

CONAMA 2020

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Comportamiento, caracterización y producción de biomasa de las especies autóctonas aladierno, aligustre y majuelo en revegetación y producción agraria 5 años después de su implantación.

Revegetación con especies autóctonas.



COMPORTAMIENTO, CARACTERIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LAS ESPECIES AUTÓCTONAS ALADIerno, ALIGUSTRE Y MAJUELO EN REVEGETACIÓN Y PRODUCCIÓN AGRARIA 5 AÑOS DESPUÉS DE SU IMPLANTACIÓN.

Autor Principal: M.Carmen Lobo Bedmar

Otros autores: Juan Ruiz Fernández; Esther Cogolludo; Carolina Mancho

Organismo: IMIDRA (Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural Agrario y Alimentario. Finca “El Encin” A-2, km 38, 2. 28805 Alcalá de Henares (Madrid).

COMPORTAMIENTO, CARACTERIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LAS ESPECIES AUTÓCTONAS ALADIerno, ALIGUSTRE Y MAJUELO EN REVEGETACIÓN Y PRODUCCIÓN AGRARIA 5 AÑOS DESPUÉS DE SU IMPLANTACIÓN.

1. Título: Comportamiento, caracterización y producción de biomasa de las especies autóctonas aladierno, aligustre y majuelo en revegetación y producción agraria 5 años después de su implantación.
2. Palabras clave: Suelos, degradación, especies autóctonas, revegetación.
3. Resumen:

Los procesos de degradación del suelo constituyen uno de los grandes problemas medioambientales a escala mundial, acentuados en los ambientes mediterráneos en los que a la acción antrópica se suma el efecto de la climatología semiárida. En estos casos, la recuperación de las cubiertas vegetales es una herramienta eficaz para frenar la degradación, disminuyendo el riesgo de erosión y mejorando la fertilidad del suelo. Una de las estrategias más eficaces se centra en la introducción de especies arbustivas autóctonas, mediante siembra directa, que favorezcan la formación de cubiertas permanentes y contribuyan a la recuperación de la estructura y diversidad del ecosistema. En el ensayo se evalúa la respuesta de tres especies, aladierno, aligustre y majuelo en parcelas experimentales de 2,8 x 7m² sobre un suelo calizo en Alcalá de Henares (Madrid). Las tres especies son autóctonas de suelos calizos formando parte de las etapas de sustitución en bosques calizos relegadas a linderos y laderas abruptas (clase Rhamno-Prunetea) que soportan la semisombra. La plantación se realizó en 2015 con plantas procedentes de semilla, estableciéndose una distribución de 3 líneas de 7 plantones/parcela para Aladierno, 2 líneas de 15 plantones/ parcela para Aligustre y 3 líneas de 10 plantones por parcela para majuelo. Las tres especies admiten ser cortadas a nivel de suelo, produciendo una brotación posterior, lo que las hace adecuadas para producción de biomasa o madera, según la especie. Cinco años después de la siembra, se describe para cada especie (10 individuos por especie) la singularidad de su producción, mediante los caracteres productivos como crecimiento general (altura), número de ramas principales, peso fresco total, peso seco total a temperatura ambiente (madera y hojas) y diámetro del tronco principal (en su caso).

4. Introducción

El suelo es un ecosistema esencial que proporciona valiosos servicios como el suministro de alimentos, energía y materias primas además de contribuir al secuestro de carbono, procesos de purificación de agua, regulación de nutrientes, control de plagas y apoyo a la biodiversidad. En la UE, los procesos de degradación avanzan debido al impacto de la actividad humana a menudo combinada con otros factores como la climatología. La FAO define la degradación edáfica como la pérdida parcial o total de la productividad del suelo. Esta degradación puede ser producida por múltiples causas, entre las que destacan la erosión, la salinización, compactación, la acidificación y la contaminación. Las consecuencias directas de la degradación edáfica es la inmediata pérdida de los servicios ecosistémicos que puede aportar el suelo. Para frenar estos efectos se debe llevar a cabo una gestión sostenible del suelo (Gallardo, 2016; Porta et al., 2014) que incluye el mantenimiento de la vegetación autóctona. La vegetación además de contribuir a mejorar la estructura del suelo mediante su sistema radicular incorporando carbono orgánico (exudados radiculares) y frenar la degradación y erosión supone la obtención de un servicio ecosistémico como es la obtención de madera o biomasa para otros fines. En este sentido la utilización de arbustos con potencialidad para la obtención de madera puede ser una interesante alternativa para dar un uso sostenible a

COMPORTAMIENTO, CARACTERIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LAS ESPECIES AUTÓCTONAS ALADIerno, ALIGUSTRE Y MAJUELO EN REVEGETACIÓN Y PRODUCCIÓN AGRARIA 5 AÑOS DESPUÉS DE SU IMPLANTACIÓN.

suelos degradados favoreciendo su recuperación al mismo tiempo que la producción agraria de las especies supondría un valor añadido que contribuiría a favorecer la renta de la población rural. Estos sistemas conocidos como agroforestales (SAF) incluyen el manejo de los árboles en las fincas y pueden referirse a distintos sistemas de uso del suelo, desde los sistemas silvopastorales hasta los huertos caseros y la producción de madera en fincas y árboles integrados en suelos con otros cultivos (López y Detlefsen, 2012). Nair et al., (2009) estimó un total de 823 millones de ha gestionadas bajo SAF a nivel mundial. Según la FAO, los sistemas agroforestales son sistemas multifuncionales que pueden proporcionar una gran variedad de beneficios económicos, socioculturales y ambientales. Estos sistemas pueden ser especialmente importantes para los pequeños agricultores ya que generan diversos productos y servicios en una zona limitada de suelo, obteniéndose beneficios económicos, ambientales y sociales. En relación a la producción de biomasa, su utilización como combustible o para generar biofuel o bioetanol supone nuevos aprovechamientos en línea con la Estrategia Europea de Economía Circular (EU). En este sentido el sistema y las prácticas agroforestales pueden contribuir a varios objetivos, como mitigar el cambio climático, aumentar el acceso a la energía y aliviar la pobreza rural contando con la adecuada asistencia técnica (Proto et al., 2014; Sharma et al., 2016).

Tres especies adaptadas al clima mediterráneo, con bajos requerimientos hídricos y potencial para su uso como madera se han seleccionado para este estudio (Aladierno, Aligustre y Majuelo).

El aladierno (*Rhamnus alaternus*) es un arbusto o pequeño árbol de hoja perenne, típico del bosque mediterráneo, que forma tallos leñosos y que como planta alcanza una altura entre los 2 y 8 metros. Su corteza es grisácea y se agrieta con la edad y sus hojas son ovales u oblongas de 2-5 cm de longitud. Su madera es empleada en ebanistería y tornería. Su corteza es purgante, y da un tinte de color castaño que se empleaba para teñir la lana de amarillo. También es usado en medicina tradicional como purgante y astringente. A veces se cultiva para formar setos o como ornamental. En la Comunidad de Madrid se distribuye fundamentalmente por la zona sureste.

El aligustre (*Ligustrum vulgare*) es un arbusto de hasta 5 m de altura, aunque no suele superar la mitad de esa altura. Tiene la corteza lisa, grisácea, en las ramas nuevas este color es más parduzco y con una ligera borra, que desaparece después. Las hojas son opuestas, caducas en Valsaín (en climas más templados no suele perder la hoja), con el peciolo corto, gruesas, coriáceas, verde oscuras por el haz y algo más claras por el envés. Tienen el borde entero y forma lanceolada o elíptica. Miden entre 3 y 6 cm de largo. En la Comunidad de Madrid esta especie arbustiva se distribuye mayoritariamente por la sierra de Guadarrama, teniendo también representación en la zona sureste y oeste de la comunidad.

El majuelo (*Crataegus monogyna*) es un árbol de hoja caduca, de cuatro a seis metros de altura, con ramas espinosas, hojas lampiñas y aserradas, caducas, flores blancas, olorosas y en corimbo, y fruto ovoide, revestido de piel tierna y rojiza que encierra una pulpa dulce y una única semilla, de ahí su nombre, apareciendo raras veces dos. Su madera destaca por su dureza. La corteza es gruesa y parda con grietas verticales naranja. Los tallos más jóvenes tienen espinas romas, de uno a 1,5 cm de largo. Hojas de 2 a 4 cm de largo, obovadas y profundamente lobuladas, a veces casi hasta el centro, con los lóbulos abiertos en un amplio ángulo. El haz es verde negruzco y pálido en el envés. Esta especie tiene una alta distribución

COMPORTAMIENTO, CARACTERIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LAS ESPECIES AUTÓCTONAS ALADIerno, ALIGUSTRE Y MAJUELO EN REVEGETACIÓN Y PRODUCCIÓN AGRARIA 5 AÑOS DESPUÉS DE SU IMPLANTACIÓN.

por todo el territorio de la Comunidad de Madrid.

5. Metodología.

El ensayo se ha realizado en la Finca “El Encín” en Alcalá de Henares, a 603 m sobre el nivel del mar en las coordenadas 40°31'12" N y 3°18'13" O. La temperatura media anual y la media de precipitación en la serie histórica 1957-2000 son 13,4°C y 429,7 mm, respectivamente. Las temperaturas pueden variar de 0°C (media mínima en enero) a 32,3°C (media máxima en julio). Los valores extremos reportados en la serie histórica son 17,2°C (mínima absoluta en febrero) y 42°C (máxima absoluta agosto). El déficit hídrico (diferencia entre precipitación y evapotranspiración) se observa en marzo y de mayo a octubre (ambos meses incluidos) con una media acumulativa de 424,3 mm. El clima es Xerico Mediterraneo (Mauri, 2000) con inviernos fríos y veranos cálidos y secos. Siguiendo la clasificación Kopen, el tipo de clima y subclima es B (clima seco) y BSk (estepa fría) respectivamente (Nirgude et al., 2018.) Los datos meteorológicos se obtuvieron en la estación meteorológica “El Encín” localizada a 1500 m de las parcelas del ensayo.

Diseño experimental:

Se prepararon semilleros para la obtención de plantones de aladierno, aligustre y majuelo, especies autóctonas de suelos calizos formando parte de las etapas de sustitución en bosques calizos relegadas a linderos y laderas abruptas (clase Rhamno-Prunetea) que soportan la semisombra y con bajos requerimientos de agua. Las especies se plantaron en 2015 en parcelas de 2,8 x 7 m² en un suelo franco limoso utilizándose una distribución de 3 líneas de 7 plantones en cada parcela para aladierno, 2 líneas de 15 plantones por parcela para aligustre y 3 líneas de 10 plantones por parcela para majuelo. El ensayo se mantuvo 5 años (Figura 1). En marzo de 2020 se tomaron las muestras de majuelo y en junio las de aligustre y aladierno (10 individuos por especie)



Figura 1.- Vista del ensayo en marzo de 2020.

Parámetros biométricos analizados:

El Majuelo se cortó a inicios del mes de marzo a unos 20-30 cm del suelo, todavía sin hojas. El Aladierno y el Aligustre a nivel del suelo con una motosierra. Las plantas se pesaron en fresco

COMPORTAMIENTO, CARACTERIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LAS ESPECIES AUTÓCTONAS ALADIerno, ALIGUSTRE Y MAJUELO EN REVEGETACIÓN Y PRODUCCIÓN AGRARIA 5 AÑOS DESPUÉS DE SU IMPLANTACIÓN.

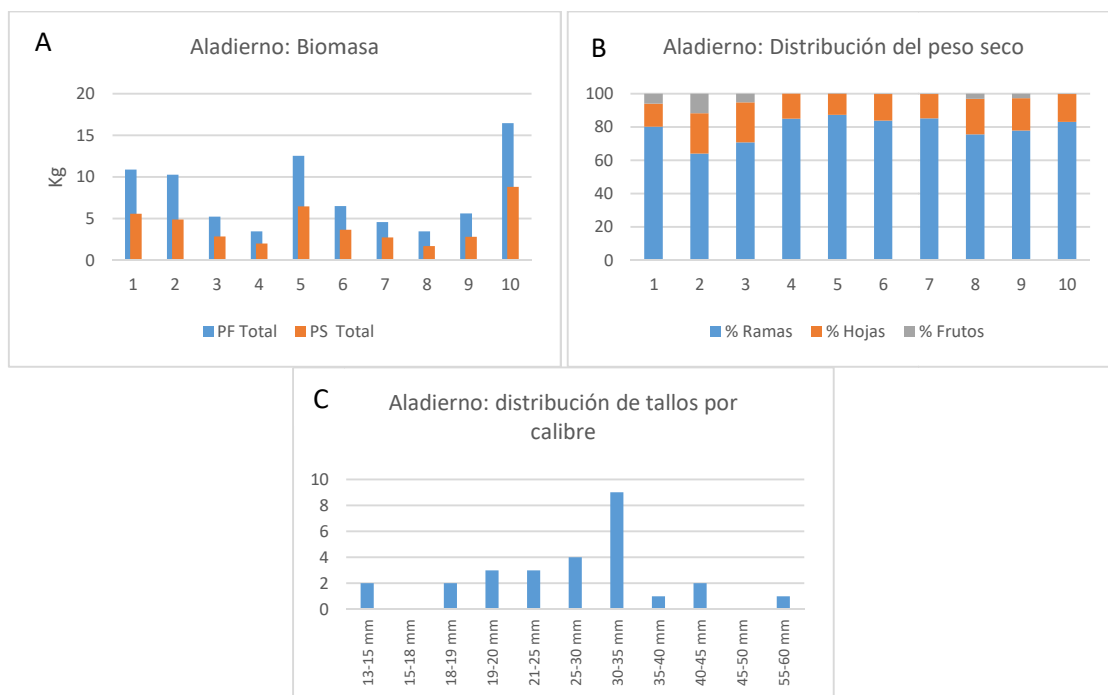
recién cortadas y, un mes después, se realizó el peso seco a temperatura ambiente. El material se mantuvo durante este tiempo al aire libre bajo cubierta para evitar la lluvia. La separación entre madera, hojas y fruto se realizó en seco mediante avareo del material de cada planta por especie. Posteriormente se pesaron todas las ramas de cada planta para obtener el peso seco total. Únicamente el Aladierno presentó frutos que fueron separados de las hojas mediante densidad, rugosidad y forma. Todas las ramas principales de cada individuo se midieron y se tomaron el calibre basal de las mismas, para poder determinar la potencia o calidad del material que se puede obtener al cabo de cinco años en producción agraria. De esta forma se puede prever el material que se puede cortar según la finalidad a la que se destina la especie: biomasa, obtención de material para artesanía, etc.

6. Resultados

Aladierno:

El desarrollo de las plantas de aladierno fue muy variable, obteniéndose valores de peso fresco total por planta que oscilaron entre 3,43 y 16,45 kg, siendo la media de 7,9 ($\pm 4,4$) kg/planta. El peso seco por planta osciló entre 1,7 y 8,8 kg, siendo el peso seco medio por planta de 4,1 ($\pm 2,3$) kg (Fig. 2A). El 79,3 ($\pm 7,3$) % del peso seco correspondió a las ramas, el 17,8 ($\pm 4,2$) % a las hojas y un 2,9 ($\pm 3,8$) % a los frutos (Fig. 2B). La humedad del material vegetal osciló entre 40,7 y 52,4 %, con un valor medio de 47 ($\pm 3,9$) %. La altura osciló entre los 3 y los 14,9 m, siendo la altura media de los aladiernos de 6,1 ($\pm 3,5$) m.

El número de ramas por planta osciló entre 2 y 7 ramas/planta, siendo 2 el número de ramas más representado (n=6), seguido de 3 ramas (n=2) y 4 y 7 ramas (n=1). En cuanto a la distribución de estas ramas por calibre (Fig. 2C) es de destacar que el 60% de aladiernos presentó, al menos, una rama de calibre de entre 30-35 mm, siendo éste el más frecuente.



COMPORTAMIENTO, CARACTERIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LAS ESPECIES AUTÓCTONAS ALADIerno, ALIGUSTRE Y MAJUELO EN REVEGETACIÓN Y PRODUCCIÓN AGRARIA 5 AÑOS DESPUÉS DE SU IMPLANTACIÓN.

Fig. 2. Biomasa (A), distribución del peso seco (B) y distribución de tallos por calibre (C) de las plantas de aladierno.

Aligustre:

El desarrollo de las plantas de aligustre fue también muy variable, obteniéndose valores de peso fresco total por planta que oscilaron entre 0,5 y 6,4 kg, siendo la media de 3,4 ($\pm 1,9$) kg/planta. El peso seco por planta osciló entre 0,3 y 3,4 kg, siendo el peso seco medio por planta de 1,8 (± 1) kg (Fig. 3A). El 84,6 ($\pm 5,1$) % del peso seco correspondió a las ramas y el 15,4 ($\pm 5,1$) % a las hojas (Fig. 3B). La humedad del material vegetal osciló entre 41,1 y 52,2 %, con un valor medio de 46,8 ($\pm 3,6$) %. La altura de los aligustres fue más estable, variando entre 1,7 y 2,5 m, siendo la altura media de las plantas de 2,2 ($\pm 0,2$) m.

El número de ramas por planta varió entre 3 y 14 ramas/planta, siendo los números más frecuentes 5, 9 y 14 ramas/planta ($n=2$). El resto de aligustres tuvieron 3, 8, 12 y 13 ramas/planta ($n=1$). En cuanto a la distribución de estas ramas por calibre (Fig. 3C) es de destacar que el 77,2% de las ramas tuvo un calibre comprendido entre 8 y 17 mm, siendo el calibre más frecuente el 14-15 mm, con un total de 13 ramas.

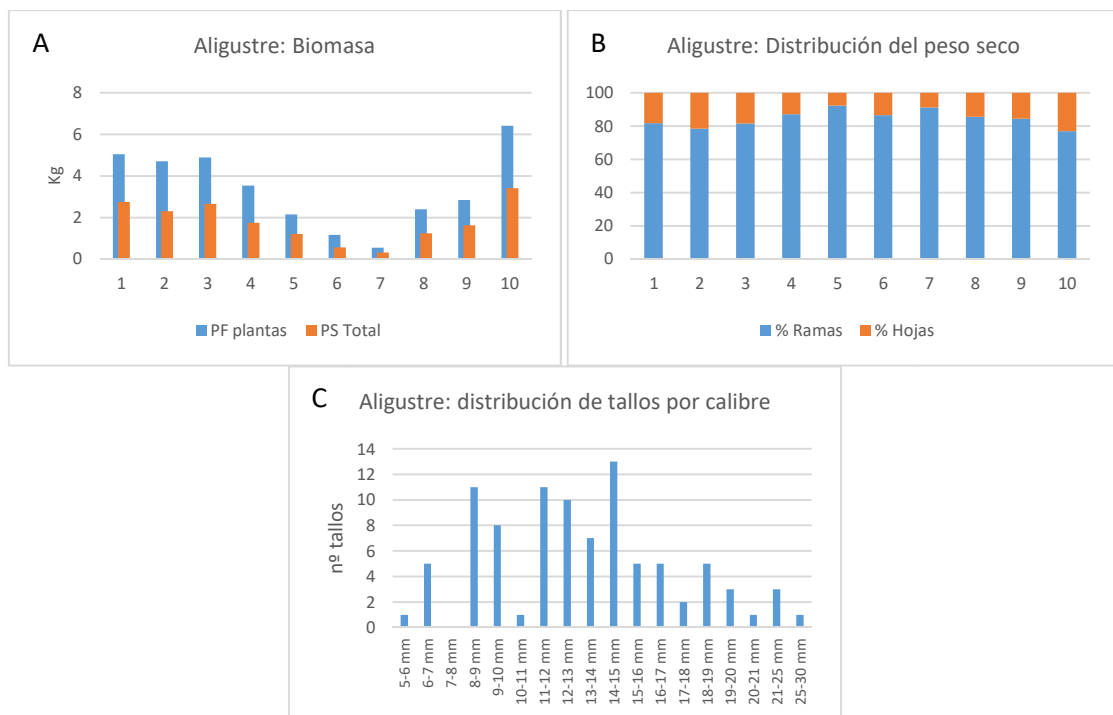


Fig. 3. Biomasa (A), distribución del peso seco (B) y distribución de tallos por calibre (C) de las plantas de aligustre.

Majuelo:

El peso fresco total por planta de majuelo osciló entre 0,8 y 5,7 kg, siendo la media de 3,39 ($\pm 1,4$) kg/planta. El peso seco por planta osciló entre 0,4 y 3,1 kg, siendo el peso seco medio por planta de 1,8 ($\pm 0,8$) kg (Fig. 4A). La altura de los majuelos tuvo poca variabilidad entre los distintos individuos, oscilando entre 2,4 y 2,8 m, siendo la altura media de 2,5 ($\pm 0,2$) m. La

COMPORTAMIENTO, CARACTERIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LAS ESPECIES AUTÓCTONAS ALADIerno, ALIGUSTRE Y MAJUELO EN REVEGETACIÓN Y PRODUCCIÓN AGRARIA 5 AÑOS DESPUÉS DE SU IMPLANTACIÓN.

humedad del material vegetal osciló entre 43,6 y 67,9 %, con un valor medio de 47,8 (\pm 7,4) %.

El número de ramas por planta osciló entre 1 y 6 ramas/planta, siendo 3 y 4 la frecuencia más representada ($n=3$), seguida de 5 ramas ($n=2$) y 1 y 6 ramas ($n=1$). La distribución de estas ramas por calibre (Fig. 4B) fue muy variable, destacando que el 50% de las plantas de majuelo presentó una rama de calibre de 25-30 mm siendo éste calibre junto al de 21-25 mm el más frecuente.

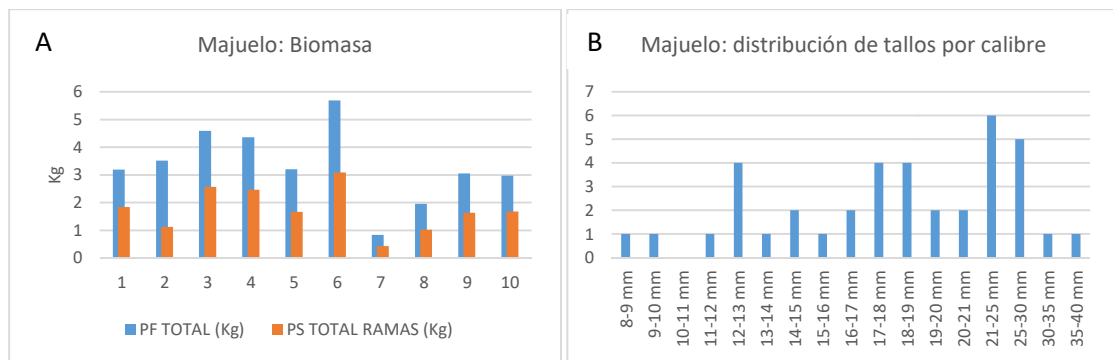


Fig. 4. Biomasa (A), distribución del peso seco (B) y distribución de tallos por calibre (C) de las plantas de majuelo.

7. Discusión.

Las tres especies empleadas en este ensayo de revegetación son propias del clima mediterráneo y tienen una importante representación en la Comunidad de Madrid, de forma más intensa en el caso del Majuelo. Las tres tienen la propiedad de rebrotar tras ser cortadas al nivel del suelo (Fig. 5). Esta característica permitiría un doble uso de estos arbustos: la revegetación de suelos degradados y el aprovechamiento de los mismos como fuente de biomasa para la obtención de energía, consiguiendo al mismo tiempo beneficios ecológicos y económicos.



Figura 5. Rebrotos de Aladierno (A), Aligustre (B) y Majuelo (C).

Desde el punto de vista de la revegetación de suelos degradados, el desarrollo de las tres especies ha sido el adecuado y característico de su especie, ya que todas ellas son especies autóctonas adaptadas a la climatología del área de crecimiento y a las características propias del suelo calizo en el que se han desarrollado. Esta adaptación a las condiciones del medio reduciría los costes que podría generar el mantenimiento de terrenos con este tipo de

COMPORTAMIENTO, CARACTERIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LAS ESPECIES AUTÓCTONAS ALADIerno, ALIGUSTRE Y MAJUELO EN REVEGETACIÓN Y PRODUCCIÓN AGRARIA 5 AÑOS DESPUÉS DE SU IMPLANTACIÓN.

vegetación. Además, se ha comprobado que la recuperación de la cobertura vegetal con especies perennes leñosas facilita la instalación de otras especies provenientes de las comunidades de contacto, ya que partir del establecimiento de éstas, se crean condiciones muy favorables para la incorporación natural de especies de las comunidades aledañas (Daniel Dalmaso 2010).

La revegetación es una de las medidas más efectivas y sostenibles para combatir la desertificación y restaurar áreas degradadas. Se ha comprobado que las prácticas de revegetación incrementan de forma significativa el carbono orgánico del suelo (Lai et al. 2016), lo que resultaría beneficioso en una gran parte de suelos de la Comunidad de Madrid y, en general, de la Península Ibérica, tan pobres en materia orgánica y propensos a la desertificación, además de suponer la conservación de la biodiversidad al mantener especies autóctonas.

A la vista de los resultados, el aladierno es la especie de arbusto con la que se han obtenido mayores rendimientos en términos de biomasa (tanto en fresco como en seco) (Fig. 6) debido a su mayor tamaño, siendo similar el rendimiento obtenido con el aligustre y el majuelo. El aladierno, en la Comunidad de Madrid, tiene una distribución menor a las otras dos especies arbustivas, limitándose al sureste de la comunidad. Si bien, podría ser una buena opción su empleo en la revegetación de áreas con suelos degradados o con características poco propicias para el cultivo de cultivos agrícolas, pudiendo de esta manera sacar un rendimiento económico a través de la obtención de biomasa a estos terrenos desfavorecidos.

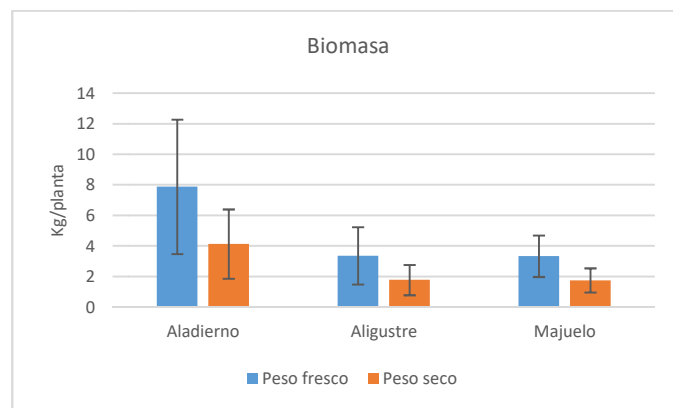


Fig. 6. Comparación de la biomasa expresada en peso fresco y seco e las tres especies estudiadas.

8. Conclusiones

Por su doble vertiente, ecológica y de producción de biomasa, la revegetación de suelos degradados o poco productivos para la obtención de cultivos agrícolas con especies leñosas autóctonas como las empleadas en este trabajo, se postula como una estrategia de interés que puede contribuir favorablemente al desarrollo rural en zonas desfavorecidas para otros usos más comunes del territorio, además de combatir la erosión del suelo en ambientes mediterráneos.

COMPORTAMIENTO, CARACTERIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LAS ESPECIES AUTÓCTONAS ALADIerno, ALIGUSTRE Y MAJUELO EN REVEGETACIÓN Y PRODUCCIÓN AGRARIA 5 AÑOS DESPUÉS DE SU IMPLANTACIÓN.

Este estudio forma parte de un proyecto de recuperación de zonas degradadas en el que se evalúa el uso de enmiendas orgánicas para favorecer la producción de las especies, así como su contribución al incremento de carbono orgánico en el suelo que favorezca la mitigación del cambio climático.

9. Bibliografía

AEMET (State Meteorological Agency of Spain and Department of Meteorology, Spain) and IMP (Institute of Meteorology, Portugal). 2011. Iberian Climate Atlas Air Temperature and Precipitation, ISBN 978-84-7837-079-5, p. 79, 1971-2000.

Daniel Dalmasso, A. 2010. Revegetation of degraded areas with native species. Boletín De La Sociedad Argentina De Botanica, 45, 149-171.

EU (2019). Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the implementation of the Circular Economy Action Plan. EU, 2019. Disponible en: https://ec.europa.eu/commission/sites/betapolitical/files/report_implementation_circular_economy_action_plan.pdf (Fecha consulta Consultado: 13/11/ 2020).

FAO. Portal de suelos de la FAO. Disponible en <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/> (Fecha consulta: 16/11/2020)

FAO. Conjunto de Herramientas para la Gestión Forestal Sostenible (GFS). Disponible en <http://www.fao.org/sustainable-forestmanagement/toolbox/modules/agroforestry/basic-knowledge/es/>. (Fecha consulta: 16/11/2020)

Gallardo JF. 2016. "La materia orgánica del suelo: Residuos orgánicos, humus, compostaje y captura de carbono". Editorial S.I.F.y Q.A., Salamanca.

Lai, Z. R., Y. Q. Zhang, J. B. Liu, B. Wu, S. G. Qin & K. Y. Fa. 2016. Fine-root distribution, production, decomposition, and effect on soil organic carbon of three revegetation shrub species in northwest China. Forest Ecology and Management, 359, 381-388.

Lopez A, Detlefsen G. 2012. Agroforestería y Producción de madera. En: Producción de madera en sistemas agroforestales en Centroamérica. Detlefsen G, Somarriba E (Eds). Serie Técnica, 109 pp 9-20. Turrialba, CR. CATIE.

Mauri P.V. El Encín: Clima, Suelo y Vegetación (Varios autores), Consejería de Medio Ambiente, Madrid. Spain, 2000.

Nair, PKR; Kumar, BM; Nair, VD. 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 172:10–23.

Nirgude V, Misra K.K, Singh P.N, Singh A.K, Singh N. 2018. NPK fertigation of stone fruit crops: a review, Int. J. Commun. Syst. 6 (2) (2018) 3134–3142.

COMPORTAMIENTO, CARACTERIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LAS ESPECIES AUTÓCTONAS ALADIerno, ALIGUSTRE Y MAJUELO EN REVEGETACIÓN Y PRODUCCIÓN AGRARIA 5 AÑOS DESPUÉS DE SU IMPLANTACIÓN.

Porta J, M López, RM Poch. 2014. Edafología: Uso y protección de Suelos. Mundi-Prensa, Madrid.

Proto A.R, Zimbalatti G, Abenavoli L.M, Lorenzo M. Abenavoli, Bernardi B, Vernalia B. 2014. Biomass Production in Agroforestry Systems: V.E.Ri.For Project. Advanced Engineering Forum 11:58-63

Sharma N, Bohra B, Pragya N, Ciannella R, Dobie P, Lehmann S. 2016. Bioenergy from agroforestry can lead to improved food security, climate change, soil quality, and rural development. Food and Energy Security 201; 5(3): 165–183. doi: 10.1002/fes3.87

10. Agradecimientos:

Proyecto: PDR18-FERTILODO (FEADER, MAPA, Comunidad de Madrid).