



## RESEÑAS DE TESIS DOCTORALES

■ **Autora:** Diana Carolina López Álvarez.

**Título:** Evolution, taxonomy and environmental niche variation of the *Brachypodium distachyon* complex species (*Poaceae*).

**Programa/Facultad/Universidad:** Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza.

**Directora:** Dra. Pilar Catalán Rodríguez.

**Fecha defensa:** 12 de febrero de 2016.

### Resumen

En esta Tesis Doctoral se ha llevado a cabo un estudio taxonómico, evolutivo, filogeográfico, citogenético y de modelización de nicho ambiental de las tres especies del complejo *B. distachyon* s. l. (*Poaceae*). Además, incluye un estudio filogenético del género *Brachypodium*, con el propósito de conocer el emplazamiento evolutivo de las especies del complejo *B. distachyon* dentro del árbol de especies el género y de estimar los tiempos de divergencia de estos linajes. La tesis está constituida por siete capítulos y dos apéndices, que incluyen una nota breve y un artículo de divulgación. El análisis filogenético actualizado de todos los taxones reconocidos del género *Brachypodium*, revela un complejo escenario reticulado de linajes diploides y alopoliploides recientemente evolucionados. Nuestros resultados apoyan las divergencias tempranas de los linajes anuales y de rizomas cortos (*B. stacei*, *B. mexicanum*, *B. distachyon*) en la región Holártica durante principios del Mioceno Medio (y *B. hybridum* en el Pleistoceno), y una profusión de divergencias más recientes de los linajes perennes desde finales del Mioceno al Pleistoceno en el Mediterráneo y las regiones de Eurasia, con colonizaciones esporádicas en zonas más remotas.

El estudio morfológico, citogenético y evolutivo de los tres citotipos del complejo *Brachypodium distachyon* s. l. muestra que las notables diferencias encontradas entre los tres citotipos son indicativas de los procesos de especiación habidos dentro de este complejo, lo que permite su separación taxonómica en tres especies distintas. Mantenemos el nombre *B. distachyon* para el citotipo  $2n=10$  y describimos dos nuevas especies, *B. stacei* y *B. hybridum* para, respectivamente, los citotipos  $2n=20$  y  $2n=30$ .

La ampliación del análisis fenotípico a individuos silvestres de las especies del complejo *Brachypodium distachyon* s.l. muestra que ocho caracteres permiten discriminar significativamente a las tres especies estudiadas. De ellos, la longitud del

grano de polen, longitud total de la espiguilla y el número de flores por inflorescencia no presentan diferencias significativas entre los valores obtenidos en muestras de las poblaciones silvestres y de las líneas autofecundadas, considerándose que pueden estar fijados genéticamente y que son diagnósticos para estas plantas. Los metabolitos aleatorios estudiados también muestran discriminación significativa entre las tres especies y junto con los caracteres morfológicos revelan patrones concordantes de diferenciación.

Proponemos un código de barras genético para la identificación de las tres especies del complejo *Brachypodium distachyon* s. l. *B. distachyon* y *B. stacei* pueden ser identificados con un éxito del 100%, utilizando secuencias directas de los genes trnLF, ITS o Gl, mientras que *B. hybridum* sólo puede ser identificado sin ambigüedad a través de la utilización combinada de secuencias de trnLF + ITS (90% de éxito de identificación) o mediante secuencias clonadas del gen Gigantea (96,7%). *B. hybridum* ha sido el resultado de cruces bidireccionales de ancestros de *B. distachyon* y *B. stacei* que actuaron indistintamente como progenitores maternos o paternos de los híbridos.

Los marcadores genómicos RAD nos han permitido analizar la variabilidad genética infraespecífica de *Brachypodium distachyon* e inferir las relaciones evolutivas de individuos procedentes de 33 poblaciones circummediterráneas. Las altas tasas de diferenciación genotípica observadas permiten identificar a los individuos y reconstruyen la divergencia profunda de dos linajes principales (Misceláneo y Oriental-Occidental Mediterráneo), posiblemente relacionados con caracteres de tiempo de floración, y una posterior subestructuración en 17 grupos genéticos vinculados a diferentes zonas geográficas. Los análisis citogenéticos preliminares FISH empleando sondas BAC de los cromosomas Bd1, Bd4 y Bd5 de *B. distachyon* han mostrado la localización precisa de nueve loci en los cromosomas de *B. stacei* y *B. hybridum*. Los resultados apoyan una alta colinearidad de los patrones FISH entre los cromosomas de *B. distachyon* y *B. stacei*, con alguna re-estructuración cromosómica, y el alto grado de conservación de los genomas progenitores en los cromosomas del híbrido. La ampliación de estos análisis en el futuro permitirán una mayor transferencia de información citomolecular entre las tres especies.

**Palabras Clave:** *Brachypodium distachyon*, *Brachypodium stacei*, *Brachypodium hybridum*, circum-Mediterranean native range, cytogenetics, environmental niche

modeling, evolutionary systematics, genetic diversity and structure, haplotypic networks, hybridization, metabolic, morphology, phylogeography, RADseq markers, speciation, taxonomy.

■ **Autor:** Nuno Miguel Lopes da Silva Santos Simões.

**Título:** Eficiencia del uso del agua y persistencia de gramíneas perennes en las condiciones de secano en el Mediterráneo.

**Dpto./Universidad:** Ingeniería medio agronómico y forestal. Universidad de Extremadura.

**Directores:** Dr. Leopoldo Olea Márquez de Prado, Dr. Manuel María Tavares de Sousa y Dra. Sara Morales Rodrigo.

**Fecha defensa:** 5 de febrero de 2016.

### Resumen

Es de suma importancia encontrar plantas perennes bien adaptadas a las condiciones climáticas presentes en el mediterráneo, que hagan un buen aprovechamiento de la disponibilidad de agua y capacidad de sobrevivir a la sequía del verano. Se planteó un ensayo de gramíneas perennes (siete variedades de *Dactylis glomerata* L., siete de *Festuca arundinacea* Schreb., dos de *Lolium perenne* L. y cuatro de *Phalaris aquatica* L.), midiéndose la producción de materia seca y sus parámetros de calidad (proteína bruta y digestibilidad), bien como la persistencia de las plantas y la eficiencia del uso del agua (WUE). Las variedades de tipo mediterráneo tuvieron una mayor persistencia que las de tipo continental (66,7% en Kasbah y 3,3% en Porto, para *Dactylis* y 65,5% en Flecha E542 y 36,7% en Lutine y Lunibelle, para *Festuca* en otoño de 2008). Las variedades de festuca alta fueron más productivas, con una media de 9.906 kg MS ha<sup>-1</sup>, que las variedades de las restantes especies (6.338 kg MS ha<sup>-1</sup> para *Dactylis*, 7.752 kg MS ha<sup>-1</sup> para *Phalaris* y 3.624 kg MS ha<sup>-1</sup> para *Lolium*). La WUE de *Festuca* fue superior a la del *Dactylis*. Existieron diferencias entre variedades en la WUE (con valores medios anuales que variaron entre 2,58 g MS kg<sup>-1</sup>H<sub>2</sub>O para Flecha NE y 2,19 g MS kg<sup>-1</sup>H<sub>2</sub>O para Fraydo, en *Festuca* y 2,08 g MS kg<sup>-1</sup>H<sub>2</sub>O para Medly y 1,12 g MS kg<sup>-1</sup>H<sub>2</sub>O para Porto, en *Dactylis*) verificándose una correlación positiva entre la WUE y la producción de materia seca ( $r = 0,591$ ).

**Palabras Clave:** Pastos.

**Disponible en:**

<https://www.educacion.gob.es/teseo/mostrarRef.do?ref=1204305>

■ **Autor:** Iago Vázquez Fernández.

**Título:** Aprendizaje histórico en gestión de bienes comunales: los pastos en Cantabria (España).

**Dpto./Universidad:** Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio / Universidad de Cantabria.

**Directores:** Dra. Leonor de la Puente Fernández y Dr. Juan Busqué Marcos.

**Fecha defensa:** 5 de febrero de 2016.

### Resumen

Los montes de Cantabria albergan bienes comunales de indudable valor económico para las poblaciones rurales, uno lo suministra el bosque, es la leña que se emplea para proveer de fuego y calor a los hogares; otro son los pastos, recursos forrajeros para la alimentación del ganado doméstico. De ambos vienen disponiendo consuetudinariamente los vecinos vinculados a ayuntamientos o juntas vecinales titulares de los montes, lo que popularmente se conoce como el derecho a pastos y leñas. Esta investigación trata sobre los primeros, los denominados pastos comunales, ante la constatación de una progresiva degradación del recurso con graves repercusiones económicas, pero también ambientales, debido a su consideración de hábitats de interés para la conservación a nivel europeo y su localización preferente en espacios naturales protegidos. Tras constatar la dificultad que implica la transferencia de propuestas de mejora, aun sometiéndolas a procesos participativos, se avanza un enfoque metodológico innovador que permita incorporar a la planificación la experiencia histórica de gestión de las poblaciones locales. Con ello se contribuye a formular criterios de gestión coherentes no solo con la naturaleza semi-natural de los pastos, creada y reproducida secularmente por la acción del hombre y el ganado, sino también con los usos y costumbres de la población arraigada en el territorio, hacia quienes es fácil transferir prácticas que perciben como propias.

**Palabras Clave:** Pastos comunales, gestión participativa, geografía histórica, aprendizaje histórico, Cantabria.

**Disponible en:**

<https://www.educacion.es/teseo/mostrarRef.do?ref=1209207>

■ **Autor:** William Sánchez Ledezma.

**Título:** Evaluación de pastos y forrajes para la mejora de la alimentación de las vacas lecheras en la zona alta de Costa Rica.

**Programa/Facultad/Universidad:** Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Zaragoza.

**Directores:** Dr. José Antonio Guada Vallepuga y Dr. Antonio de Vega García.

**Fecha defensa:** 20 de enero de 2016.

### Resumen

Se ha evaluado en las estaciones seca y húmeda la disponibilidad y calidad nutritiva del pasto kikuyo (*Kikuyochloa clandestina*) cuando es aprovechado en pastoreo rotacional a intervalos de 30 días, en tres fincas comerciales ubicadas a los 1800, 2350 y 2700 m de altitud. También se estudió su patrón de crecimiento, mediante cortes quincenales desde los 15 a los 90 días de rebrote en las mismas estaciones y altitudes. Además, se han evaluado como fuentes de forraje complementarias del pasto, dos gramíneas (*Lolium multiflorum*- y kikuyo) y tres cereales forrajeros (avena, maíz y sorgo), valorando su producción, valor

nutritivo y potencial de ensilabilidad cuando son cultivados en las altitudes mencionadas solos o en asociación con veza (*Vicia* sp.) durante la estación húmeda.

Los resultados sobre disponibilidad del pasto kikuyo indican que la producción fue similar entre altitudes durante la época lluviosa ( $30,0 \pm 0,08$  t MS ha<sup>-1</sup>) y superior ( $P = 0,0005$ ) que la registrada en el periodo seco excepto a los 2700 msnm en los que el rendimiento fue menor que a las otras dos altitudes en esta época ( $2,0$  vs  $2,5 \pm 0,13$  t ha<sup>-1</sup>). La calidad nutritiva del pasto kikuyo varió poco a lo largo del año y entre altitudes, con excepción del contenido en MS que fue mayor ( $P < 0,0001$ ) en la época seca ( $18,8 \pm 0,55\%$ ) que en la húmeda ( $14,6 \pm 0,39$ ) y superior ( $P < 0,0156$ ) a los 2700 que a los 2350 y los 1800 msnm ( $17,9$  vs  $15,8$  y  $16,4$ ). La DIVMS tendió a ser algo mayor ( $P = 0,0947$ ) en la época seca que en la lluviosa (73 y 69; SED = 2,14%) mientras que el contenido en PB fue similar entre épocas y altitudes (18,6 a 19,6%) excepto a los 2700 m en los que se paso de un  $21,4 \pm 0,45\%$  de PB en la época de lluvias a  $17,2 \pm 0,64\%$  en la época seca. La degradabilidad de la MS y la PB del pasto kikuyo no varió significativamente entre la época seca y lluviosa para los valores de la fracción soluble (a), potencialmente degradable (b) y el potencial de degradación (a+b), aunque en el caso de la PB el potencial de degradación tendió ( $P = 0,0876$ ) a ser ligeramente superior en la época lluviosa que en la seca ( $94,0$  vs  $93,0$  SE= 0,14), mientras que en el caso de la MS, el ritmo fraccional de degradación (c) fue superior ( $P = 0,0001$ ) en la época seca que en la lluviosa ( $0,0385$  vs  $0,0375$  RSD = 0,33). A pesar de ello y dada la similitud de estos valores, cuando se calculó la degradabilidad efectiva ( $0,08$  h<sup>-1</sup>), no se apreciaron diferencias significativas entre épocas de pastoreo, siendo aceptable asumir valores medio de degradabilidad de la MS del y de la PB del 41,0 y del 54,7 respectivamente, a intervalos de 30 días. El patrón de crecimiento acumulado del pasto kikuyo se ajustó bien al modelo de Gompertz ( $R^2$  entre 0,97 y 0,99), pudiéndose estimar que la tasa media de crecimiento de MS alcanzó su máximo valor entre los 49 y los 65 días tras el rebrote, en función de la época y la altitud, con una producción acumulada de 3,3 a 5,9 t ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, a partir de los 45 días de crecimiento la digestibilidad se redujo considerablemente, por lo que al modelizar la producción de MS digestible, la tasa media de crecimiento alcanzó su máximo en torno a los 38 y los 47 días en la época lluviosa y seca, respectivamente. La PB también descendió en promedio 2,52 unidades porcentuales y la FND aumentó en 1,33 unidades entre los 45 y los 60 días de crecimiento, por lo que se sugiere cosechas el pasto kikuyo alrededor de los 45 días. Con respecto a la producción de los cultivos forrajeros, se encontró dificultad de adaptación del maíz y sorgo a la mayor altitud (2700 m) y falta de respuesta a la asociación con la leguminosa en la producción de MS ( $P = 0,2576$ ) y MSD ( $P = 0,6645$ ). También, se observaron diferencias ( $P = 0,0024$ ) entre forrajes según la altitud de siembra, siendo la avena el cultivo con mayor

producción de MSD por corte en todas las altitudes (7,2, 7,7 y 7,9 t ha<sup>-1</sup>), aunque el rendimiento por día fue semejante al del kikuyo y el ryegrass ( $62,2$  vs  $65,2$  kg ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>). El maíz fue la única especie con diferencias de rendimiento ( $P = 0,0503$ ) entre los 2350 y los 1800 m de altitud ( $6,3$  y  $4,8$  SE= 0,387 para 1800 y 2350 m). La asociación con veza redujo el potencial de ensilabilidad e incremento los efluentes en los ensilados de kikuyo y ryegrass, presentando todos los cereales mayor potencial de ensilabilidad, y sus ensilados mejores valores de pH y parámetros de fermentación que los pastos.

■ **Autora:** Pablo Manzano Baena.

**Título:** Transporte de semillas por las ovejas trashumantes, y sus potenciales implicaciones en la vegetación.

**Programa/Facultad/Universidad:** Ecología. Universidad Autónoma de Madrid.

**Directores:** Dr. Juan Esteban Malo Arrazola y Dra. Begoña Peco Vázquez.

**Fecha defensa:** 22 de diciembre de 2015.

### Resumen

El estudio de la dispersión es un componente fundamental de la ecología, pues confiere a los seres vivos de capacidad para responder a condiciones cambiantes o para escapar de la competencia con otros organismos. Dicho estudio adquiere gran complejidad en el caso de los organismos sésiles como las plantas, especialmente los fenómenos a larga distancia (*long distance dispersal*, o LDD), muy habitualmente ligados a la dispersión sexual y por lo tanto a las semillas. Comprender la LDD es clave para entender las dinámicas poblacionales asociadas a las metapoblaciones, la colonización de nuevos ambientes o la naturalización de especies alóctonas. La ganadería extensiva, que representa el uso del suelo más extendido del planeta, ha demostrado ser un vector importante para gran cantidad de especies vegetales, en especial en pastizales. La trashumancia de ovejas, parte importante del paisaje ibérico durante milenios, cubre distancias muy destacables en sus desplazamientos que la señalan como un importante fenómeno a estudiar. La sincronización de dichos desplazamientos con los momentos de mayor disponibilidad de semillas para la dispersión significa que las ovejas trashumantes han sido importantes vectores, tanto para la epizooticoria o dispersión de semillas adheridas a su pelaje como para la endozooticoria o dispersión por heces, con distancias de gran magnitud recorridas por las semillas dispersadas. La dispersión por ovejas cubre zonas muy amplias y es capaz de superar barreras biogeográficas importantes, resaltando el papel que juega para la conectividad de los ecosistemas. La extraordinaria capacidad de retención de semillas por parte de la lana también podría explicar la naturalización de algunas especies alóctonas de

pastizales. Los intensos fenómenos de depredación de semillas en pastizales mediterráneos por parte de hormigas del género *Messor* afectan a las semillas dispersadas en heces, pero la coincidencia en el tiempo de los movimientos trashumantes con una actividad limitada de las hormigas significa que el impacto en la LDD es limitado, y relativamente mucho más débil que la depredación observada entre movimientos trashumantes durante el verano. Tales procesos dispersivos, junto con otras interacciones ecológicas de la oveja, muestran que la ganadería extensiva con una componente móvil, como en el caso de la trashuman- cia en España pero también de otros pastores transhu- mantes o nómadas en las tierras áridas, montañosas y frías del planeta, cataliza procesos ecológicos importantes

para los ecosistemas, derivados de su similitud con los her- bívoros silvestres. La comprensión de todos estos fenó- menos a una escala global puede ayudar a entender los cambios provocados por el cambio de uso del suelo, la in- tensificación de la producción ganadera y el incremento del transporte de ganado a grandes distancias. El manteni- miento de las actividades pastoriles puede ser importante para hacer frente al contexto de cambio global en el que se halla inmersa la humanidad.

**Palabras Clave:** Ecología vegetal, pastos, semillas, ecología animal.

**Disponible en:**

<https://www.educacion.gob.es/teseo/mostrarRef.do?ref=1191468>