teórico de evolución temporal se encuentran en los primeros estadios de dicha evolución, siendo el año de mayor antigüedad el más avanzado en dicha evolución.
- La distribución de especies presentes en el TFG según la hidrogeomorfología se ajusta muy bien a las especies expuestas en el modelo teórico de zonación transversal.
- Los aspectos hidrológicos de las zonas restauradas son uno de los principales causantes de la estructuración y distribución de especies en el TFG
- Los tratamientos aplicados que permiten un mayor número de especies y una mayor cobertura son CP y SP, siendo el CP el que mayores valores presenta por una mayor disponibilidad de agua.
- El Río Piedra se trata del río más diverso gracias a un clima menos extremo que en los demás ríos.
- Según la clasificación transversal de especies arbóreas, las especies que mayor tasa de crecimiento experimentan son *Populus híbrido*, *Salix atrocinerea* y *Salix*

*alba* en el grupo B, *Populus alba* y *Ulmus minor* en el grupo C y *Amelanchier ovalis* en el grupo C<sub>2</sub>.

- No se pueden apreciar diferencias en el crecimiento de especies arbóreas entre los diferentes grupos de distribución transversal.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Benito G., Pérez-González A., Gutiérrez F. y Machado Mª.J. (1996). *Modelo morfo-sedimentario de evolución fluvial cuaternaria en condiciones de subsidencia kárstica de evaporitas (Río Gállego, cuenca del Ebro)*. Cuadernos de Geología Ibérica nº 21, (395-420). Madrid: Servicio de publicaciones de la Universidad Complutense de Madrid.
2. Burger J., (2008). *Environmental management: Integrating ecological evaluation, remediation, restoration, natural resource damage assessment and long-term stewardship on contaminated lands*. Science of the total Environment v.400 (2008) pp.6–19. Sciverse.
3. Christensen J., (n.d). *Phragmites australis* control. Utah State University. Utah Division of Wildlife Resources.
4. Comín F.A., (2010). *Ecological Restoration: A Global Challenge*. Preface (p. XVIII). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
5. Comín F.A., Sorando R., Darwiche-Criado N., García M. and Masip A. (2013) *A protocol to prioritize wetland restoration and creation for water quality improvement in agricultural watersheds*. Ecological Engineering. Sciverse.
6. Confederación Hidrográfica del Ebro (2013). *Masas de Agua Superficial. Plan Hidrográfico de la Cuenca del Ebro*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España.
7. Confederación Hidrográfica del Ebro (2013). *Río Jalón*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España.
8. Confederación Hidrográfica del Ebro (2013). *Tabla resumen de caudales en las estaciones de aforo*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España.
9. Fernando Magdaleno Mas & José Anastasio Fernández Yuste (2011). *La restauración fluvial del Ebro medio a través del análisis de su dinámica ecológica e hidrogeomorfológica*. I Congreso Ibérico de Restauración Fluvial (Restauraríos). León.
10. Francisco S. Espejo Gil (2008). *Hacia una tipología de inundaciones en la Cuenca del Ebro en función de sus causas atmosféricas*. Geographicalia 53, 73-100.

11. García-Ruiz J.M, Chueca J. y Julián A. (2004). Los movimientos en masa del Alto Gállego. *Geografía Física de Aragón (141-152)*. Peña J.L., Longares L.A y Sánchez M. (Eds). Zaragoza: Universidad de Zaragoza e Institución Fernando el Católico.
12. Gobierno de Aragón, (2001-2002). *Catálogo Florístico y Mapa de Vegetación de la Reserva Natural de los Galachos de la Alfranca de Pastriz, La Cartuja y el Burgo de Ebro*. Departamento de Medio Ambiente.
13. Gobierno de Aragón (n.d). Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. *Reserva Natural de los Galachos de la Alfranca de Pastriz, La Cartuja y El burgo de Ebro*.
14. González M., García de Jalón D., (2006-2007). *Restauración de ríos, Guía metodológica para la elaboración de proyectos*. Ministerio de medio ambiente. Gobierno de España.
15. González M., García de Jalón D., (2001). *Restauración de ríos y riberas*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
16. Gumiero B., Mant J., Hein T., Elso J., Boz B., 2013. *Linking the restoration of rivers and riparian zones/wetlands in Europe: Sharing knowledge through case studies*. *Ecological Engineering*, 56(0), pp. 36-50.
17. Halme P., Allen K.A., Aunins A., Bradshaw R.H.V., Brümelis G., Cada V., Clear J.L., Eriksson A., Hannon G., Hyvärinen E., Ikauniece S., Irsenaite R., Jonsson B.G., Junninen K., Kareksela S., Komonen A., Kotiaho J.S., Kouki J., Kuuluvainen T., Mazziotta A., Mönkkönen M., Nyholm K., Oldén A., Shorohova E., Strange N., Toivanen T., Vanha-Majamaa I., Wallenius T., Ylisirniö A. and Zin E., 2013. Challenges of ecological restoration: Lessons from forests in northern Europe. *Biological Conservation*, 167(0), pp. 248-256.
18. Instituto Geográfico Nacional (2005). *Atlas Nacional de España. Sección II Grupo 9 "El medio terrestre": Climatología*. Madrid, Instituto Geográfico Nacional.
19. MacArthur R.H., Wilson E.O. (1967). *Teoría del equilibrio en la biogeografía de islas*. Ecología Begon *et al.* (1996), aptdo. 23.
20. Magdaleno F., Martínez R., 2011. Marco metodológico para la restauración fluvial en el nuevo contexto normativo y técnico. *Revista Montes nº 107 (2011)*, pp 25-30.

21. Marcos A. (1991). *Aportaciones al conocimiento de la evolución geológica reciente del Bajo Gállego en las Proximidades de Zaragoza. Boletín Geológico y Minero Vol. 102-2. (203-218)*. Instituto Tecnológico Geominero de España.
22. Marín J.Mª. (n.d.). *Balance hídrico e hidrológico de la cuenca alta del río Gállego. Universidad de Zaragoza*.
23. Martín-Vide J.P., Ferrer-Boix C., Ollero A. 2010 (2010). *Incision due to gravel mining: Modeling a case study from the Gállego River, Spain. Geomorphology 117 (261-271)*. Elsevier.
24. Masip A., Comín F.A. (2013). *Plan de Revegetación del proyecto "Revegetación de Humedales para la Mejora de la Biodiversidad". Fundación Biodiversidad – Comarca de los Monegros*.
25. Millennium Ecosystem Assessment (MA), 2005. *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Island Press, Washington, DC.
26. Moreno-Mateos D., Power M.E., Comín F.A., Yockteng R., (2013). *Structural and Functional Loss in Restored Wetland Ecosystems. Plos Biology V. 10 (2012) pp. 1-8*.
27. Pérez A., Muñoz A., Pardo G. & Villena J. (1989). *Evolución de los sistemas lacustres del margen ibérico de la Depresión del Ebro (sectores central y occidental) durante el Mioceno. Acta Geológica Hispánica, Vol. 24, nº 3-4, (243-257)*.
28. S.E.R, 2004. The SER international primer on ecological restoration. Society for Ecological Restoration, Science and Policy Working Group.
29. Sun, Z., Chang, N., Opp, C. and Henning, T., 2011. Evaluation of ecological restoration through vegetation patterns in the lower Tarim River, China with MODIS NDVI data. *Ecological Informatics*, 6(2), pp. 156-163.
30. Trowbridge W.B. (2007). *The role of stochasticity and priority effects in floodplain restoration. Ecological Society of America. Ecological Applications v. 17 (5), pp. 1312-1324*.
31. Vázquez-Urbez M., Pardo G., Arenas C. and Sancho C., 2011. *Fluvial diffluence episodes reflected in the Pleistocene tufa deposits of the River Piedra (Iberian Range, NE Spain). Geomorphology*, 125(1), pp. 1-10. Sciverse.

32. Vasilopoulos G., Tsiripidis I., Karagiannakidou V., 2007. *Do abandoned tree plantations resemble natural riparian forests? A case study from northeast Greece*. *Botanica Helvetica* V. 117 (2007), pp 125-142.
33. Vilagrosa, A., Llorca, M., Puértolas, J., Luis, V.C., Chirino, E., Llovet, J., Bautista, S., Alloza, J.A. & Vallejo, V.R. Cambios en la funcionalidad y diversidad en ecosistemas degradados y su relación con las actividades de reforestación.
34. Webb, A.A. and Erskine, W.D., 2003. *A practical scientific approach to riparian vegetation rehabilitation in Australia*. *Journal of environmental management*, 68(4), pp. 329-341.
35. Yin R. and Zhao M., 2012. *Ecological restoration programs and payments for ecosystem services as integrated biophysical and socioeconomic processes—China's experience as an example*. *Ecological Economics*, 73(0), pp. 56-65.
36. Zhao P., Xia B., Hu Y., Yang Y., (2013). *A spatial multi-criteria planning scheme for evaluating riparian buffer restoration priorities*. *Ecological Engineering*, 54(0), pp. 155-164.

## 8. ANEXOS

### Anexo 1:

Río	Ubicación	Zona	Plot	Tipo	Nº Transectos	Distancia del transecto (m)	Nº puntos
<b>Ebro</b>	Galacho de La Cartuja	Soto del Francés	1	SN	5	50	<b>2500</b>
			Balsa 3	CN	10	10	<b>1000</b>
			Balsa 3 terraza	SN	3	30	<b>900</b>
			Balsa 2	CP	10	10	<b>1000</b>
			Balsa1	CN	11	15	<b>1650</b>
			Terraza	SP	2	50	<b>1000</b>
			Plantación 2005	SP	2	50	<b>1000</b>
	Soto de Nis	Chopera	Ref -	3	50	<b>1500</b>	
			Playa 1	Ref +	4	30	<b>1200</b>
			Playa 2	Ref +	4	15	<b>600</b>
	Galacho de la Alfranca	Cascarro	Cascarro 1	SP	2	50	<b>1000</b>
			Cascarro 2	SP	2	50	<b>1000</b>
		Playas	1	Ref +	4	30	<b>1200</b>
			2	Ref +	5	15	<b>750</b>
		Terraza	1	Ref +	3	30	<b>900</b>
			Playa 1	Ref +	3	30	<b>900</b>
			Chopera 1	Ref -	3	30	<b>900</b>
			Chopera 2	Ref -	3	30	<b>900</b>
<b>Gállego</b>	Zaragoza	Terraza	1	SP	3	30	<b>900</b>
	Santa Isabel	Playa	1	SN	5	20	<b>1000</b>
<b>Flumen</b>	Sariñena	Ribera	1	SP	5	50	<b>2500</b>
			2	SP	10	25	<b>2500</b>
			3	SP	10	25	<b>2500</b>
			Paya 1	CP	10	10	<b>1000</b>
		Matical	Terraza 1	SP	3	30	<b>900</b>
		Gravera	Playa 1	Ref +	5	10	<b>500</b>
	Albalatillo	Barranco de San Juan	Terraza 1	SP	5	20	<b>1000</b>
			Desem. Flumen	Chopera abandon. 1	SN	30	<b>900</b>
		Chopera abandonada terraza	Chopera abandon.2	SN	2	50	<b>1000</b>
			Playa 1	Ref -	3	30	<b>900</b>
<b>Grañén</b>	Ribera	Terraza 1	SP	3	30	<b>900</b>	
		Terraza 2	SP	5	10	<b>500</b>	

	Barbués	Retuerta	Terraza 1	Ref +	5	20	<b>1000</b>
			Balsa	CP	14	5	<b>700</b>
<b>Piedra</b>	Nuévalos	Terraza	1	SN	6	15	<b>900</b>
			2	Ref +	5	20	<b>1000</b>
	Llumes	Playa	Playa 1	CP	10	5	<b>500</b>
			Choperas	1	Ref -	2	<b>1000</b>
				2	Ref -	3	<b>900</b>
	Cimballa	Ribera	1	CP	10	5	<b>500</b>
					<b>Total Puntos</b>		<b>44400</b>

**Tabla 1:** Número total de puntos muestrados clasificados por río, ubicación, nombre de la zona, tipo de actuación y número y distancia de los transectos efectuados.

#### Anexo 2:

Año	Zona	Abundancia de individuos (máx.)	Abundancia de especies (máx.)	Tratamiento
<b>Ebro</b>				
1995	Alfranca Cascarro	10	8	SP
1995	Alfranca Cascarro II	8	7	SP
1995	Alfranca playa de gravas	5	4	Ref +
1995	Alfranca playa de gravas vieja	9	4	Ref +
1995	Alfranca terraza	12	9	Ref +
1995	Pastriz banco de gravas	6	5	Ref +
1995	Pastriz chopera	7	6	Ref -
1995	Pastriz chopera II	12	7	Ref -
2005	Soto de Nis chopera	7	5	Ref -
2005	Soto de Nis playa	5	4	Ref +
2005	Soto de Nis playa II	9	6	Ref +
2005	Soto Francés 2005	9	8	SP
2005	Soto del Francés balsa I	19	8	CN
2005	Soto del Francés balsa II	21	8	CP
2005	Soto del Francés balsa II terraza	7	6	SP
2005	Soto del Francés balsa II	18	5	CN
2005	Soto del Francés balsa III terraza	14	10	SN
2005	Soto del Francés SN	14	10	SN
	2			
<b>Gállego</b>				
2005	Gállego Playa	7	5	SN
2005	Gállego Terraza	14	11	SP
<b>Piedra</b>				
2010	Cimballa	45	21	CP
2010	Llumes Playa	50	20	CP

2010	Llumes chopera I	6	6	Ref -
2010	Llumes chopera II	7	5	Ref -
2010	Nuévalos terraza I	19	11	Ref +
2010	Nuévalos terraza II	24	14	SN

### Flumen

2011	Grañén carretera	11	8	SP
2011	Grañén puente	14	11	SP
2011	Matical norte	13	8	SP
2011	Sariñena SP-1	16	7	SP
2011	Sariñena SP-2	31	8	SP
2011	Sariñena SP-3	30	11	SP
2011	Sariñena ribera CP	31	14	CP
2011	Barranco de San Juan	19	12	SP
2011	Gravera de Sariñena	17	13	Ref +
2011	Desembocadura del Flumen chopera abandonada	12	8	SN
2011	Desembocadura del Flumen chopera abandonada II	9	9	SN
2011	Desembocadura del Flumen chopera abandonada II	14	9	Ref -
2011	Desembocadura del Flumen playa	23	7	Ref+
2012	Retuerta de Barbués balsa	30	11	CP
2012	Retuerta de Barbués terraza	19	16	Ref +

Tabla 2: Valor de las abundancias máximas de cada zona en concordancia a su tratamiento y año de actuación.

### Anexo 3:

Zone	Grazing:	Type/Plot:
Number of transects:	Transects Length:	Date:
Transect / GPS start:	,	GPS end:
Distancia(m) /Species		
0,1		
0,2		

**Tabla 4:** Ejemplo del tipo de estadíos utilizados para llevar a cabo la toma de datos en campo.

## Anexo 4: Comandos

### Comandos para abundancias (para una sola zona):

- Alfr\_Cascar<-subset(General,Zone=="Alfr\_Cascar")
- Alfr\_Cascar\$Specie<-factor(Alfr\_Cascar\$Specie)
- Alfr\_Cascarfreq<-  
array(table(Alfr\_Cascar\$Distance,Alfr\_Cascar\$Specie),dim=c(length(levels(Alfr\_Cascar\$Distance)),length(levels(Alfr\_Cascar\$Specie))))
- rownames(Alfr\_Cascarfreq)<-levels(Alfr\_Cascar\$Distance)
- colnames(Alfr\_Cascarfreq)<-levels(Alfr\_Cascar\$Specie)
- F\_sin\_rep\_Alfr\_Cascar<-Alfr\_Cascarfreq/Alfr\_Cascarfreq
- F\_sin\_rep\_Alfr\_Cascar[is.nan(F\_sin\_rep\_Alfr\_Cascar)]<-0
- Abundancia\_SR2\_Alfr\_Cascar<-  
array(apply(F\_sin\_rep\_Alfr\_Cascar,2,sum),dim=c(1,length(levels(Alfr\_Cascar\$Specie))))
- colnames(Abundancia\_SR2\_Alfr\_Cascar)<-levels(Alfr\_Cascar\$Specie)
- Abundancia\_SR1\_Alfr\_Cascar<-  
array(apply(F\_sin\_rep\_Alfr\_Cascar,1,sum),dim=c(length(levels(Alfr\_Cascar\$Distance))),1))
- rownames(Abundancia\_SR1\_Alfr\_Cascar)<-levels(Alfr\_Cascar\$Distance)
- Abundancia\_R2\_Alfr\_Cascar<-array(apply(Alfr\_Cascarfreq,2,sum),dim=c(1,length(levels(Alfr\_Cascar\$Specie))))
- colnames(Abundancia\_R2\_Alfr\_Cascar)<-levels(Alfr\_Cascar\$Specie)
- Abundancia\_R1\_Alfr\_Cascar<-array(apply(Alfr\_Cascarfreq,1,sum),dim=c(length(levels(Alfr\_Cascar\$Distance))),1))
- rownames(Abundancia\_R1\_Alfr\_Cascar)<-levels(Alfr\_Cascar\$Distance)
- Alfr\_Cascar\$Transect<-as.numeric(Alfr\_Cascar\$Transect)

### Comandos para densidad específica por zonas (siguiendo los comandos anteriores):

- Alfr\_Cascar\$Transect<-as.numeric(Alfr\_Cascar\$Transect)
- Prop\_R2\_Alfr\_Cascar<-  
(Abundancia\_R2\_Alfr\_Cascar)/(length(Abundancia\_R1\_Alfr\_Cascar[Abundancia\_R1\_Alfr\_Cascar>0])\*max(Alfr\_Cascar\$Transec))
- write.csv(Prop\_R2\_Alfr\_Cascar,file="Prop\_R2\_Alfr\_Cascar.csv",row.names=TRUE,col.names=TRUE)

### Comandos para densidad específica por año, río y tratamiento:

Se llevó a cabo con el mismo procedimiento que los comandos de abundancias y densidades específicas por zonas pero cambiando los códigos por los correspondientes a años ríos y tratamientos.

### Comandos para ránking:

- ranking1 <- table(General\$Zone,General\$Specie)
- head(ranking1)
- rankingsum <- apply(ranking1,2,sum)
- puntos<-vector()
- for(iinlevels(General\$Zone)){puntos[[i]]<-max(General\$Transect[which(General\$Zone==i)]) \*max(General\$Distance[which(General\$Zone==i)])\*10}
- sum(puntos)
- ranking <- rankingsum <- apply(ranking1,2,sum)/sum(puntos)\*100
- order(ranking,decreasing=TRUE)
- write.csv(Ranking,file="Ranking.csv",row.names=TRUE,col.names=TRUE)

### Comandos para árboles (para un solo arbol):

- Acer\_monspesulanus<-subset(ARBOLES,Specie=="Acer\_monspesulanus")
- Acer\_monspesulanus\$type<-factor(Acer\_monspesulanus\$type) → Para río y año se cambia variable por la correspondiente a éstos.

### *Regresiones:*

- regresiones <- list()
- for (i in levels(ARBOLES\$Specie)){regresiones[[i]] <- lm(ARBOLES\$Height[which(ARBOLES\$Specie==i)]~ARBOLES\$Diameter[which(ARBOLES\$Specie==i)])}

**Anexo 5: Listado de especies presentes.**

<i>Acer monspesulanus</i>	<i>Clematis flamula</i>	<i>Heliotropium europaeum</i>
<i>Agrimonia eupatoria</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Helleborus viridis</i>
<i>Allium sp.</i>	<i>Conyza canadiensis</i>	<i>Hordeum vulgare</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Cortaderia selloana</i>	<i>Humulus lupulus</i>
<i>Althaea officinalis</i>	<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Iris pseudacorus</i>
<i>Amaranthus viridis</i>	<i>Crepis paludosa</i>	<i>Juglans regia</i>
<i>Amelanchier ovalis</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Juncus acutus</i>
<i>Anthirrinium</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Knautia arvensis</i>
<i>Arundo donax</i>	<i>Daucus carota</i>	<i>Lactuca serriola</i>
<i>Asparagus acutifolius</i>	<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	<i>Lactuca virosa</i>
<i>Asparagus officinalis</i>	<i>Dipsacus fullonum</i>	<i>Leucanthemopsis pallida</i>
<i>Atriplex halimus</i>	<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	<i>Leucanthemus vulgare</i>
<i>Avena sativa</i>	<i>Epilobium hirsutum</i>	<i>Lilium sp.</i>
<i>Avena sterilis</i>	<i>Equisetum ramosissimum</i>	<i>Linum bienne</i>
<i>Borago officinalis</i>	<i>Eryngium campestre</i>	<i>Lonicera implexa</i>
<i>Brachypodium retusum</i>	<i>Euphorbia amigdaloides</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Bromus catharticus</i>	<i>Filago pyramidata</i>	<i>Lycium europaeum</i>
<i>Bromus fasciculatus</i>	<i>Foeniculum vulgare</i>	<i>Lythrum salicaria</i>
<i>Carex sp.</i>	<i>Fraxinus sp.</i>	<i>Malva neglecta</i>
<i>Celtis australis</i>	<i>Galium palustre</i>	<i>Malva sylvestris</i>
<i>Centaurea aspera</i>	<i>Geranium dissectum</i>	<i>Medicago sativa</i>
<i>Centaurium erythraea</i>	<i>Glycyrrhiza glabra</i>	<i>Melilotus albus</i>
<i>Chenopodium album</i>	<i>Hedera helix</i>	<i>Melilotus officinalis</i>
<i>Cichorium intybus</i>	<i>Hedypnois rhagadioloides</i>	<i>Mentha spicata</i>
<i>Cirsium flavigaster</i>		

<i>Mentha suavolens</i>	<i>Prunus sp.</i>	<i>Suaeda vera</i>
<i>Mercurialis tormentosa</i>	<i>Rosa canina</i>	<i>Tamarix sp.</i>
<i>Papaver rhoeas</i>	<i>Rubia peregrina</i>	<i>Taraxacum officinalis</i>
<i>Pennisetum setaceum</i>	<i>Rubus ulmifolius</i>	<i>Thymus pulegioides</i>
<i>Phragmites australis</i>	<i>Rumex crispus</i>	<i>Tordylium maximum</i>
<i>Picris echioptera</i>	<i>Salix alba</i>	<i>Torilis elongata</i>
<i>Plantago coronopus</i>	<i>Salix atrocinerea</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Salix eleagnos</i>	<i>Typha sp.</i>
<i>Poa pratensis</i>	<i>Salsola vermiculata</i>	<i>Ulmus minor</i>
<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Sambucus ebulus</i>	<i>Urtica dioica</i>
<i>Polygonum equisetiforme</i>	<i>Sanguisorba minor</i>	<i>Verbascum thapsus</i>
<i>Polygonum persicaria</i>	<i>Scirpus holoschoenus</i>	<i>Verbena officinalis</i>
<i>Polygonum sp.</i>	<i>Scrophularia auriculata</i>	<i>Vicia sativa</i>
<i>Populus alba</i>	<i>Silybum marianum</i>	<i>Vitis vinifera subs. sylvestris</i>
<i>Populus híbrido</i>	<i>Smilax aspera</i>	
<i>Populus nigra</i>	<i>Solanum lycopersicum</i>	<i>Xanthium echinatum</i>
<i>Potentilla reptans</i>	<i>Solanum nigra</i>	<i>Xanthium spinosum</i>
	<i>Spergularia rubra</i>	