

CONAMA 2022

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Ensayos de enraizamiento en agua de
especies autóctonas para revegetación
con tempero y producción agraria

Plantación mediante esquejes pre-enraizados



ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN
TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA.
PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-ENRAIZADOS

Autor Principal: Juan Ruiz-Fernández (IMIDRA-Comunidad de Madrid)

Otros autores: Elena de Castro Julve (Licenciada Ciencias Ambientales-UAH); Daniel Gil Horvat (Técnico Especialista. IMIDRA), Sergio Mejia Fraile (Licenciado Ciencias Ambientales-UAH)

INDICE

1. Resumen
2. Introducción
3. Material y Métodos
4. Objetivos
5. Bibliografía

TITULO

ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN
TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA. PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-
ENRAIZADOS

1. RESUMEN

Diversas especies autóctonas han sido objeto del estudio de su sistema de reproducción vegetativa, mediante esquejes y estaquillas enraizadas en diferentes sustratos, con y sin fitohormonas de enraizamiento. El sistema de enraizamiento utilizando agua como sustrato es menos conocido. Este sistema de enraíce se ha desarrollado para algunas especies autóctonas que se adaptan al mismo y que soportan mantener la parte basal del esqueje o estaquilla en inmersión en agua durante un periodo más o menos prolongado, según la especie.

De Castro y Ruiz-Fernández (2019) comprobaron que, un pre-enraizamiento de los esquejes de *Halimione portulacoides* durante dos semanas antes de la plantación a raíz desnuda, influyó en el enraíce muy positivamente, con un 91,60% que emitieron raíces, frente al solo 16,6% que se obtuvo en los esquejes plantados sin inmersión previa. El sistema de enraizamiento en agua es mucho más sencillo de manejo que el realizado en otros sustratos de enraizamiento, con o sin fitohormona.

Lygustrum vulgare

En los esquejes de 10 cm en agua se obtuvo un total de 53,47% de estaquillas enraizadas. En las estaquillas de 20 cm un total del 66% presentaron raíces. Los resultados globales en agua sobre 220 estaquillas fueron: enraizadas 22%, con lenticelas 39%, sin raíces 39%. _En estudios previos de enraizado en sustratos, para esquejes de 10 cm y 20 cm, el enraizamiento total fue del 65% y del 82% respectivamente (Ruiz-Fernández et al. 2018).

Sambucus nigra

Las estaquillas de 10 cm en agua parecen presentar mejor tasa de enraizamiento con un total de estaquillas enraizadas del 53,47%. Las estaquillas de 20 cm sólo desarrollaron raíces en la parte inferior en un 36%.

El total de enraizados en sustratos en estudios anteriores fue del 68% en los esquejes de 10 cm y del 86% en los esquejes de 20 cm (Ruiz-Fernández et al. 2018).*

PALABRAS CLAVE: AUTÓCTONAS, REVEGETACIÓN, RAÍZ DESNUDA, ESQUEJES, PRE-ENRAIZADOS, PLANTACIÓN EN TEMPERO, PLANTACIÓN CON BROCA, FORESTACIÓN, ENRAIZAMIENTO EN AGUA

2. INTRODUCCIÓN

Se pretende desarrollar un sistema de implantación con tempero de determinadas especies autóctonas, ya sea para revegetación o producción con determinada finalidad agraria, como bioenergética, maderera, comestible, ramoneo, etc. Se inspirada en el sistema de plantación tradicional del cultivo de especies leñosas productoras de fruto, en lugares donde no es posible acceder al agua para la implantación, es decir, en secano. En este caso, se recurría antiguamente a la plantación en tempero, aprovechando el periodo desde otoño a principios de invierno para la plantación de los correspondientes plantones (olivo, higuera, etc.). Aprovechando la facilidad y capacidad de enraizamiento de determinadas especies autóctonas, ya sea para revegetación o producción, se pretende desarrollar un sistema de implantación en tempero de determinadas especies autóctonas de Fanerófitos, Nanofanerófitos y Caméfitos para revegetación y producción agraria.

En el caso de especies para revegetación, la finalidad consiste en implantar 'individuos progenitores' procedentes de varios clones, en lugares donde el acceso es muy difícil para realizar una revegetación clásica, y que permanecen desnudos o con escasa vegetación por las condiciones del terreno. Este hecho les impide evolucionar hacia la vegetación clímax que les correspondería, además de los fenómenos de erosión a los que se ven sometidas dichas áreas de difícil accesibilidad, así como las provocadas por las obras de infraestructuras.

Al objeto de estudiar nuevas técnicas de revegetación, que permitieran la aplicación directa por el productor primario, mediante técnicas sencillas de producción e implantación del material de plantación. Destinadas al refuerzo de las masas vegetales existentes, creación de setos, arbustos para ramoneo, así como especies para producción de madera u otras finalidades. Cuyas premisas fueran una fácil aplicación y sencillez de plantación, además de no necesitar realizar grandes movimientos del terreno como labores de desmonte, arado, ahoyado, subsolado. etc

ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN
TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA.
PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-ENRAIZADOS

Lobo et al.(2020) estudia el comportamiento de arbustos autóctonos: *Crataegus monogyna* (majuelo), *Lygustrum vulgare* (aligustre), y arbolillos como el *Rhamnus alaternus* (aladierno) . Además de ser autóctonos, son utilizados para obtener tintes naturales (aligustre), madera para tornería (majuelo) y el aladierno como especie para ramoneo del ganado en épocas de escasez, al ser de hoja perenne.

Teniendo en cuenta tales objetivos, se presentó al 'Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad de Madrid 2014-2020' la propuesta de 'Expresión de Interés' para la constitución de Grupos Operativos Potenciales (GOP) "Desarrollo de técnicas de plantación en tempero de especies autóctonas para revegetación y producción agraria", que se basa en la "Técnica de plantación de esquejes enraizados en condiciones de tempero mediante broca y taladro".El proceso de manejo de plantas o brinzales a raíz desnuda, o con cepellón, se describe detalladamente en Alegría, A. et al. (1975), en el capítulo 'Plantación manual de resinosas a raíz desnuda' y en Alvarez Calvente, et al.(1975), en 'Plantación manual de resinosas con cepellón' en 'Técnicas de Forestación 1975', Monografías ICONA n.º 9 (Ministerio de Agricultura).

La plantación de esquejes en campo a raíz desnuda con tempero, al igual que brinzales se puede llevar a cabo realizando un alcorque o agujero mediante taladro con broca de 2 a 2,5 cm de diámetro, que permita introducir el esqueje o planta a raíz desnuda, pre-enraizado, o con cepellón adaptado al alcorque realizado con la broca. Profundidad mínima, según la longitud del esqueje (10-20 cm). Es una técnica no invasiva.

En el caso de plantación manual de resinosa con cepellón, Álvarez Calvente et al. (1975) describe el sistema de 'plantación manual de resinosas con cepellón', de brinzales sembrados en canutos de *Arundo donax* de 1,5 cm de diámetro por 15 cm de altura. Para la formación del cepellón se realiza el corte o repicado de las raíces que salen por la base del canuto en el vivero. Sistema muy utilizado en las Islas Canarias para reforestación hasta finales del siglo pasado.

Cano-Ruiz, J. et al. (2018) han trabajado en la multiplicación vegetativa de Cañas (*Arundo donax*) en agua, mediante las brotaciones que producen las cañas del año anterior en la parte media superior del tallo. Una vez enraizadas se utilizan para plantaciones para agroenergética, lucha contra la erosión, suministro de material para diversas estructuras agrarias, cercados, cobertizos, etc.

Cada tipo de terreno requiere un tipo de broca más adecuada al mismo para realizar el alcorque y también un tipo diferente de taladro, en razón de su textura y

ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN
TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA.
PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-ENRAIZADOS

pedregosidad. Es un factor muy importante a la hora del diámetro del alcorque que se realice y su dificultad. No es igual un terraplén que un desmote o un talud.

En principio se utilizan esquejes que van desde 10 cm a 20 cm de longitud para los ensayos. Los esquejes es conveniente que queden enterrados casi en su totalidad en los tamaños de 10 y 20 cm. Y dos tercios o hasta 20 cm en el caso de ser de hasta 30 cm.

Lo anterior implica conocer qué tipo de esqueje es el más adecuado utilizar de cada especie (herbáceo, semileñoso, leñoso) y, mediante el manejo en vivero, conseguir los esquejes, que en principio se utilizan esquejes que van desde 10 cm a 20 cm de longitud para los ensayos. Los esquejes es conveniente que queden enterrados casi en su totalidad en el caso de 10 y 20 cm.

Se piensa en brocas de diámetro de 2 cm a 2,5 cm. ya que el sistema está en consonancia con el objetivo y diámetro de la broca utilizada, y la especie. Cada tipo de terreno requiere un tipo de broca más adecuada al mismo para realizar el alcorque, y también un tipo de taladro, en razón de la textura y pedregosidad. No es igual un terraplén que un desmote o un talud.

Para el objetivo de plantación con broca, es más versátil, la plantación con taladro, en tanto se dispone de taladros con batería. Además el sistema permite reducir el peso debido a las plantas a su expresión mínima.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

La multiplicación de especies autóctonas por enraizamiento de esquejes en agua, es una posibilidad que permitiría utilizar un sustrato inocuo con el medioambiente. La finalidad consiste en implantar individuos progenitores procedentes de varios clones, en lugares donde el acceso es muy difícil para realizar una revegetación clásica.

En ambas especies estudiadas (*Lygustrum vulgare* y *Sambucus nigra*) se utilizan esquejes de 10cm y 20cm de longitud. También se pueden utilizar esquejes mayores, dependiendo de la técnica de plantación utilizada.

Todo el material utilizado procede de plantas cultivadas en la Finca de 'El Encín' de Alcalá de Henares (Madrid) del IMIDRA, que forman parte de las colecciones disponibles de especies autóctonas para Jardinería Sostenible de la Comunidad de Madrid. Todos los individuos de las plantas autóctonas proceden de plantas obtenidas por semillas recolectadas en la naturaleza.

Se pusieron los esquejes en bandejas de plástico con agua, y se mantuvieron en posición vertical mediante una rejilla para sujeción de las estaquillas. Las dimensiones

ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN
TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA.
PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-ENRAIZADOS

de las bandejas de plástico eran 58,5x39,5x17 cm.

Las bandejas se llenaban con agua hasta un nivel de 9 cm. Se renovaba el agua tres veces cada semana, mediante un drenaje lateral en la base, para evitar que el agua se corrompiera y afectara al ensayo. Las especies que incluyen los presentes ensayos son Aligutre (*Ligustrum vulgare*) y Saúco (*Sambucus nigra*).

3.1 *Ligustrum vulgare*

El ensayo se inició el 4 de abril de 2019 y el 27 de septiembre se evaluó el resultado final del Aligutre. El material se obtuvo de los individuos disponibles, y se guardó en cámara fría a 5°C, en condiciones de saturación de humedad mientras se procedía a la preparación del material a estudiar su comportamiento. (Figura 1).

Se cortaron dos longitudes de estaquillas: de 10 cm y 1,2,3 años,, y de 20 cm y 1, 2 años. El 4 de abril del 2019 se prepararon las bandejas de estaquillas en agua (Tabla n.º1).

Se realizó un seguimiento del desarrollo de las raíces en 2 fechas intermedias desde la inmersión, en agua el día 4 , los días 17 y 26 de abril ya mostraban lenticelas y raíces, mostrando las tasas de enraíce más altas los esquejes de 10 cm, de madera de 2 años (52'63%) y de 3 años (66,66%) (Tabla 2). Esto demuestra que un enraizamiento previo de los esquejes entre 2 a 4 semanas, es muy positivo para inducir el enraíce (apertura de lenticelas y desarrollo de primordios radiculares, con influencias muy importantes en el enraíce total.

ENSAYO ENRAIZAMIENTO EN AGUA		
Longitud	Edad	nº Estaquillas.
20 cm	1 año	63
20 cm	2 años	16
10 cm	1 año	103
10 cm	2 años	19
10 cm	3 años	18

Tabla nº 1.- Aligutre, nº de estaquillas según la clase (Longitud y Edad). Colocación de los esquejes en agua el 5 de Abril de 2019.

ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN
TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA.
PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-ENRAIZADOS

ENSAYO ENRAIZAMIENTO EN AGUA					
Características del material		Introducción en agua 05/04/19	Revisión 1ª 17/04/2019	Revisión 2ª 26/04/2019	
Longitud	Edad	Nº estaq.	Plantas con raíces	Plantas con raíces	%
20 cm	1 año	63	1	1	1,59
20 cm	2 años	16	2	2	12,5
10 cm	1 año	103	7	10	9,71
10 cm	2 años	19	5	10	52,63
10 cm	3 años	18	5	12	66,66

Tabla nº 2. Aligustre. Características de las estaquillas, número de estaquillas y plantas con raíces en conteos intermedios el 17 y 26 de Abril.



Figura 1.-Esquejes de Aligustre. Desarrollo de raíces y lenticelas desarrolladas en agua

El 22 de mayo del 2019 se revisaron todas las estaquillas de la bandeja en agua. Se hicieron fotos y se separaron las que tenían raíces, lenticelas y sin raíces (Tabla nº 3).

ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN
TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA.
PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-ENRAIZADOS

Por longitud y edad de los esquejes, los Porcentajes (%) de presencia de 'Raíces' y 'Lenticelas' fueron mayores en los esquejes de 10 cm con 1, 2 y 3 años, con el 21,36% de 'Raíces' y 40,78% de 'Lenticelas' en esquejes de 1 año; con el 52,63% y 47,37% de 'Raíces' y 'Lenticelas' respectivamente en esquejes de 2 años; y el 61,11% y 33,33% en esquejes de 3 años. Los esquejes de 20 cm y 2 años, presentaron 'Raíces' y 'Lenticelas' en el 12,50% y 50,00% respectivamente. En esquejes de 10 cm, los porcentajes fueron de 'Raíces' el 4,76% y de 'Lenticelas' el 31,75%.

En total, de 219 esquejes totales (Tabla nº 3), suma esquejes de 10 cm y 20 cm, presentaron (Raíces) el 21,91%; (Lenticelas) el 38,81%, y el 39,26% (Sin Raíz). En total, el número de estaquillas viables (Raíces + Lenticelas) fueron 133, que representan el 60,73% del total. Por longitudes de 10 cm y 20 cm presentaron (Raíces) el 30,71% y 6,33%, (Lenticelas) el 40,71% y 35,41% y (Sin Raíz) el 28,47% y 58,23%.

Conteo final del resultado del enraíce en agua el 22/05/2019 (%) del enraíce en agua el 22/05/2019								
Longitud	Edad	Raíces	Lenticelas	Sin raíz	Total	Raíces	Lenticelas	Sin raíz
20 cm	1 año	3	20	40	63	4,76	31,75	63,49
20 cm	2 años	2	8	6	16	12,50	50,00	37,50
10 cm	1 año	22	42	39	103	21,36	40,78	37,86
10 cm	2 años	10	9	-----	19	52,63	47,37	-----
10 cm	3 años	11	6	1	18	61,11	33,33	5,56
Total esquejes	-----	48	85	86	219	21,91	38,81	39,26

Tabla nº 3- Aligustre. Características de las estaquillas de Aligustre después del periodo de inmersión en agua desde el 5 de abril al 22 de mayo. Total 219 esquejes.

Con las estaquillas que se sacaron del enraizamiento en la bandeja con agua, se llevó a cabo un ensayo de plantación en alvéolos forestales con sustrato el 23 de mayo

ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN
TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA.
PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-ENRAIZADOS

(Tabla nº 4). De cada grupo y tipo de enraizamiento, se cogieron un máximo de 10 esquejes.



Fig. 3.-Desarrollo radicular en alvéolos

Fig. 2 Esquejes plantados en alvéolos forestales de aligustre

Alvéolos forestales: Cuento final el 27/9/2019 con sustrato.				
Porcentajes del enraíce en agua el 22/05/2019 final				
Longitud	Edad	Raíces	Lenticelas	Sin raíces
20 cm	1 año	3	10	10
20 cm	2 años	2	8	6
10 cm	1 año	10	10	10
10 cm	2 años	10	9	-
10 cm	3 años	10	6	1
Total esquejes	104	35	43	27
Tipo de enraíce	(%)	32,69	41,35	25,96

Tabla n.º 4.- Tipos de enraíce en alvéolos forestales con sustrato desde el 22/05/2019 al final del ensayo 27/9/2019

ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN
TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA.
PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-ENRAIZADOS

De los esquejes plantados en alvéolos forestales para comparar el desarrollo en medio sólido, sobre un total de 104 esquejes pasados a alvéolos forestales para comprobar el arraigo, el porcentaje de esquejes Enraizados fue el 32,69%, con Lenticelas el 41,35% y Sin Raíces fue del 25,96%.

Los resultados anteriores, por longitudes de esquejes (10 cm y 20 cm) obtenidos en alvéolos forestales fue, en los de 10 cm el 83,33% (Raíz y Lenticelas), y en esquejes de 20 cm fue el 60,53% (Raíces y Lenticelas).

3.1. Resultados *Lygustrum vulgare*.

Los resultados de enraizamientos totales en agua en aligustre han sido, sobre 219 estaquillas se obtuvieron: enraizadas (22%), con lenticelas (39%), y sin raíces (39%).

El total de esquejes de 10 cm enraizados que arraigaron en alveolos forestales fue del 83,33% (Raíz y Lenticelas) y el 60,53% (Raíz y Lenticelas) de esquejes de 20 cm.

El Total de enraizados en sustratos en estudios anteriores fue del 68% de esquejes de 10 cm, y el 86% de esquejes de 20 cm. (Ruiz-Fernández et al. 2018a)

3.2 Resultsdo *Sambucus nigra*

El 26 de marzo se prepararon estaquillas de saúco de 10 y 20 cm de longitud. Y se introdujeron en agua (Fig. 4). Se pusieron en bandejas blancas en agua (con una rejilla para mejor sujeción de las estaquillas). Las medidas de las bandejas de plástico: 58,5x39,5x17 cm. Las bandejas se llenaron de agua corriente hasta un nivel de aproximadamente 9 cm. El agua se cambiaba tres veces a la semana.



Figura 4. Ejemplo de las bandejas del ensayo con saúco en agua en proceso de enraíce

ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN
TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA.
PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-ENRAIZADOS

Fechas de revisión de las estaquillas:

-El 25 de abril se hizo alguna foto y ya se veía aparición de raíces

-El 3 de mayo ya se empezaban a observar algunas raíces-

-El 21 de mayo se revisaron todas las estaquillas de las bandejas y se hicieron fotos para archivo.

-De las estaquillas que se pusieron en agua (Tabla 5), se observó que las de menor longitud (10 cm) del total de estaquillas enraizadas fue del 53,47%, repartidas en la zona basal (Raíz abajo 24.75%), superior (Raíz arriba 10.89%) o en ambas (Raíces mixtas 17,82%) y no enraizadas (Sin raíz 46.53%). Las de 20 cm únicamente desarrollaron raíces basales (Raíz abajo 36%) y no enraizadas (Sin raíz 64%). Ver Figuras: Fig. nº 5 (Esquejes de saúco de 10 cm); Fig. nº 6 (Esquejes de saúco de 20 cm). Fig. 7 (Esquejes de saúco en alvéolos forestales).



Fig. 5. Esquejes de saúco de 10 cm.



Fig. 6. Esquejes de saúco en alvéolos forestales.



Fig. 7. Esquejes de saúco de 20 cm.

Longitud	% estaquillas			
	Zona basal	Zona superior	Ambas zonas	Sin raíz
10 cm	24,75	10,89	17,82	46,53
20 cm	36	-	-	64

Tabla 5. Enraizamiento de las estaquillas de Saúco y posición de las zonas de emisión de las raíces el 21 de mayo.

ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN
TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA.
PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-ENRAIZADOS

De las estaquillas de 20 cm, sólo desarrollaron raíces en la parte inferior el 36%, y el 64% no presentaron raíces. Este hecho parece que está provocado por el nivel del agua, 9 cm de altura, de forma que la zona de los nudos, donde están los brotes, no estaban en contacto con el agua. Por lo que todas las raíces que presentan estas estaquillas se produjeron en la caña del esqueje.

3.2 Resultados *Sambucus nigra*

El enraizamiento total en agua, los esquejes de 10 cm presentaron mejor tasa de enraizamiento total (Raíz arriba+Raíz abajo+Raíz mixta) con raíces el 53,47%. Las de 20 cm sólo presentaron raíces basales (el 36%).

Estudios previos de enraizado en sustratos, para esquejes de 10 cm y 20 cm, el enraizamiento fue del 65% y el 82% respectivamente (Ruiz-Fernández et al. 2018a)

4. OBJETIVOS

La ‘Técnica de plantación de esquejes enraizados en condiciones de tempero mediante broca y taladro’ En el caso de especies para revegetación, la finalidad consiste en implantar ‘individuos progenitores’ procedentes de varios clones, en lugares donde el acceso es muy difícil para realizar una revegetación clásica, y que permanecen desnudos o con escasa vegetación por las condiciones del terreno. Este hecho les impide evolucionar hacia la vegetación clímax que le correspondería, además de los fenómenos de erosión a los que se ven sometidas dichas áreas de difícil accesibilidad.

La finalidad de este ensayo es proporcionar al productor primario y otros entes interesados en la conservación del entorno una operativa sencilla mediante el desarrollo de nuevas técnicas de revegetación en tempero que permita que el mismo productor pueda realizar, por ejemplo, la implantación de setos vivos, islas de biodiversidad en lindes de su explotación, en taludes de difícil accesibilidad que permanecen desnudos, ya sea con especies autóctonas o de algún interés agrario, de forma que se puedan mejorar los procesos encaminados a la protección del medio ambiente, la adaptación al cambio climático y su mitigación.

Se analiza la viabilidad del sistema no invasivo de plantación de esquejes en campo en plantación directa, mediante la realización de un taladro o alcorrque de 2 a 2,5 cm de diámetro (según grosor de los esquejes) y longitud del esqueje (10-20 cm).

ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN
TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA.
PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-ENRAIZADOS

Esta técnica se puede considerar como no invasiva, ya que la estructura del suelo no se altera ni se modifica. La metodología propuesta no ha sido aplicada anteriormente por otros proyectos conocidos. Solamente en los ensayos iniciales realizados en el IMIDRA sobre revegetación en tempero con esquejes (sin enraizar, pre-enraizados y a raíz desnuda), y con brinzales de coníferas (Fig. 11) a raíz desnuda (*Pinus sylvestris* y *P. pinea*).

Se pretende desarrollar un sistema de implantación en tempero de determinadas especies autóctonas de Fanerófitos, Nanofanerófitos y Caméfitos para revegetación.

En principio, se utilizan esquejes que van desde 10cm a 20cm de longitud para los ensayos. Los esquejes es conveniente que queden enterrados casi en su totalidad en el caso de 10 y 20 cm. Dos tercios o hasta 20 cm en el caso de ser de hasta 30 cm.

La técnica de plantación a raíz desnuda puede ser válida para esquejes más largos, mayores, cuya limitación es el diámetro y la profundidad del alcorque o agujero que realicemos con un taladro. Se piensa en brocas de diámetro de 2 cm a 2,5 cm. El tipo de broca a utilizar dependerá del tipo de suelo, textura y pedregosidad en este caso. La filosofía inicial, cuya finalidad consiste en implantar 'individuos progenitores', procedentes de varios clones, en lugares donde el acceso es muy difícil para realizar una revegetación clásica, y que permanecen desnudos o con escasa vegetación por las condiciones del terreno (taludes, desmontes, naturaleza del suelo) en las cuales el problema fundamental es el acceso a las zonas a revegetar. Los desmontes son taludes excavados en la roca madre, sea ésta roca consolidada o no,.

Lo anterior implica conocer qué tipo de esqueje es el más adecuado utilizar de cada especie (herbáceo, semileñoso, leñoso) y, mediante el manejo en vivero, conseguir los esquejes enraizados en el estado más adecuado para su plantación en otoño-invierno, en tempero.

La plantación de los esquejes en campo a raíz desnuda en tempero, se puede llevar a cabo realizando un alcorque o agujero mediante Taladro y Broca, realizando un agujero o alcorque de 2 a 2,5 cm de diámetro con broca, según grosor del esqueje. El alcorque se puede hacer en forma vertical o inclinada 45º o menos. Si el estado del suelo tiene tempero o está muy húmedo, el alcorque inclinado permite colocar el esqueje inclinado, y mediante una comprensión del suelo por encima de la zona por donde transcurre el esqueje, se puede conseguir eliminar cámaras de aire. En el caso de que el alcorque sea vertical, resulta más difícil conseguir el contacto del esqueje con la tierra, sobre todo si es arcilloso. Una solución es la utilización de una mezcla de tierra cribada y estiércol de oveja, mezclada con agua (Gachas de Levante) o el

embarrado de las raíces con lodo, y aporcar alrededor del alcorque haciendo varias galerías con la broca para rellenar el alcorque.

Cada tipo de terreno requiere un tipo de broca más adecuada al mismo para realizar el alcorque, y también un tipo de taladro, en razón de la textura y pedregosidad. No es igual un terraplén que un desmote o un talud.

En la obra 'Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte' (Fundación Biodiversidad), se considera que se debe conservar la estructura del suelo (García Palacios, P. 2011) y que la introducción de especies leñosas acelera la sucesión de la vegetación (Villar et al., 2011).

La revegetación en tempero es una técnica aplicable a propágulos en que la parte sin enterrar (aérea) respecto a la enterrada no sea superior a la parte enterrada del propágulo, relación 1:2, <1:2. La yema del propágulo quedará a ras de suelo o, solamente, como mucho, a la mitad de altura de la parte enterrada.

La compactación del sustrato es uno de los factores que más dificulta el establecimiento de la vegetación leñosa, al limitar la infiltración de agua y la penetración en profundidad de las raíces, la aireación y el volumen útil de suelo para las plantas (Bejarano et al. 2010). Los desmontes son taludes excavados en la roca madre, sea ésta roca consolidada o no.

Según Tormo et al. (2009), en general, las propiedades físicas y químicas de las zonas alteradas no son adecuadas para el establecimiento de la vegetación, ya que presentan suelos poco fértiles (escasez de nutrientes y de materia orgánica), de texturas poco equilibradas y/o pedregosos. En los desmontes, las malas condiciones edáficas se acentúan, llegando a niveles de compactación de 1500 Mpa, que sobrepasan el umbral a partir del cual las raíces de las plantas son incapaces de penetrar el suelo. Siendo necesaria una base de suelo disgregado para el desarrollo inicial de las raíces y favorecer la recogida del agua de lluvia hacia el alcorque. Pero el factor que más limita y modula la colonización vegetal en taludes de carreteras en ambientes semiáridos es el estrés hídrico. (Tormo J. et al. (2009).

4.1 Técnica de plantación de esquejes enraizados en condiciones de tempero mediante broca y taladro

La plantación de los esquejes en campo (*Fig. 8*) se lleva a cabo realizando un agujero o taladro con broca de 2 a 2,5 cm diámetro (según grosor de los esquejes o cepellón de los brinzales), longitud del esqueje (10-20 cm) y profundidad, según tipo de suelo. En suelos profundos, el equivalente que permita un desarrollo de las raíces que exploren el suelo. Este taladro de plantación y tipo de broca dependerá de la clase de

ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN
TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA.
PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-ENRAIZADOS

suelo, consolidado o no, pedregosidad, textura, etc., pudiendo usarse con un generador o batería en el campo. diámetro de 2 cm a 2,5 cm. ya que el sistema está en consonancia con el objetivo, diámetro de la broca utilizada, y la especie.

El tempero puede ser natural (caso de un otoño-invierno lluvioso) o apoyado-provocado mediante riego por cuba tirada por tractor. En caso de terreno llano y, especialmente, cuando la plantación se realiza para producción agraria, debe ser apoyado con este sistema el primer año. Esta técnica se puede considerar como no invasiva, ya que la estructura del suelo no se altera ni se modifica.

El tratamiento de los esquejes obtenidos será según la especie: plantación inmediata, pre-enraizado (producción de callo) o enraizado. Si el esqueje está pre-enraizado, una vez en campo, no tiene que realizar el esfuerzo de la diferenciación de tejidos para formar callo, si no que el esfuerzo lo realiza para emisión de las raíces, aprovechando el tempero y, en consecuencia, tiene más tiempo para desarrollar el sistema radicular en profundidad hasta la primavera. Lo anterior implica conocer qué tipo de esqueje es el más adecuado utilizar de cada especie (herbáceo, semileñoso, leñoso) y, mediante el manejo en vivero, conseguir los esquejes enraizados en el estado más adecuado para su plantación.

Cada tipo de terreno requiere un tipo de broca más adecuada al mismo para realizar el alcorque, y también un tipo de taladro, en razón de la textura y pedregosidad del terreno. No es igual un terraplén que un desmonte o un talud. (Figuras 8 a 11)



Figura 8. Ahoyado mediante broca con taladro, plantación de esquejes y planta después de dos años (El Encín).

ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA.
PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-ENRAIZADOS



Figura 9. Ejemplos de ahoyado y plantación en alcorque (El Encín): Izda. Esquejes de Saúco; Centro y Derecha. esquejes de aligustre. .



Figura 10. Ensayos de rellenado del alcorque en suelo arcilloso en tempero con un sustrato compuesto de arena cernida, estiércol de oveja y agua, para rellenar las cámaras de aire.

Ensayos de Rellenado del Alcorque en suelo arcilloso sin ningún tipo de laboreo del terreno; labores de siega con tractor entre líneas situado a 2 m . Ensayos de rellenado del alcorque en suelo arcilloso en tempero con un sustrato compuesto de arena cernida, estiércol de oveja y agua, para rellenar las cámaras de aire (tipo 'Gachas de Levante).

El terreno donde se plantaron las estaquillas presenta una textura franca (26% de arcilla, 48% de limo y 26% de arena). Para determinar la humedad del terreno se utilizó un medidor de humedad Fieldscout TDR 300, realizando varias medidas en

ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA.
PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-ENRAIZADOS

diferentes zonas del suelo a una profundidad de 12 cm. Se observó que la media del contenido volumétrico de agua fue del 19.51%.



Figura 11. Plantación en tempero mediante broca, tres pasos: ahoyado, marcación, y plantación (El Encín).

Cada tipo de terreno requiere un tipo de broca más adecuada al mismo para realizar el alcorque, y también un tipo de taladro, en razón de la textura y pedregosidad del terreno. No es igual un terraplén que un desmonte o un talud.

Fases de la revegetación (*Fg.11*) con tempero y con broca son:

- 1.-Ahoyado o realización del alcorque con tempero mediante broca.
- 2- Marcación de la posición de los alcorques
- 3.-Plantación de las plantas: esquejes y/o brinzales.

Figura 12. Planta de Aligustre de dos años procedente de revegetación en tempero procedente de esquejes de 10 cm pre-enraizados, plantados con el sistema de revegetación en tempero con broca



ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN
TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA.
PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-ENRAIZADOS

Figura 13. Sistema radicular desarrollado de esqueje de 20 cm pre-enraizado y plantación en tempero con broca de 2 cm. En terreno arenoso-limo-arcilloso (El Encín)



CONCLUSIONES:

El sistema de plantación en tempero mediante broca para brinzales y esquejes, enraizados, tanto a raíz desnuda como con cepellón, puede ser un método relativamente bueno y adecuado para realizar plantaciones de forestación y de revegetación en lugares de difícil acceso. Permitiendo enriquecer el medio ambiente por los productores primarios. Pudiendo producir sus propios esquejes preenraizados, y realizar plantaciones de especies autóctonas que, además del valor ecológico, presenten un valor añadido al ser susceptibles de ser aprovechadas para biomasa, materiales para artesanía, aprovechamiento pastoril, para ramoneo del ganado, formación de setos vivos, y producción de frutos para la avifauna, alimentación animal o comestibles, como los frutos del bosque. Permitiendo ampliar las rentas de los productores primarios.

BIBLIOGRAFÍA:

Alegría, A. , Ayala de la Sotilla, J.L.; Fuente López, A. de la; Iglesias, A.; Muñoz Muñoz. J.; Segovia, J.L. 1975. Plantación manual de resinosas a raíz desnuda pp.: 107-114 en 'Técnicas de Forestación 1975', Monografías ICONA n.º 9 (Ministerio de Agricultura)

Álvarez Calvente, M., González Hernández, J.M; Monzón Peralá; A.; Parra Ortum, J.L. (1975). Plantación manual de resinosas con cepellón. pp.: 115-125 En: 'Técnicas de Forestación 1975', Monografías ICONA n.º 9 (Ministerio de Agricultura)

Bejarano et al. (2010). In: Valladares, F.; Balaguer, L.; Mola, I.; Escudero, A. y Alfaya, V. Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte.

ENRAIZAMIENTO EN AGUA DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN EN
TEMPERO Y PRODUCCIÓN AGRARIA.
PLANTACIÓN MEDIANTE ESQUEJES PRE-ENRAIZADOS

De Castro Julve, E. & Ruiz-Fernández, J. (2019). Técnicas de implantación de *Halimione portulacoides* para revegetación mediante esquejes pre-enraizados en agua. Resultados preliminares. Conama Local Toledo 2019. doi.: http://www.conama11_vsf.es/conama10/download/files/conamalocal2019/CT%202019/Paneles/231913_panel.pdf

Cano-Ruiz, J.; Amorós, M.C.; Sáez-Marugan, D.; Montalvo, S.G.; Lobo, M.C.; Mauri, P.V. & Ruiz-Fernández, J. (2018). Effect of water Depth and plant density in rooting of the energy crop *Arundo donax* L. for propagation by stems. The sixth International Symposium on Environmental Biotechnology and Engineering & IV Congreso Nacional de Tecnologías y Ciencias Ambientales. Ciudad de Obregón, sonora, México. November 5-9, 2018.

García-Palacios, P. (2011). Importancia del suelo para la restauración de la cubierta vegetal. En: Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte. Cap. 4 pp.: 85-101. Fundación Biodiversidad.

Lobo Bedmar, M.C.; Ruiz-Fernández, J.; Cogolludo, E. y Mancho, C. (2020). 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. Congreso Nacional de Medio Ambiente (Conama 2020).

Ruiz-Fernández, J.; de Castro Julve, E. y Gil-Horvat, D. (2018)a. Evaluación previa de la capacidad de enraizamiento de especies autóctonas para revegetación con tempero y producción agraria. Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA 2018)

Ruiz-Fernández, J.; de Castro Julve, E. y Gil-Horvat, D. (2018)b. Capacidad de enraizamiento de *Halimione portulacoides* y *Atriplex glauca* en condiciones de tempero. Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA 2018)

Tormo J., Bochet E., García-Fayos P. (2009). Restauración y revegetación de taludes de carreteras en ambientes mediterráneos semiáridos: procesos edáficos determinantes para el éxito. *Ecosistemas* 18(2):79-90.

Villar-Salvador, P.; S. Soliveres, S. y Quero, J.L. (2011). Introducción de especies leñosas. In: Valladares, F.; Balaguer, L.; Mola, I.; Escudero, A. y Alfaya, V. Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte. Cap. 6 pp.: 143-145. Fundación Biodiversidad.

AGRADECIMIENTOS:

Ateneo de Robledo Antoniorrobles, GEISYERBA s.l., Excmo. Ayto. de Titulcia, a J.C. Hernández Gismero de Los Santos de la Humosa, que hicieron posible la presentación de la ‘Propuesta de Constitución de Grupo Operativo Potencial (GOP) “Desarrollo de técnicas de plantación en tempero de especies autóctonas para revegetación y producción agraria” ‘REVEGETAxESQUEJE’ del Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad de Madrid 2014-2020’, a la convocatoria de 2020.