

Anexo II

TITULACIÓN: Grado en Ciencias Ambientales

MEMORIA INICIAL DEL TRABAJO FIN DE GRADO

CENTRO: Facultad de Ciencias Experimentales

CURSO ACADÉMICO: 2014-15



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Facultad de Ciencias Experimentales

Título del Trabajo Fin de Grado: Influencia de la estructura forestal sobre la variabilidad de rasgos funcionales en masas forestales de *Pinus nigra*

1. DATOS BÁSICOS DE LA ASIGNATURA

NOMBRE: Trabajo Fin de Grado

CÓDIGO: 10416001

CARÁCTER: Obligatorio

Créditos ECTS:

CURSO: Cuarto

CUATRIMESTRE: Segundo

2. TUTOR/COTUTOR (en su caso)

Tutor: Benjamín Viñegla Pérez

Co-tutor: José A. Carreira de la Fuente

3. VARIANTE Y TIPO DE TRABAJO FIN DE GRADO (Artículo 8 del Reglamento de los Trabajos Fin de Grado)

Variante: Específico (Carmen Padilla Rascón)

Tipo: Experimental

4. COMPETENCIAS (*) Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Competencias transversales:

CT-2 Capacidad de organización y planificación

CT-3 Ser capaz de comunicarse correctamente de forma oral y escrita

CT-7 Ser capaz de resolver problemas

CT-14 Razonamiento crítico

CT-16 Ser capaz de aprender de forma autónoma

CT-18 Creatividad

CT-25 Ser capaz de usar internet como medio de comunicación y como fuente de información

CT-30 Capacidad de autoevaluación

Competencias Específicas:

CE-4 Capacidad para integrar las evidencias experimentales encontradas en los estudios de campo y/o laboratorio con los conocimientos teóricos

CE-14 Ser capaz de diseñar y aplicar indicadores de sostenibilidad

CE-36 Ser capaz de evaluar la degradación ambiental y planificar medidas correctoras y/o restauradoras

CE-39 Capacidad de análisis e interpretación de datos



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Resultados de aprendizaje	
Resultado 416001A	Capacidad de integrar creativamente sus conocimientos para resolver un problema ambiental real.
Resultado 416001B	Capacidad para estructurar una defensa sólida de los puntos de vista personales apoyándose en conocimientos científicos bien fundados.
Resultado 416001C	Destreza en la elaboración de informes científicos complejos, bien estructurados y bien redactados.
Resultado 416001D	Destreza en la presentación oral de un trabajo, utilizando los medios audiovisuales más habituales.

5. ANTECEDENTES

Los rasgos funcionales reflejan la estrategia de cada especie en el ensamblado de comunidades

Los rasgos funcionales, basados en características morfológicas y fisiológicas, de distintas especies vegetales muestran características comunes en función de las condiciones ambientales tanto a escala global (Wright et al. 2004) como a escala de paisaje (Cavender-Bares et al. 2004). Sin embargo, una gran parte de la variabilidad a escala global en dichos rasgos se produce a escala local, en el seno de las comunidades (Wright et al. 2004). Esta elevada diversidad de rasgos intra-sitio es muy importante a la hora de explicar la diversidad de especies a esta escala de localidad (Mittelbach et al. 2001), así como la respuesta de las comunidades a las perturbaciones.

La estructura de la comunidad vegetal que se observa en un determinado momento del tiempo es el resultado de una serie de procesos anidados que han provocado la selección de determinadas especies en función de sus características. Estos procesos son el resultado de la relación entre los rasgos de cada una de las especies (incluyendo la variabilidad intraespecífica), las condiciones abióticas (incluyendo las perturbaciones de origen antrópico) y las interacciones entre especies (Cornwell y Ackerly 2009). Así, existe un estricto rango de variación permisible para los rasgos funcionales en una localidad, determinado por el "filtro" ambiental (e.g., Díaz et al. 1998, Weiher et al. 1998), de forma que, por ejemplo, especies intolerantes a la sequía no pueden desarrollarse en lugares con baja disponibilidad hídrica, aunque sea de forma estacional. Este "filtro" se basa fundamentalmente en condiciones abióticas aunque puede existir también un componente biótico. Tomando como ejemplo el estrés hídrico, si se genera un potencial hídrico muy negativo en el suelo como consecuencia de elevadas tasas de transpiración por algunas especies, estas condiciones abióticas, con un origen biótico, pueden provocar la exclusión de especies intolerantes a la sequía. Finalmente, se produce una reducción del rango de rasgos funcionales compatibles con dichas condiciones (Pockman y Sperry 2000). Sobre este "filtro", que limita la amplitud de valores de los rasgos funcionales de una determinada localidad, se superpone una segunda colección de procesos que restringen, de nuevo, los valores posibles de los rasgos funcionales. Los modelos de competencia clásicos predicen un límite a la similitud en las características de las especies que coexisten en un ambiente (MacArthur y Levins 1967, Pacala y Tilman 1994). En el caso de las comunidades vegetales las especies pueden coexistir durante periodos prolongados de tiempo si presentan una capacidad ("performance") similar para lidiar con las condiciones de un ambiente (Hubbell 2001), si se regeneran en diferentes micrositos (Grubb 1977), y/o se produce un reparto de los recursos en el estadio adulto (Chesson 2000). Esta última condición puede alcanzarse a través de, por

ejemplo, diferentes profundidades a las que acceden las raíces al agua y a los nutrientes, la especialización en la incorporación de diferentes formas de nitrógeno inorgánico, diferentes estrategias en la captura de la radiación luminosa o patrones estacionales de uso del agua (Parrish y Bazzaz 1976, Davis y Mooney 1986, Stubbs y Wilson 2004, Grime 2006).

En función de la segregación de micrositios de regeneración y de uso de los recursos por los individuos adultos no debería existir una distribución al azar de los valores y los rangos de variabilidad de rasgos funcionales en distintas especies dentro de una comunidad (Cornwell y Ackerly 2009).

Rasgos funcionales a nivel intraespecífico

A través de la relación entre la diversidad y los rasgos funcionales puede llegarse a predecir cómo las propiedades y la composición de especies de una comunidad cambian a lo largo de gradientes geográficos (Díaz y Cabido 2001; McGill et al. 2006; Westoby y Wright 2006). Esto ha provocado un elevado interés en comparar rasgos funcionales a nivel interespecífico, prestándose un interés relativamente escaso al estudio de la variación de rasgos funcionales a nivel intraespecífico (Alonso y Herrera 2001; Hulshof y Swenson 2010), de forma que los rasgos se suelen evaluar a nivel de comunidad expresándose los valores en las especies como el promedio de los valores de los individuos presentes. Además, la composición de especies suele cambiar con los gradientes ambientales y, por tanto, las tendencias en los rasgos funcionales son el resultado, fundamentalmente, del reemplazo de especies más que de la variación intraespecífica. Asimismo, se acepta que la variación intraespecífica de los rasgos funcionales es significativamente menor que la que se da a nivel interespecífico (Kraft et al., 2008).

Sin embargo, la variación intraespecífica de algunos rasgos funcionales ocurre incluso en gradientes ambientales moderados (Cordell et al. 1998; Alonso y Herrera 2001; Premoli et al. 2007; Cianciaruso et al. 2009; Albert et al. 2010; Hulshof y Swenson, 2010), como consecuencia de procesos de adaptación local o plasticidad fenotípica (Hulshof y Swenson 2010) y puede dar información relevante sobre la plasticidad de una especie cuando se presenta en masas monoespecíficas, es decir, no existe reemplazo de especies, a lo largo de gradientes ambientales donde se esperaría una elevada variabilidad de los rasgos funcionales a nivel interespecífico.

Rasgos foliares vs rasgos de la madera

En cuanto a la selección de los rasgos a medir a la hora de evaluar las estrategias de las distintas especies que coexisten en un ambiente concreto, existen numerosos trabajos que se han centrado fundamentalmente en los rasgos foliares, prestando una menor atención a los rasgos de la madera. Wright et al. (2004) han mostrado, basándose en datos obtenidos a escala global, que los rasgos foliares co-varían de manera casi independiente con respecto a las condiciones ambientales; así, hojas de corta duración presentan una menor área foliar específica así como elevadas tasas fotosintéticas y concentraciones de nutrientes por unidad de masa, ocurriendo lo contrario para hojas de mayor duración. Esta tendencia generalizada ha sido denominada "leaf economic spectrum" en relación al compromiso a que se enfrentan las plantas cuando producen los



UNIVERSIDAD DE JAÉN

tejidos foliares, dedicando la energía a la construcción de estructuras con un fin defensivo, fisiológico o estructural. Por otro lado, Westoby et al. (2002) han propuesto que las dimensiones de variación ecológica de los rasgos funcionales deben incluir rasgos foliares, de las semillas y del individuo completo a nivel morfológico, sin incluir explícitamente rasgos de la madera. Sin embargo, conocer la función del xilema es de gran interés ya que el carbono acumulado en las células lignificadas de troncos vivos y muertos es un componente mayoritario en el ciclo global del carbono (Denman et al. 2007), y es crítico conocer la cantidad de carbono acumulado en los bosques así como sus tasas de descomposición para determinar si los bosques son fuentes o sumideros netos de C. En este sentido, trabajos recientes sugieren que es esencial disponer de información básica de las propiedades de la madera, en particular de su densidad, para obtener estimaciones fiables del pool de carbono en los principales biomas (e.g. Baker et al. 2004), habiéndose propuesto, de manera análoga al “leaf economic spectrum”, un “wood economic spectrum” que estaría relacionado con el reparto de energía en la síntesis de estructuras de madera con diferentes funciones (fisiológica, defensiva o funcional) y que incluiría rasgos como la densidad de la madera, resistencia al estrés mecánico, aspectos anatómicos o la síntesis de metabolitos secundarios (Chave et al. 2009).

6. HIPÓTESIS DE TRABAJO

El rango de variación de los rangos funcionales en las masas de *Pinus nigra* consideradas dependerá fundamentalmente de la estructura forestal, en cuanto a variables relacionadas con la densidad y distribución de clases de tamaño, que determinan a su vez la intensidad de la competencia intra-específica que se establece a nivel de individuo. Por tanto, se espera una mayor amplitud de variabilidad de rasgos en *Pinus nigra* en las localidades que presenten una estructura más naturalizada, con mayor diversidad de clases de tamaño y una estructura espacial más heterogénea, reduciéndose dicha amplitud en aquellas localidades donde se exista una masa más homogénea tanto espacial como estructuralmente, función del manejo al que haya estado sometida la masa, fundamentalmente a través de tareas de repoblación.

7. BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

1. Revisión bibliográfica sobre el tema de los rasgos funcionales en relación a la competencia intraespecífica.
2. Selección de parcelas experimentales: 3 parcelas de bosque de *Pinus nigra* que presenten diferencias estructurales a alturas similares en la Sierra de Cazorla.
3. Caracterización estructural de las parcelas experimentales: densidad, área basal, estructura espacial.
4. Medidas fisiológicas (tasas de asimilación de C y de respiración en oscuridad, conductancia estomática, eficiencia de emisión de fluorescencia). Toma de muestras para análisis de rasgos funcionales estructurales.
5. Análisis en laboratorio de rasgos funcionales estructurales foliares (área foliar específica, contenido en N y P de las acículas) y de la madera (densidad de la madera, Ratio superficie de duramen/superficie de albura).
6. Tratamiento numérico y estadístico de los datos obtenidos, interpretación de

resultados.

7. Redacción de la memoria.

8. DOCUMENTACIÓN/BIBLIOGRAFÍA

Alonso C., Herrera C.M. 2001. Patterns made of patterns: variation and covariation of leaf nutrient concentrations within and between populations of *Prunus mahaleb*. *New Phytologist* 150: 629-640

Baker T.R., Phillips O.L., Malhi Y., Almeida S., Arroyo L., Di Fiore et al. 2004. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest plots. *Global Change Biology* 10: 545-562

Cavender-Bares J., Kitajima K., Bazzaz F.A. 2004. Multiple trait associations in relation to habitat differentiation among 17 Floridian oak species. *Ecological Monographs* 74: 635-662

Chave J., Coomes D., Jansen S., Lewis S.L., Swenson N.G., Zanne A.N. 2009. Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters* 12: 351–366

Chesson P. L. 2000. Mechanism of maintenance of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31: 343-366

Cianciaruso M.V., Batalha M.A., Gaston K.J., Petchey O.L. 2009. Including intraspecific variability in functional diversity. *Ecology* 90: 81-89

Cordell S., Goldstein G., Mueller-Dombois D., Webb D., Vitousek P.M. 1998. Physiological and morphological variation in *Metrosideros polymorpha*, a dominant Hawaiian tree species, along an altitudinal gradient: the role of phenotypic plasticity. *Oecologia* 113: 188-196

Cornwell W.K., Ackerly D.D. 2009. Community assembly and shifts in plant trait distributions across an environmental gradient in coastal California. *Ecological Monographs* 79: 109-126

Davis S.D., Mooney H.A. 1986. Water-use patterns of 4 cooccurring chaparral shrubs. *Oecologia* 70: 172-177

Denman K.L., Brasseur G., Chidthaisong A., Ciais P., Cox P.M. et al. 2007. Couplings between changes in the climate system and biogeochemistry. En: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds. Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L.). Cambridge University Press. Cambridge

Díaz S., Cabido M. 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to



UNIVERSIDAD DE JAÉN

ecosystem processes. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 646-655

Díaz S., Cabido M., Casanoves F. 1998. Plant functional traits and environmental filters at a regional scale. *Journal of Vegetation Science* 9: 113-122

Grime J.P. 2006. Trait convergence and trait divergence in herbaceous plant communities: mechanisms and consequences. *Journal of Vegetation Science* 17: 255-260

Grubb P.J. 1977. Maintenance of species-richness in plant communities: importance of regeneration niche. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 52: 107-145

Hubbell S.P. 2001. *The unified neutral theory of biodiversity and biogeography*. Princeton University Press, Princeton. New Jersey

Hulshof C.M., Swenson N.G. 2010. Variation in leaf functional trait values within and across individuals and species: an example from a Costa Rican dry forest. *Functional Ecology* 24: 217-223

Kraft N.J.B., Valencia R., Ackerly D.D. 2008. Functional traits and nichebased tree community assembly in an Amazonian forest. *Science* 322: 580-582

MacArthur R., Levins R. 1967. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. *American Naturalist* 101: 377-385

McGill B.J., Enquist B.J., Weiher E., Westoby M. 2006. Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in Ecology and Evolution* 21: 178-185

Mittelbach G. G., Steiner C.F., Scheiner S.M., Gross K.L., Reynolds H.L., Waide R.B., Willig M.R., Dodson S.I., Gough L. 2001. What is the observed relationship between species richness and productivity? *Ecology* 82: 2381-2396

Pacala S.W., Tilman D. 1994. Limiting similarity in mechanistic and spatial models of plant competition in heterogeneous environments. *American Naturalist* 143: 222-257

Parrish J.A.D., Bazzaz F. 1976. Underground niche separation in successional plants. *Ecology* 57: 1281-1288

Pockman W.T., Sperry J.S. 2000. Vulnerability to xylem cavitation and the distribution of Sonoran desert vegetation. *American Journal of Botany* 87: 1287-1299

Premoli A.C., Raffaele E., Mathiasen P. 2007. Morphological and phenological differences in *Nothofagus pumilio* from contrasting elevations: evidence from a common garden. *Austral Ecology* 32: 515-523

Stubbs W.J., Wilsonm J.B. 2004. Evidence for limiting similarity in a sand dune

community. *Journal of Ecology* 92: 557-567

Weiher E., Clarke G.D.P., Keddy P.A. 1998. Community assembly rules, morphological dispersion, and the coexistence of plant species. *Oikos* 81: 309-322

Westoby M., Wright I.J. 2006. Land-plant ecology on the basis of functional traits. *Trends in Ecology and Evolution* 21: 261-268

Wright I.J., Reich P.B., Westoby M., Ackerly D.D., Baruch Z., Bongers F., Cavender-Bares J., Chapin T., Cornelissen J.H.C., Diemer M. et al. 2004. The worldwide leaf economics spectrum. *Nature* 428: 821-827

9. CRONOGRAMA PROVISIONAL

Semanas 1 y 2: Presentación por parte del Tutor del tema del TFG/entrega documentación y bibliografía relevante a revisar por estudiante.

Trabajo de revisión bibliográfica inicial y estudio de conceptos generales y específicos sobre rasgos funcionales, ensamblado de comunidades y competencia intra-específica.
Semanas 3, 4 y 5: Selección de parcelas experimentales y realización de los muestreos de campo.

Semanas 6, 7, 8 y 9: Análisis de muestras en laboratorio.

Semanas 10 y 11: Revisión y análisis inicial de resultados. Realización del tratamiento numérico, estadístico y gráfico de resultados.

Semanas 12, 13 y 14: Supervisión por el Tutor de la redacción del Trabajo Fin de Grado. Redacción del TFG y ensayo de su presentación pública por parte del estudiante.

10. IMPLICACIONES ÉTICAS

El TFG requiere autorización de la Comisión de Ética: Sí No

En caso afirmativo, es preceptivo adjuntar la autorización del Comité de Bioética de la Universidad de Jaén o, en su defecto, la solicitud realizada a dicha Comisión.

Nota informativa: Para completar este Anexo II se recomienda consultar la guía docente de la asignatura del Trabajo Fin de Grado que está disponible en el siguiente enlace:

https://uvirtual.ujaen.es/pub/es/informacionacademica/catalogoguiasdocentes/p/2014-15/2/104A/10416001/es/2014-15-10416001_es.html

Más información:

<http://www10.ujaen.es/conocenos/centros/facexp/trabajofingrado>