



Enraizamiento de estaquillas de aliso *Alnus acuminata* H.B.K. a partir de árboles plus en el distrito de Molinopampa (Amazonas)

Rooting of aliso seeds *Alnus acuminata* H.B.K. from plus trees in the district of Molinopampa (Amazonas)

Mario Oliva^{1*} y Segundo Rimachi¹

RESUMEN

Alnus acuminata H.B.K., comúnmente llamado “aliso”, es una de las especies de mayor importancia por su rápido crecimiento, su utilización en sistemas agrosilvo-pastoriles, agroforestales, aporte de nitrógeno al suelo y madera comercial en el mercado regional. En la presente investigación se presenta una metodología para el proceso de enraizamiento para la generación de plantones clonales a mayor escala comercial de esta especie. El objetivo de estudio fue evaluar el porcentaje de enraizamiento de estaquillas utilizando brotes juveniles de 20 cm de longitud y 1 cm de área foliar (se utilizó la parte media y apical), bajo el efecto de tres dosis de ácido indol 3 – butírico (2000, 4000 y 6000 ppm), y tiempo de enraizamiento utilizando microtuneles como estructura de protección. El estudio se realizó en el vivero forestal de la Asociación de Productores Conservacionistas de Molinopampa, ubicado en el anexo de Espadilla. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con un arreglo factorial de 2A X 3B, con seis tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento. Al término de 66,23 días en promedio, las estaquillas con dosis de 4000 ppm mostraron enraizamientos de 70,0% teniendo como sustrato tierra agrícola, humus de lombriz y arena de río en proporción 2:1:1. Se concluye que si es posible propagar *Alnus acuminata* (70,0% de enraizamiento), si se utiliza la dosis adecuada de AIB en estaquillas con tres folios.

Palabras claves: Cámara de enraizamiento, emergencia, sustrato, AIB, plántulas.

ABSTRACT

Alnus acuminata H.B.K., commonly called "alder", is one of the most important species due to its rapid growth, its use in pastoral agrosilvo-systems, agroforestry, nitrogen supply to the soil and commercial wood in the regional market. In the present investigation, a methodology for the rooting process for the generation of clonal seedlings on a larger commercial scale of this species is presented. The objective of the study was to evaluate the percentage of rooting of cuttings using juvenile shoots of 20 cm in length and 1 cm of leaf area (the part used was middle and apical), under the effect of three doses of indole 3-butyric acid (2000, 4000 and 6000 ppm), and rooting time using microtuneles as protection structure. The study was carried out in the forest nursery of the Association of Conservationist of Molinopampa, located in the parish of Espadilla. A completely randomized design (DCA) was used, with a factorial arrangement of 2A X 3B, with six treatments, five repetitions per treatment. At the end of 66.23 days on average, the cuttings with a dose of 4000 ppm showed rooting of 70.0%, having as substratum agricultural land, worm humus and river sand in a 2: 1: 1 ratio. It is concluded that it is possible to propagate *Alnus acuminata* (70.0% rooting), if the appropriate dose of AIB is used in cuttings with three sheets.

Keywords: Rooting chamber, emergence, substrate, AIB, seedlings.

¹Asociación para la Conservación del Bosque de Palmeras - ACOBOSQUE, Av. Libertad N° 734. Chachapoyas, Amazonas, Perú

*Autor de correspondencia. E-mail:agroliva.123@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

El aliso prefiere climas húmedos con una precipitación mayor a 1500 mm al año. Son favorables las zonas con neblina frecuente y resiste algunas heladas ligeras. Durante la etapa de germinación de la semilla y su desarrollo inicial, la plántula es muy susceptible a la sequía (Barreto *et al.*, 1992).

Pertenece a la familia Betulaceae, y es un árbol de uso múltiple, de más rápido crecimiento en la zona de alta montaña de los Andes, de tal manera que los bosques de aliso juegan un importante papel en la protección de las cuencas hidrográficas y en el control de la erosión, al tiempo que son empleados en sistemas agroforestales (Carlson y Añazco, 1990).

La propagación vegetativa es un proceso que permite desarrollar nuevas plántulas a partir de una porción de ellas, diferente a la semilla. Puede ser natural o artificial, y es posible porque en muchas de estas los órganos vegetativos tienen la capacidad de regeneración. (Corrente, 1997). La propagación por esquejes es la más usada en árboles forestales, y es ventajosa puesto que captura en su totalidad la parte genética y produce rápidos resultados con mejoramiento en los rasgos aditivos y no aditivos (Mesén, 1998).

Una característica de la especie en la presencia de brotes basales tanto en árboles suprimidos o en estado de alta competencia por luz y nutrimento, como en árboles vigorosos. Mediante cortes de raíz, propaga fácilmente (Añazco, 1996). Las ramillas de la parte intermedia tienen un crecimiento más rápido, y actualmente, la propagación vegetativa para los forestales es una de las técnicas más importantes para el mejoramiento genético (Ordoñez *et al.*, 2004). Cada estaca debe tener por lo menos tres yemas. Al preparar la estaca se deben hacer cortes diagonales, tanto en la base como en la punta. Se deben seleccionar por tamaño, generalmente de cuatro tipos al momento de establecerlas en la platabanda, de tal forma que las más grandes se ubicarán en el primer bloque, luego las de menor tamaño, y así sucesivamente (CONIF, 2002). Al momento de plantarlas se las debe ubicar con la parte más gruesa (más vieja) hacia abajo, en contacto con el suelo, y con una ligera inclina-

ción, procurando enterrar unos 4 cm. Aunque se puede propagar en funda, se recomienda hacerlo en platabanda. Con estas técnicas se obtendrán plántulas entre 0,80 m y 1,20 m en 6 a 10 meses, dependiendo de la altitud y el sustrato principalmente, por lo que se recomienda recolectar estacas entre febrero y junio (Añazco, 1996). La presencia de yemas en el desarrollo es un requerimiento para el enraizamiento y que la intensidad de la producción en la raíz debe estar directamente correlacionada con la proporción del desarrollo de la yema. Estacas con yemas inactivas suelen fracasar en el enraizamiento, aun bajo las mejores condiciones, pero cuando las yemas renuevan su actividad, el enraizamiento ocurre. Indica también que la extracción de un anillo en la corteza de una pequeña sección del tronco debajo de las yemas también a formar raíces (CONIF, 2002). Uno de los factores que influyen sobre el crecimiento de estacas es la presencia de hojas de por lo menos una yema. Se considera que las sustancias que se producen en estas yemas y que provocan el efecto de enraizamiento son de tipo hormonal, las cuales son transportadas vía floema a la base de las estacas para estimular el crecimiento. Por otro lado, la presencia de hojas en las estacas ejerce una fuerte influencia estimulante sobre la iniciación de raíces. Esto probablemente se debe a los carbohidratos traslocados de las hojas y otras sustancias (Hartmann y Kester, 1989).

El uso de los propagadores de subirrigación para el enraizamiento de estaquillas ha sido probado con éxito en más de cien especies de diferentes ecosistemas (Leakey y Mesén, 1989). Se puede obtener enraizamiento entre el 70 y 100% utilizando el sustrato y la concentración de AIB adecuadas. Se ha probado que el ácido indol 3 butírico (AIB) es la mejor auxina, ya que no es tóxico en un rango amplio de concentración y es efectivo en promover el enraizamiento en un gran número de especies. Así mismo es mucho más fotosintetizable que el ácido indol acético (AIA), y al ser insoluble en agua permanece más tiempo en el sitio de aplicación manteniendo así su efectividad por periodos más largos de tiempo (Hartmann y Kester, 1989). Además, el ácido indolbutírico (AIB) es un fitorregulador auxínico

sintético comúnmente utilizado por su estabilidad, ya que es muy resistente a la oxidación por la luz, enzimas u otros agentes (Azcón, 2000). La concentración de AIB varía con la especie que se esté utilizando. Con el fin de contribuir con técnicas para la conservación genética y contar con una nueva herramienta para la propagación del aliso en esta región, se desarrolló el presente estudio que tubo por objetivo determinar el efecto del área foliar en el enraizamiento de estacas de aliso *Alnus acuminata* H.B.K, en el distrito de Molinopampa (Departamento de Amazonas).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio correspondió al distrito de Molinopampa, cuyas coordenadas geográficas se corresponden con 6°11'45"S 77°38' 15"O. Presenta una altitud media de 2407 msnm y una superficie total de 333,86 km². Está ubicado en la provincia de Chachapoyas, del Departamento de Amazonas. El distrito de Molinopampa limita por el norte con el distrito de Quinjalca y el distrito de Granada, por el sureste con la provincia de Rodríguez de Mendoza, por el suroeste con el distrito de Cheto y Soloco, y por el oeste con el distrito de San

Francisco de Daguas (Figura 1)

Área experimental y sistema de producción

El área de enraizamiento se llevo a cabo en microtúneles de 6 m de largo por 1,5 m de ancho y 1 m de altura con una estructura formada por un marco de hierro soldado de media pulgada colocados en forma horizontal y arqueado para dar la fora de microtúnel. Además estuvo recubierto con plástico transparente tipo mica #10 de polietileno. La base del microtúnel presentó soporte de madera dura para el soporte de las bandejas donde se depositaron los brotes. Estos microtúneles se implementaron con nebulizadores para el riego, y para obtener una humedad relativa óptima en el éxito de enraizamiento.

Material vegetativo

El material vegetal fue recolectado en el anexo de Espadilla de las parcelas de los socios de la Asociación. Los ejemplares fueron seleccionados por la conformación de su tallo y su buena salud observando que tengan una gran cantidad de rebrotes así como también de la parte media y apicales para su selección. Las estacas fueron frescas y de dimensiones variables, siendo las más frecuentes de 19 a 25 cm de tamaño y de 0,6 a 2,25 cm de diámetro, con un buen número de rebrotes. Todo el

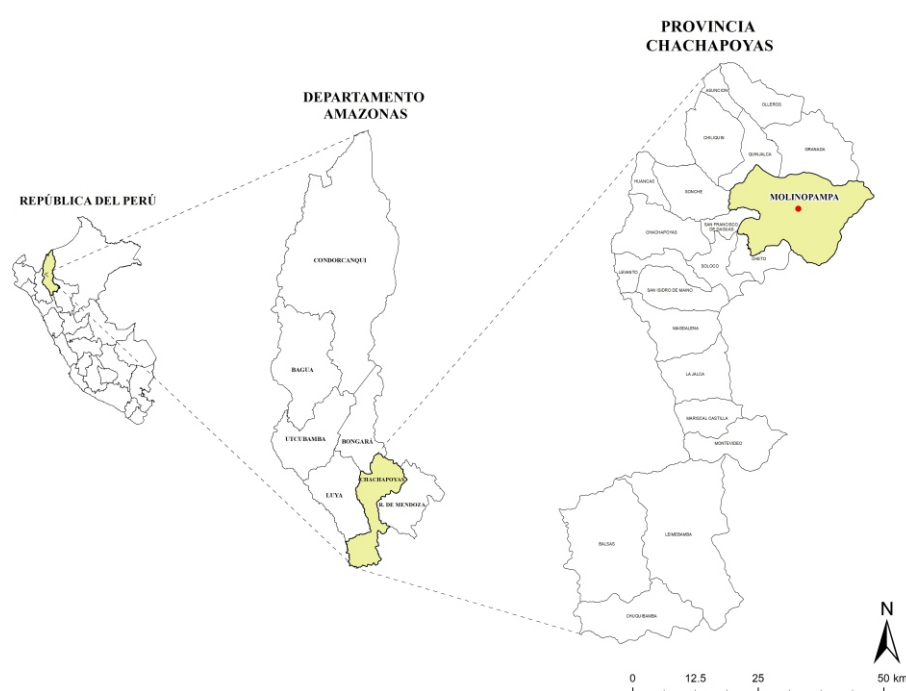


Figura 1. Mapa de ubicación del distrito de Molinopampa (Departamento de Amazonas).

proceso de corta de ramas de rebrotes, medición de área y preparación de estacas se efectuó bajo sombra y durante las horas de la mañana. La desinfección de las estacas se realizó con Vitavax teniendo en cuenta el corte al cual se va a desinfectar. Para ello fueron introducidos por un tiempo entre 5 y 10 segundos. Cabe destacar que este proceso es paralelo al de enfundado, y al instante que se está plantando la estaca en los sustratos.

Sustratos

Para la elaboración del sustrato se utilizó tierra agrícola, humus de lombriz más arena de río en proporciones 2:1:1, donde se procedió a la mezcla de los sustratos teniendo en cuenta la unidad de medida (dos carretillas de tierra agrícola, una carretilla de humus de lombriz y una carretilla de arena de río).

Procedimiento

Se realizaron dos ensayos consecutivos en el primer ensayo, y se probaron dos tipos de estaquillas según la posición en el brote, la parte media y la parte apical ubicado en la parte del ápice. Las dosis de AIB se prepararon a partir del ácido indol -3- butírico químicamente puro y diluido en alcohol al 96% para así obtener la concentración deseada de 2000, 4000 y 6000 ppm. Una vez preparadas las estaquillas y la solución con AIB, se sumergió la base de los rebrotes (2 cm) en la solución por 5 segundos de acuerdo a las recomendaciones de Hartmann y Kester (1989). Seguidamente se introdujo a una profundidad de 2 a 2,5 cm en el sustrato contenido en bandejas plásticas portatubetes. Las estaquillas tratadas fueron introducidas en microtúneles para su enraizamiento. Durante el periodo de duración del ensayo se aplicaron riegos manuales de agua por aspersión intensos en días calurosos, y ligeros en días con poca luminosidad. El segundo ensayo consistió en evaluar la dosis de AIB (2000, 4000 y 6000 ppm). Para los dos ensayos se consideró un tiempo de evaluación de siete semanas. Se tomaron observaciones de color del follaje cada tres días con el propósito de controlar la posible muerte de estacas, así como las que tenían posibilidades de enraizar. Para ello se anotaron tres características: estacas con hojas verdes, secas y

con hojas amarillas. Además, se llevó el control del número de estacas enraizadas, muertas y en latencia (estacas verdes pero que no han formado tejido cicatrizal), número y largo de raíces por estaca enraizada.

Establecimiento de los brotes en el microtúnel

Antes del establecimiento de los brotes, se colocaron las bandejas portatubetes y se hicieron pequeños huecos a una profundidad de 2 cm. Para la introducción de las estaquillas el etiquetado se realizó al término del ensayo indicándose el código de procedencia y la combinación de factores en estudio.

Prevención y control fitosanitario

Debido a la alta humedad generada en el interior del microtúnel se crea un ambiente favorable para la proliferación de hongos y otros patógenos, por lo que es necesario una adecuada limpieza de las estaquillas con necrosis, limpieza de la superficie interna y externa del microtúnel con agua y jabón para prevenir la propagación de patógenos, siendo desarrollada esta actividad cada quince días. A su vez se realiza la aplicación de fungicida agrícola Carbendazim (500g/l) y Kasugamicina (20 g/l).

Análisis experimental

El análisis estadístico utilizado fue un diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial de 2A x 3B, con seis tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento. Las variables de medición fueron el porcentaje de enraizamiento y tiempo en días de enraizamiento. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y se utilizó la prueba Tukey, con un nivel de significancia de $p < 0,05$, para determinar la naturaleza y la diferencia entre los tratamientos. Los datos fueron sometidos al análisis con respaldo del programa estadístico SPSS.

III. RESULTADOS

Efecto entre dosis de ácido indol 3 butírico (AIB) y el tiempo de enraizamiento

En el primer ensayo, el análisis de varianza para el porcentaje de enraizamiento con diferentes dosis de AIB para provocar enraizamiento, todas las dosis utilizadas favorecen la formación de callos, brotaciones y

enraizamiento. Pero la combinación de 4000 ppm aplicada en la parte apical de las estaquillas con un sustrato adecuado mostró un mayor enraizamiento, del 70,0%, en un periodo de 66,23 días en promedio (Tabla 1). Las evaluaciones se realizaron a la quinta semana de haber iniciado el trabajo. Para conocer el porcentaje de enraizamiento se trabajó con cinco muestras por tratamiento en total, con 30 submuestras. De estas 30 se seleccionaron los seis tratamientos, lo que nos permitió conocer el porcentaje de enraizamiento de las dos partes del vegetal, tanto media como apical.

Tabla 1. Resultados preliminares de los tratamientos con mejor respuesta

Tratamientos	Dosis de enraizamiento AIB (ppm)	Tiempo de enraizamiento (días)	% de enraizamiento
T1	2000	77,14	20
T2	4000	75,10	30
T3	6000	73,14	40
T4	2000	69,50	60
T5	4000	66,23	70
T6	6000	72,06	50

En esta Tabla 1, se muestra que el tratamiento T5 (brote de la parte apical aplicada una dosis de AIB de 4000 ppm en 66,23 días) y el T4 (brote de la parte apical aplicada una dosis de AIB de 2000 ppm en 69,50 días) son los de mayor respuesta en porcentaje de enraizamiento de estaquillas de aliso en un tiempo promedio de 66,23 y 69,50 días. Bajo condiciones de microtúneles de propagación son: para el T5 un 70% de enraizamiento, y para el T4 un 60% de enraizamiento.

Como se observa en la Figura 2, el mejor porcentaje de enraizado de estaquillas de aliso (*Alnus acuminata* H.B.K) se presentó con una dosis 4000 ppm en un tiempo promedio de 66,23 días, alcanzando un promedio del 70% de enraizado.

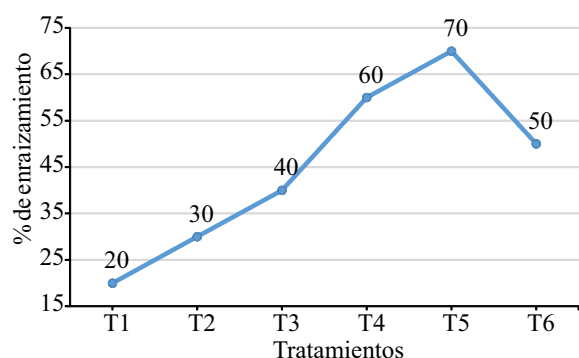


Figura 2. Porcentaje de enraizamiento del aliso, de acuerdo a las interacciones entre las dosis AIB en días.

La Figura 3 nos muestra la línea de tendencia de como se comporta el porcentaje de enraizamiento de estaquillas versus dosis de AIB en los tres tratamientos iniciales T1 (Parte media del brote - dosis AIB 2000 ppm - días promedio 77,14), T2 (Parte media del brote - dosis de AIB 4000 ppm - días promedio 75,10) y T3 (Parte media del brote - dosis de AIB 6000 ppm - días promedio 73,14). En esta figura mostró un porcentaje del 60% de enraizamiento.

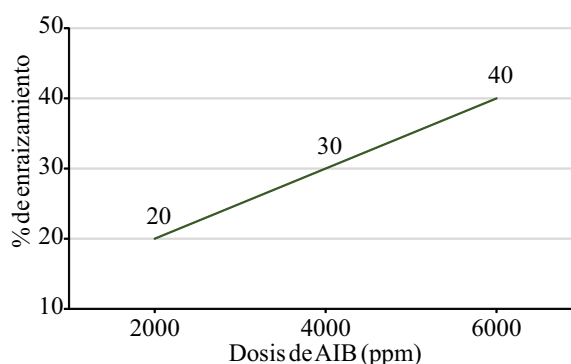


Figura 3. Relación (línea de tendencia) entre el porcentaje de enraizamiento y la dosis de AIB de enraizante en estaquillas de *Alnus acuminata* H.B.K. (T1, T2 y T3)

Como se observa en la Figura 4, el tratamiento T5 (Parte apical del brote - dosis AIB 4000 ppm - días promedio 66,23) es el tratamiento de mayor respuesta con un 70% de enraizamiento, seguido por el tratamiento T4 (Parte apical del brote - dosis de AIB 2000 ppm - días promedio de 69,50), que presentó un enraizamiento del 60%.

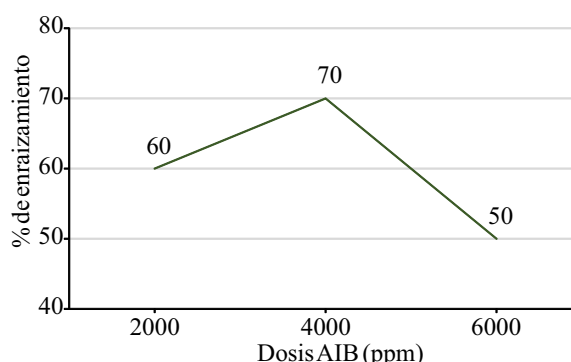


Figura 4. Relación (línea de tendencia) entre el porcentaje de enraizamiento y la dosis de AIB de enraizante en estaquillas de *Alnus acuminata* H.B.K. (T4, T5 y T6)

Finalmente, en la Figura 5, se observa que la parte apical de los brotes presentaron un mayor porcentaje de enraizamiento, y a diferencia de la parte media de los brotes presentaron menor porcentaje de enraizamiento.

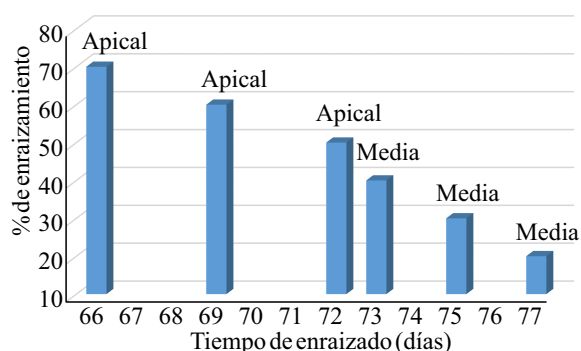


Figura 5. Efecto del tiempo en el porcentaje de enraizado en dos tipos de brotes parte media y apical de *Alnus acuminata* H.B.K.

IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación se observó la disminución del porcentaje de enraizamiento de acuerdo al incremento y la disminución de la dosis 4000 ppm. El descenso del porcentaje de enraizamiento se da como resultado de desórdenes fisiológicos que ocurren en las estacas debido a dosis excesivas o inclusive a menores cantidades de concentración de dosis de AIB (Mesén, 1998).

Durante la evaluación de las estaquillas con dosis 4000 ppm correspondiente al T5 en un periodo de 66,26 días en promedio, se mostraron tres folíolos de las estaquillas colectadas de la parte apical del material vegetal y un porcentaje de germinación del 70%. Al respecto de los demás tratamientos, T6 y T4, que fueron colectadas de la parte apical no hay diferencias significativas en el número de folíolos. La presencia de hojas en las estacas es un factor que influye en el enraizamiento debido a que las hormonas se sintetizan en las hojas contribuyendo a la formación de raíces (Hartmann y Kester, 1989).

Como se observa en la Figura 5, las estaquillas juveniles de la parte apical mostraron mayor porcentaje de enraizamiento con dosis de 4000 y 2000 ppm de AIB, que las estaquillas de la parte media. Confirmando lo dicho por Azcón (2000), donde se afirma que la mayor habilidad del enraizamiento de estacas o tallos tratados con AIB está relacionada con la actividad cambial y del subsiguiente aumento de tejido parenquimático de mayor actividad en la estaca, circunstancia que puede incidir favorablemente en la disponibilidad de carbohidratos solubles durante el proceso de enraizamiento y supervivencia de la misma.

V. CONCLUSIONES

Se determinó que la dosis óptima para la propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata* H.B.K) es 4000 ppm de AIB. En cuanto al porcentaje de enraizamiento se logró un 70% con estaquillas juveniles de la parte apical de las plantas.

No existe relación directa y proporcional entre el área foliar, número y largo promedio de raíces adventicias. Los resultados de enraizamiento pueden aumentar conforme al perfeccionamiento del control de variables como nivel de sustrato, humedad constante, colocación adecuada de las estacas en el sustrato, etc.

Finalmente podemos mencionar que utilizando micro-túneles de propagación es posible lograr un 70% de enraizamiento de estaquillas de aliso utilizando una dosis de AIB de 4000 ppm.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Añazco, M. *Proyecto Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador. Aliso*. Editorial graficas Iberia. Quito (Ecuador). 1996. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5123232.pdf>
- Azcón, J. y M. Talón. *Fundamentos de fisiología vegetal*. Ediciones Mc GrawHill, Interamericana. Barcelona, (España). 2000. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5123232.pdf>
- Barreto, G., J. Herrera y E. Navarrete. *Alnus Jorullensis*. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente. Bogotá (Colombia). 1992
- Carlson, P., y M. Añazco. *Establecimiento y manejo de prácticas Agroforestales en la Sierra. Ecuatoriana*. Quito (Ecuador). 1990
- CONIF. *Aplicación de métodos de estacas e injertos para la Propagación Vegetativa de Cordia alliodora (Ruiz y Pavón) Oken y Tabebuia rosea (Bertol) DC*. Serie de Documentación. Bogotá (Colombia). 2002
- Corente, J. *Manejo de los Sistemas Agro-forestales*. Edición Omega. Barcelona (España). 1997

- Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5123232.pdf>
- Hartmann, H. y E. Kester. *Propagación de plantas. Principios y prácticas. 3 ed. Distrito Federal, Cía Editorial Continental (S.A), México D.F. (México). 1989.* Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5123232.pdf>
- Leakey, R. y F. Mesén. *Métodos de propagación vegetativa en árboles tropicales. Enraizamiento de estacas suculentas.* Turrialba, (Costa Rica). 1989. Recuperado de: http://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1535
- Mesén, F. *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales.* CATIE PROSEFOR serie técnica Manual N° 30. Turrialba (Costa Rica). 1998. Recuperado de: http://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1535
- Ordoñez, L., M. Arbeláez y J. Prada. *Manejo de semillas Forestales nativas de la Sierra del Ecuador y Norte del Perú.* Lima (Perú). 2004.