



2025 | **16-20**
GIJÓN | JUNIO

9º CONGRESO **FORESTAL** ESPAÑOL

9CFE-1579

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza



Resumen

Los bosques desempeñan un papel crucial en la conservación de la biodiversidad, la regulación de los ciclos hidrológicos y la provisión de servicios ecosistémicos esenciales. Sin embargo, la creciente expansión de plantaciones exóticas forestales monoespecíficas y coetáneas plantea preocupaciones sobre sus efectos negativos en la diversidad biológica a nivel local y regional. Este estudio examina las diferencias en la estructura del bosque y la diversidad de especies de plantas vasculares, no vasculares y aves entre tres tipos de ecosistemas forestales presentes en la cornisa atlántica del País Vasco: robledales seminaturales, plantaciones de eucalipto y plantaciones de coníferas (alerce y pino insigne). En cada una de estas masas se establecieron parcelas circulares de 18 metros de radio. Los resultados preliminares indican que los robledales seminaturales muestran una mayor diversidad de especies en comparación con las plantaciones exóticas, especialmente de eucaliptos. Además, la estructura forestal es más compleja en los robledales, mientras que las plantaciones de eucalipto se caracterizan por una mayor presencia de especies arbustivas.

Palabras clave

Eucalyptus sp., *Pinus radiata*, *Quercus* sp., Biodiversidad aviar, Biodiversidad vegetal.

1. Introducción

Los ecosistemas forestales de la cornisa atlántica ibérica cumplen funciones ecológicas esenciales, como la regulación hídrica, el secuestro de carbono, la conservación del suelo y la provisión de hábitats para una amplia diversidad de especies (LOIDI ET AL., 2011; FELTON ET AL., 2016). Dentro de estos ecosistemas, los bosques seminaturales de especies nativas, como los robledales atlánticos (*Quercus robur*, *Q. petraea*), destacan por su estructura compleja, heterogeneidad vertical y elevada biodiversidad vegetal y faunística, incluyendo comunidades especializadas de flora no vascular, aves e insectos (DÍAZ, 2006; DA SILVA ET AL., 2019).

En las últimas décadas, la demanda de productos forestales ha impulsado la expansión de plantaciones forestales de especies exóticas como *Eucalyptus globulus*, *Pinus radiata* y *Larix decidua* en gran parte del norte peninsular. Estas plantaciones monoespecíficas, diseñadas para maximizar la productividad a corto plazo, presentan estructuras simplificadas, alta homogeneidad y baja diversidad funcional (CALVIÑO-CANCELA, 2013; ELOSEGI ET AL., 2020). Aunque aportan beneficios económicos, cada vez más estudios alertan sobre sus impactos negativos en la biodiversidad y el funcionamiento ecológico, especialmente cuando sustituyen a bosques autóctonos.

La evidencia disponible a lo largo de la cornisa cantábrica revela patrones consistentes. En Galicia, los bosques de carballo superan a los eucaliptales en riqueza de flora y avifauna (LÓPEZ ET AL., 2018). En Asturias, la estructura compleja de los bosques mixtos favorece la conservación de especies sensibles (DÍAZ ET AL., 2010), mientras que, en Cantabria, las repoblaciones con coníferas han mostrado comunidades aviares más empobrecidas que los bosques nativos (FERNÁNDEZ-MATA ET AL., 2016). En el

País Vasco, aunque se ha documentado el valor ecológico de hayedos y robledales, aún son escasos los estudios que comparen directamente su biodiversidad con la de plantaciones exóticas mediante enfoques integradores.

El presente estudio está enmarcado dentro del proyecto LIFE URBASO. Este proyecto tiene como objetivo demostrar que una planificación forestal adecuada y una gestión forestal enfocada a la cobertura forestal continua en las zonas sensibles de cuencas forestales con captaciones de agua potable mejora tanto la calidad como la cantidad del agua recogida. Esta iniciativa se desarrolla en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, donde existen 39 puntos de extracción de agua en zonas boscosas, 13 de ellos en plantaciones de pino y eucalipto.

Este trabajo se propone cubrir ese vacío mediante un enfoque comparativo y multiescalar, que analiza la biodiversidad vegetal (vascular y no vascular), aviar y la estructura forestal entre bosques seminaturales nativos y plantaciones exóticas en la cornisa atlántica vasca. Se incorporan métricas bioacústicas y análisis espaciales que permiten caracterizar no solo la diversidad, sino también los patrones estructurales del hábitat.

2. Objetivos

El objetivo general de este estudio es evaluar las diferencias en la estructura y composición de especies entre bosques seminaturales de roble y plantaciones de especies exóticas (eucalipto, alerce y pino) en la cornisa atlántica del País Vasco, con el fin de aportar información clave para la gestión sostenible y basada en evidencia de los paisajes forestales en esta región.

Los objetivos específicos son: a) Comparar la diversidad de plantas vasculares, no vasculares (líquenes y musgos) y aves entre los bosques nativos y las plantaciones forestales estudiadas. b) Analizar las diferencias en la estructura del bosque, incluyendo la composición de estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo) y la densidad de especies.

3. Metodología

Área de estudio El estudio se llevó a cabo en Bizkaia, País Vasco (Figura 1). Esta región está caracterizada por un clima oceánico con altas precipitaciones anuales y temperaturas moderadas. Se seleccionaron tres tipos de bosques representativos (a) Robledales seminaturales (*Quercus robur* y *Quercus petraea*); (b) Plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y (c) Plantaciones de coníferas (*Larix decidua* y *Pinus radiata*).

Diseño del muestreo En cada tipo de ecosistema forestal, se establecieron parcelas circulares de 18 metros de radio. En total se muestrearon 26 parcelas (12 de eucalipto, 6 de pinar, 6 de alerce y 2 de robledal). Se midió la estructura forestal en la que se georeferenciaron todos los individuos dentro de cada parcela, cuantificando la altura y el diámetro a la altura del pecho (DBH) de todos los individuos. Para el estudio de la diversidad vegetal se establecieron en cada una de las 26 parcelas 4 subparcelas de 4m² (2x2). En Julio de 2023 se realizaron muestreos de todas las especies de plantas vasculares y no vasculares presentes en cada parcela, identificándolas hasta nivel de especie siempre que fue posible.

Para el estudio de la diversidad aviar, se realizaron grabaciones de audio mediante Wildlife Accoustic – Song Meter Micro durante todo el mes de abril de 2023. Esta franja temporal corresponde al periodo pre-reproductivo de las especies en bosques templados. Los grabadores se colocaron en un árbol central a una altura de aproximadamente 1,5 m sobre el suelo. Se grabó una hora al amanecer (entre 7:00 y 08:00h A.M), de los que se seleccionaron fragmentos de 10 minutos. Las grabaciones acústicas fueron analizadas por un experto, quien identificó la presencia de las diferentes especies de aves mediante la escucha detallada y la interpretación de los sonidos registrados.

Se calcularon los índices de diversidad vegetal y aviar para evaluar las diferencias entre los tres tipos de ecosistemas forestales estudiados (robleal, eucaliptal y coníferas).

Para la biodiversidad vegetal, se utilizaron los datos de cobertura y presencia de flora vascular y no vascular. Los índices de diversidad empleados incluyeron el Índice de Shannon-Wiener - $H' = -\sum (p_i \times \ln(p_i))$, que mide la diversidad considerando la abundancia relativa de las especies, el Índice de Simpson - $D = 1 / \sum p_i^2$, que refleja la dominancia de las especies más abundantes, y el Índice de Equidad de Pielou - $J = H' / \ln(S)$, que evalúa cómo se distribuyen equitativamente las especies en la comunidad.

Para la biodiversidad aviar, se utilizaron la presencia de diferentes especies, calculando la riqueza de especies, el Índice de Shannon-Wiener, el Índice de Diversidad de Simpson (DDD) y el Índice de Equidad de Pielou.

Además, las grabaciones de 10 min fueron analizados para calcular índices bioacústicos que describen la complejidad sonora y la diversidad de las comunidades, como el Índice Bioacústico (BI), el Índice de Complejidad Acústica (ACI) y el Índice de Diversidad Acústica (ADI).

Se analizó la estructura espacial de cada parcela de 18 m utilizando el Índice Espacial de Nearest Neighbour Mean (NNM). Este índice mide la distancia promedio al vecino más cercano, lo que permite evaluar el grado de agregación o dispersión de los individuos dentro de la parcela. Los cálculos se realizaron sobre los datos espaciales recolectados, considerando las coordenadas exactas de cada individuo para determinar la disposición espacial de las especies presentes.

Se realizaron pruebas de ANOVA para comparar las variables entre los tres tipos de ecosistemas forestales (robleal, eucaliptal y coníferas), seguidas de pruebas post-hoc para identificar diferencias significativas. Este enfoque permitió integrar la diversidad de flora y fauna mediante mediciones tradicionales y métricas innovadoras de bioacústica, proporcionando una visión holística de la biodiversidad en los ecosistemas estudiados. Además, con los datos obtenidos de las 26 parcelas, se llevaron a cabo análisis multivariantes como el Análisis de Componentes Principales (PCA) para explorar patrones de variación en las comunidades, y el Análisis de Redundancia (RDA) para identificar la relación entre las variables ambientales y las comunidades de flora y fauna. Estos métodos permitieron evaluar cómo los factores ambientales y la estructura del hábitat influyen en la biodiversidad, integrando múltiples dimensiones en el análisis de los ecosistemas forestales.

4.Resultados

Se encontraron diferencias significativas en los índices de biodiversidad, vegetación y estructura forestal entre los tres tipos de ecosistemas forestales analizados. En cuanto a la biodiversidad aviar, los robledales y las parcelas de coníferas presentaron consistentemente mayores valores en los índices de riqueza, Shannon y Simpson en comparación con las plantaciones de eucalipto, lo que evidencia una mayor diversidad en estos dos grupos. A pesar de ello, las parcelas de eucalipto mostraron una mayor variabilidad en la vegetación, con un rango más amplio en el índice de Shannon, aunque acompañada de una menor riqueza. Además, las parcelas de eucalipto se caracterizaron por tener un área basal significativamente menor, pero con un número mayor de pies, lo que sugiere una estructura forestal simplificada.

Los robledales destacaron por su estructura heterogénea, con mayor diversidad de estratos y una cobertura de sotobosque más densa y variada. Por el contrario, las plantaciones de eucalipto exhibieron un dosel cerrado, escasa regeneración natural y mayor abundancia de especies arbustivas oportunistas, como spp.. En términos de composición vegetal, los robledales seminaturales albergaron la mayor riqueza de especies vasculares y no vasculares, seguidos por las plantaciones de alerce y pino, y, finalmente, las de eucalipto.

El análisis de varianza (ANOVA) confirmó diferencias significativas en varios indicadores de biodiversidad entre los grupos de especies forestales. En el índice de riqueza, el roble obtuvo los valores más altos (media = 9.33, $p=0.001$) en comparación con las coníferas (media = 8.78) y el eucalipto (media = 6.75). De manera similar, el índice de Shannon mostró diferencias significativas ($p=0.007$), con el roble nuevamente destacándose (media = 1.63). No obstante, en otros índices, como Simpson y Pielou, no se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$), sugiriendo que algunos aspectos de la diversidad aviar podrían ser menos sensibles al tipo de cobertura forestal.

El análisis multivariante de componentes principales (PCA) explicó un 46% de la varianza en el eje 1 y un 22% en el eje 2, evidenciando una clara separación de las muestras según sus características ambientales y biológicas (Figura 2A). Se observa que los vectores de las variables de biodiversidad y estructura, como la riqueza aviar y el índice de Shannon para la vegetación, se orientan en direcciones opuestas, lo que refleja patrones específicos de correlación entre los tipos de ecosistemas. Las especies asociadas a los robledales se agrupan cercanas a variables relacionadas con alta riqueza y diversidad, mientras que las muestras de eucalipto se asociaron a valores más bajos en estos índices. Este análisis refuerza la influencia de la estructura forestal en las dinámicas ecológicas y biodiversidad observadas. La Figura 2B muestra el análisis de redundancia con la relación entre las variables ambientales y la composición de especies en los ecosistemas forestales. Los ejes 1 y 2 explican la variación en la composición de especies explicada por las variables ambientales seleccionadas. Las flechas indican la dirección de mayor incremento de cada variable ambiental, mientras que la proximidad de las muestras a estas flechas refleja su alta correlación con dichas variables.

5.Discusión

Los resultados de este estudio subrayan la importancia de los bosques seminaturales, como los robledales, en la conservación de la biodiversidad en la cornisa atlántica. La estructura heterogénea de estos ecosistemas ofrece una amplia variedad de microhábitats que benefician a diversas especies. DÍAZ (2006) observó que la riqueza de especies de aves es significativamente mayor en bosques mixtos de roble y pino en comparación con pinares puros, destacando la relevancia de la diversidad estructural en la avifauna. La alta complejidad espacial y la diversidad de estratos en estos bosques proporcionan recursos y refugios esenciales para especies sensibles a la alteración del hábitat (FELTON ET AL., 2016).

Esta mayor diversidad estructural ha sido también relacionada con un mayor número de interacciones tróficas, presencia de flora no vascular (líquenes, musgos) y hábitats funcionales para especies de interés comunitario (LOIDI ET AL., 2011). En este sentido, los análisis multivariantes realizados en este estudio confirman que los robledales se agrupan junto a variables como mayor riqueza de flora y avifauna, así como mayor complejidad acústica registrada en las grabaciones bioacústicas, lo cual refuerza su valor como sistemas ecológicamente funcionales.

En contraste, las plantaciones de eucalipto presentan una menor diversidad de especies. GODED ET AL. (2019) documentaron que tanto la riqueza de especies herbáceas como la de aves es consistentemente más baja en estas plantaciones en comparación con bosques nativos, lo cual se alinea con lo observado en este estudio. CALVIÑO-CANCELA (2013) también subraya que las plantaciones de *Eucalyptus globulus* modifican el microclima, la composición edáfica y la estructura del sotobosque, generando hábitats menos aptos para la mayoría de especies autóctonas. Las comunidades de aves en estos monocultivos representan un subconjunto simplificado de las especies presentes en los bosques nativos, lo que evidencia una pérdida significativa de biodiversidad asociada al manejo intensivo.

El presente estudio también destaca que las plantaciones de eucalipto se caracterizan por una estructura forestal simplificada, con escasa regeneración natural, dominancia de especies oportunistas como *Rubus spp.* y menor área basal. Estas características coinciden con las descritas por ELOSEGI ET AL. (2020) para el País Vasco y la Península Ibérica, donde se alerta del empobrecimiento funcional de estos ecosistemas bajo rotaciones cortas y alta intervención.

Por otro lado, las plantaciones de coníferas, como el pino y el alerce, mostraron valores intermedios de biodiversidad. PEDLEY ET AL. (2019) señalaron que los cambios funcionales en las comunidades de aves al pasar de bosques seminaturales de roble a plantaciones de coníferas no son uniformes en toda Europa, destacando el papel de las condiciones locales y el manejo forestal. En este estudio, las plantaciones de alerce presentaron mayores valores de diversidad que las de eucalipto, lo que sugiere que, pese a ser exóticas, algunas especies de coníferas pueden proporcionar estructuras más variadas que los monocultivos de eucalipto.

En este sentido, LINDEMAYER ET AL. (2012) proponen que una gestión forestal más ecológicamente sensible puede mitigar parte de estos efectos negativos, a través de prácticas como la promoción de la heterogeneidad estructural, la reducción del uso de

agroquímicos y la integración de sotobosque nativo. Estos enfoques permitirían incrementar la funcionalidad ecológica de las plantaciones sin comprometer su productividad, contribuyendo a la restauración del mosaico forestal atlántico.

Además, estudios como el de DA SILVA ET AL. (2019) evidencian que los ecosistemas autóctonos albergan una biota más diversa, abundante y única en comparación con bosques antropogénicos. Esto es especialmente relevante en la cornisa cantábrica, donde las condiciones climáticas y la presión forestal exigen modelos de gestión más resilientes. Los hallazgos del presente estudio refuerzan la necesidad de conservar y restaurar bosques nativos, no solo por su valor ecológico intrínseco, sino también por los servicios ecosistémicos asociados, como la regulación hídrica, el almacenamiento de carbono y la conectividad ecológica a escala de paisaje (SANTIAGO-GARCÍA & GARCÍA, 2014).

En conjunto, los resultados y comparaciones con la literatura apuntan a una conclusión clara: los bosques seminaturales superan sistemáticamente a las plantaciones forestales exóticas en biodiversidad y funcionalidad, especialmente cuando se consideran múltiples dimensiones (vegetación, fauna, estructura, acústica). Por ello, las estrategias de conservación y planificación forestal en el País Vasco y otras regiones atlánticas deberían priorizar la protección, restauración y expansión de estas formaciones naturales como medida clave para afrontar los desafíos ambientales actuales.

6. Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto LIFE URBASO (LIFE20 ENV/ES/000687), financiado por el programa LIFE de la Unión Europea, cuyo objetivo es promover la gestión sostenible de los ecosistemas forestales en la cornisa atlántica.

7. Bibliografía

CALVIÑO-CANCELA, M. (2013). Effect of eucalypt plantations on bird assemblages in northwestern Spain. *Forest Ecology and Management*, 310, 567–576. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.09.043>

DA SILVA, R., PINTO, S. M., & RIGUEIRA, D. M. G. (2019). Biodiversity and ecosystem services in native vs exotic forests. *Biodiversity and Conservation*, 28(9), 2541–2563. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01780-7>

DÍAZ, M. (2006). Influence of habitat structure on bird species richness in Spanish woodlands. *Forest Ecology and Management*, 223(1–3), 165–173. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.11.023>

DÍAZ, M., & GARCÍA, J. (2010). Los bosques atlánticos como refugio de biodiversidad. Informe técnico, Gobierno del Principado de Asturias.

ELOSEGI, A., CABIDO, C., LARRAÑAGA, A., & ARIZAGA, J. (2020). Efectos ambientales de las plantaciones de eucaliptos en Euskadi y la Península Ibérica. *Munibe Ciencias Naturales*, 68, 191–204. [PDF](#)

FELTON, A., LINDENMAYER, D., NOBLE, K., NIMMO, D., MAZIA, C., WESTGATE, M., & GIBB, H. (2016). Reversing biodiversity loss in managed forests. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(9), 533–540. <https://doi.org/10.1002/fee.1348>

FELTON, A., HEDWALL, P., LINDBLADH, M., NYBERG, T., FELTON, A., HOLMSTRÖM, E., WALLIN, I., LÖF, M., & BRUNET, J. (2016). The biodiversity contribution of wood plantations: Contrasting the bird communities of Sweden's protected and production oak forests. *Forest Ecology and Management*, 365, 51-60. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2016.01.030>.

FERNÁNDEZ-MATA, J. M., & GARCÍA, L. M. (2016). Evaluación de la avifauna en plantaciones de coníferas y robledales en Cantabria. *Boletín Ornitológico de Cantabria*, 23, 56–67.

GODED, S., MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J., & CALVO, L. (2019). Biodiversity decline in eucalypt plantations: Evidence from northern Spain. *Forest Systems*, 28(2), e010. <https://doi.org/10.5424/fs/2019282-14315>

LINDEMAYER, D., HOBBS, R. J., LIKENS, G. E., LINDENMAYER, B. D., & FRANKLIN, J. F. (2012). A checklist for ecological management of landscapes for conservation. *Ecology Letters*, 15(5), 512–520. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2012.01764.x>

LOIDI, J., BIURRUN, I., CAMPOS, J. A., & GARCÍA-MIJANGOS, I. (2011). *La vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Gobierno Vasco. [PDF](#)

LÓPEZ, S. B., RIVERA, J. G., & BERNAL, M. S. (2018). Biodiversidad en plantaciones de eucalipto y bosques de carballo del sur de Galicia: plantas y aves. *Nova Acta Científica Compostelana*, 25, 11–20. <https://revistas.usc.gal/index.php/nacc/article/view/5192>

PEDLEY, S. M., YOUNG, R. P., BENTON, T. G., & DINSDALE, J. (2019). Landscape context influences functional composition of bird communities in European forests. *Biological Conservation*, 238, 108214. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108214>

SANTIAGO-GARCÍA, R., & GARCÍA, D. (2014). Plantaciones forestales y conectividad ecológica en Asturias. *Ecología del Paisaje*, 12(1), 45–62.

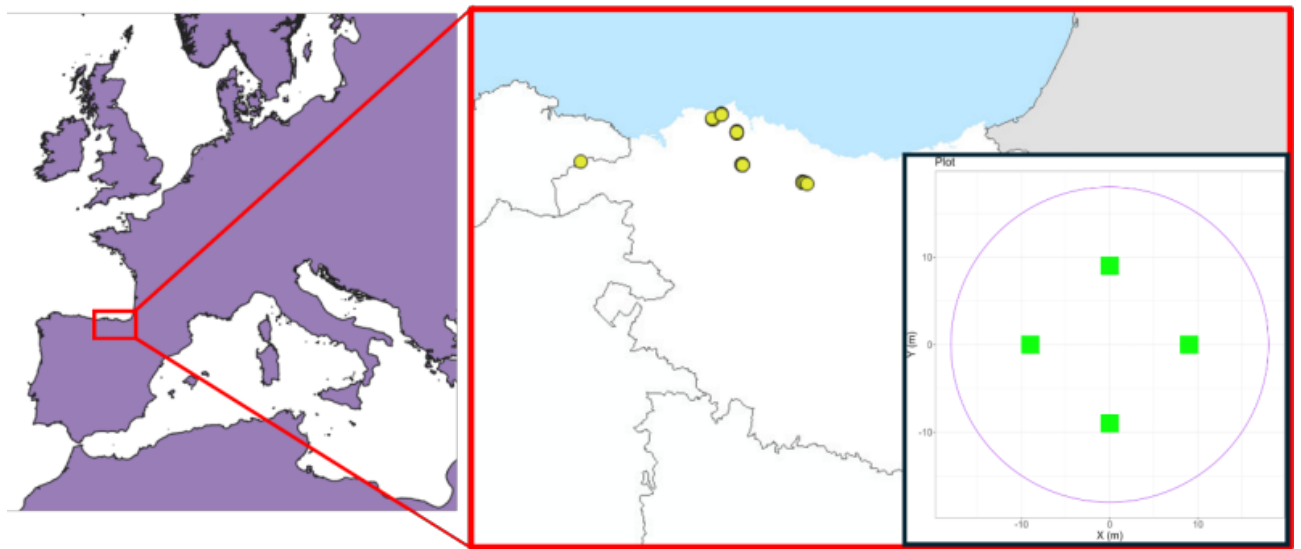


Figura 1. Localización de las parcelas de muestreo. En la parte inferior derecha se muestra con recuadros verdes las parcelas para la monitorización de la diversidad vegetal.

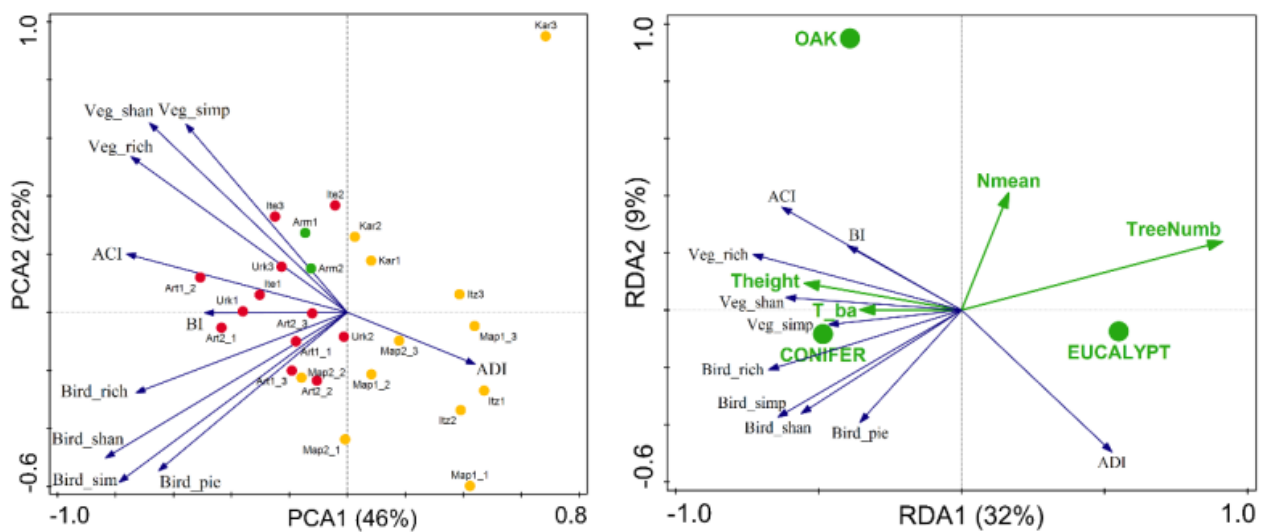


Figura 2. Análisis de Componentes Principales (PCA, izquierda) y Análisis de Redundancia (RDA, derecha) de los ecosistemas forestales evaluados. A) robledales (verde), coníferas (amarillo) y eucaliptales (rojo). Las flechas representan las direcciones de mayor variación para las variables de biodiversidad y estructura. B) los ejes 1 y 2 resumen la variación en la composición de especies explicada por las variables ambientales, reflejando la influencia diferencial de estas variables en los tres ecosistemas. La proximidad de las muestras a las flechas indica su correlación con dichas variables.