

# Técnicas de rejuvenecimiento en árboles clonales de eucalipto urograndis (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) en Palca Tarma - Junín

Armando Quispe Santos<sup>1</sup> y Andrea E. Ramos-Huapaya<sup>2</sup>

Recibido: 31 enero 2018 | Aceptado: 14 febrero 2019

## RESUMEN

El eucalipto urograndis (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) es una especie forestal maderable de alta demanda en el mercado nacional e internacional, su madera reporta múltiples usos, además es el género más estudiado e investigado desde el punto de vista silvicultural, genético y biotecnológico. Con la finalidad de establecer un protocolo clonal de esta especie, la empresa ARBORIZACIONES E.I.R.L. con el apoyo financiero de INNÓVATE PERÚ ejecutó el proyecto: Prototipo Productivo Clonal-PPC que busca abastecer a los viveros, de tecnología para la producción de plantas clonales de alta calidad genética y generar plantaciones competitivas (45 m<sup>3</sup>/ha/año, ciclos de corta de 10-12 años). El proyecto se inició con la selección de árboles matrices de eucalipto urograndis (de 6 años) ubicados en Palca, Tarma (2850 m.s.n.m), provenientes de clones importados de Brasil. El objetivo de la investigación fue describir la respuesta de los árboles clonales a la aplicación de técnicas de rejuvenecimiento (corte total, anillado y quema de la base del árbol) con el propósito de contar con material genético de alta calidad continuar la ejecución del proyecto. Para ello se seleccionaron 51 árboles y se aplicaron las técnicas: corte total en 15 árboles, anillado en 21 árboles y quema de la base en 15 árboles. Se reportó la mayor presencia de brotes en los árboles rejuvenecidos por corte total, una cantidad menor para la técnica del anillado y cero brotes para la quema de la base.

**Palabras clave:** Palca, Árbol matriz, Brotación, Planta clonal.

<sup>1</sup> ARBORIZACIONES E.I.R.L. Lima. Autor para correspondencia: arboliza@gmail.com

<sup>2</sup> ARBORIZACIONES E.I.R.L. Lima. Autor para correspondencia: cicadfor@gmail.com

## ABSTRACT

*Eucalypto urograndis* (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) is a timber forest species of high demand in the national and international market, its wood reports multiple uses, additionally it is the most studied and researched genus silvicultural, genetic and biotechnological. In order to establish a clonal protocol of this species, the company ARBORIZACIONES E.I.R.L. with the financial support of INNÓVATE PERÚ executed the Prototype Clonal-PPC Project, which seeks to supply nurseries with technology for the production of clonal plants of high genetic quality and to generate competitive plantations (45 m<sup>3</sup>/ha/year, cutting cycles of 10-12 years). The project began with the selection of eucalypto urograndis trees (6 years old) located in Palca, Tarma (2850 m.s.n.m) that from imported cloned Brazilian trees. The purpose of the research was to describe the response of cloned trees by the application of rejuvenation techniques (total cutting, ringing and burning of the base of the tree) for the purpose of having high quality genetic material for development of the project. For this reason, 51 trees were selected and the techniques applied were: total cutting in 15 trees, ringing in 21 trees and burning of the base in 15 trees. It was reported the highest presence of shoots in the trees rejuvenated by total cutting, a smaller amount for the technique of ringing and zero shoots for the burning of the base.

**Key words:** Palca, Mother tree, Sprouting of buds, Clonal plant.

## INTRODUCCIÓN

En el año 2014, con financiamiento del Programa INNÓVATE PERÚ del Ministerio de la Producción, ARBORIZACIONES E.I.R.L., ejecutó el Proyecto “Desarrollo de un prototipo productivo clonal - PPC para incrementar la productividad y calidad de las plantaciones de Eucalypto y posterior comercialización a viveros forestales del Perú” - (Código del Proyecto: PIPEI-8-P-332-418-14), con la finalidad de establecer un protocolo clonal de Eucalypto urograndis (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) para abastecer a los viveros o proyectos de plantaciones forestales, una tecnología para producir plantas clonales de alta calidad genética y generar plantaciones comerciales competitivas con productividades de hasta 45 m<sup>3</sup>/ha/año en ciclos de corta de 10 a 12 años. El proyecto priorizó y seleccionó el Eucalypto urograndis por su alta demanda en el mercado nacional e internacional para diversos y

múltiples usos (madera aserrada, postes, durmientes, tableros, pasta para papel, muebles, entre otros). Por este hecho, a nivel mundial, el Eucalypto es la especie más estudiada e investigada desde el punto de vista silvicultural, genético y biotecnológico, y actualmente, en plantaciones comerciales, es la especie “élite” por sus múltiples y reconocidos beneficios económicos, sociales y ambientales. Este proyecto recoge los adelantos tecnológicos en genética, biotecnología y silvicultura clonal alcanzados por países líderes en plantaciones forestales, especialmente Brasil, Argentina, Chile, entre otros, que en un 95% basan su actividad de plantaciones forestales a partir del mejoramiento genético y la propagación de semillas vegetativas (clones). A nivel nacional, utiliza los resultados de: (1) Los estudios de adaptación de especies y procedencias realizadas en los años 80 - 90 por el INIA/INFOR donde se

determinó las mejores procedencias para las especies de Pinos (*Pinus sp.*) y Eucaliptos (*Eucalyptus sp.*) para las condiciones edafoclimáticas de la selva central del Perú. (2) La adopción y adaptación de la tecnología brasileña de producción forestal realizada por el Fondo de Promoción del Desarrollo Forestal - FONDEBOSQUE entre los años 2004-2008 a través de un programa de innovación tecnológica en plantaciones forestales iniciada con la instalación del primer vivero forestal de alta tecnología - VFAT en Oxapampa (Región Pasco). Dentro de ese marco de innovación tecnológica, FONDEBOSQUE en el año 2005 importó ocho clones de Eucaliptos *urograndis* de Brasil (350 plantas) para un proyecto de investigación de adaptación y crecimiento de clones en el Perú; con el 50% de este material instaló la primera parcela de investigación clonal - PIC en Oxapampa y con el otro 50% del material clonal, en el VFAT de FONDEBOSQUE, se instaló un mini jardín clonal y se inició la producción clonal en el país. Con los nuevos clones obtenidos, se instalaron parcelas de investigación a lo largo de la selva central, entre los 300 m.s.n.m. en Iscozacín (Pichis Palcazú) hasta los 3000 m.s.n.m. en Palca - Tarma, con la finalidad de determinar la adaptación, crecimiento y desarrollo del Eucalipto *urograndis*. En el año 2009, la empresa ARBORIZACIONES E.I.R.L. instaló una parcela de investigación clonal - PIC en el sector Chipocayo (Palca - Tarma) a 2850 m.s.n.m., cuyos árboles, constituyeron el material genético de base para la ejecución del presente proyecto.

Para seleccionar los árboles matrices y obtener los nuevos brotes para el proceso productivo clonal, se efectuó

un proceso de rejuvenecimiento, cuyas técnicas de aplicación y resultados se explica en el presente artículo. Por otro lado, una exhaustiva revisión bibliográfica con respecto al artículo en referencia, encontramos lo siguiente:

La silvicultura clonal comprende todo el proceso de formación de la plantación clonal: desde la selección del árbol superior hasta la obtención del árbol matriz, pasando por la propagación vegetativa, evaluación en prueba clonal, producción de plántulas clonales y la instalación de una plantación (Xavier *et al.*, 2013). Por su parte Quispe (2016) define a los árboles matrices como árboles clonales de superioridad genética comprobada y validada en campo a través de la evaluación de su adaptación, crecimiento y desarrollo. En este aspecto, los viveros forestales son muy importantes en el ciclo forestal, puesto que allí crecen las plántulas que se transformarán posteriormente en árboles productivos, en concordancia con Prieto (2004), quien afirma que un apropiado manejo técnico en un vivero forestal permitirá producir plantas con atributos morfológicos y fisiológicos ideales que garanticen su establecimiento en campo definitivo. La tendencia actual es la producción de plántulas clonales de especies de alto rendimiento que produzcan árboles con alta calidad de madera y que sean uniformes. En Brasil se producen millones de plantas a partir de clones de Eucalipto (95% de los viveros producen plantas a partir de clones), para lo cual se requiere viveros con tecnología moderna: módulos de producción: jardines clonales, tinglado automatizado, huertos de hibridación, invernaderos automatizados, sistema de riego tecnificado, áreas de germinación, sombra y

de espera, entre otros, y utilizan insumos de buena calidad (AGRONOTICIAS N° 436, 2017).

Respecto a la selección de árboles matrices, Alfnas *et al.*, (2004) indican que está basada en características fenotípicas de interés, como el aumento de la productividad forestal, la mejora de las cualidades de la madera, así como la producción de materia prima. Por su parte, Xavier *et al.* (2013) recomiendan considerar todos los factores que pueden afectar el desenvolvimiento y las características de los árboles para que el proceso de selección sea lo más eficiente posible. Los autores mencionan además que las técnicas de rejuvenecimiento son prácticas culturales que tienen como objetivo propiciar mayor vigorosidad fisiológica en la brotación de plantas de forma que se obtenga material vegetativo vigoroso y sensible a la propagación clonal. Igualmente, sostienen que las técnicas de rejuvenecimiento retardan (al menos parcialmente) la maduración e inducen a la brotación. Por ello, el rejuvenecimiento de árboles se consigue a través de cortes totales a los árboles seleccionados para que originen brotes desde el tocón, sin embargo, se ha reportado que algunos individuos no brotan, y esto depende de su valor genético. Frente a lo anterior, Alfnas *et al.* (2004) recomiendan la aplicación de otros métodos especiales de inducción sin la destrucción del árbol seleccionado, entre estas destacan: anillamiento de la base del árbol, el uso de fuego en la base del árbol, el uso de ramas podadas, entre otras. Assis & Rodríguez (2014) concuerdan con Alfnas *et al.*, y recomiendan similares técnicas de rejuvenecimiento.

Por su parte Gutiérrez (1995) sostiene que el rejuvenecimiento es fácil de obtener al cortar los árboles, pues los brotes (que se desarrollan desde el tocón) exhiben características juveniles y alta capacidad de enraizar. Por otro lado, Assis & Rodríguez (2014) sostienen que la inducción de brotes basales es la forma más simple de rejuvenecimiento, sin embargo, no todas las especies generan brotes después del corte, sostienen, además, que los brotes que surgen de la región basal tienden a presentar características morfológicas y fisiológicas juveniles (incluyendo el enraizamiento). Para la aplicación de técnicas de rejuvenecimiento, Saldaña, citado por Ramos (2015) recomiendan la realización de un aclareo del área, tomando como centro al árbol matriz; esto con la finalidad de asegurar la adecuada luz y el desarrollo de los brotes. Alfnas *et al.* (2004) por su experiencia, señalan que es importante propiciar la incidencia de luz solar en los brotes, para aumentar su producción y vigorosidad, evitando su etiolación. Nogueira *et al.* (2011) recomiendan considerar actividades de control para evitar el ataque de hormigas cortadoras y otros insectos sobre los brotes, lo que conllevaría a la pérdida de los mismos.

Las técnicas de rejuvenecimiento más comunes se muestran en el **Cuadro 1**. Previamente a la aplicación de las técnicas, se debe asegurar la capacidad de rebrote o brotación de la especie. Según las investigaciones de Alfnas *et al.* (2004), el Eucalipto reporta alta capacidad a la brotación.

En la actualidad, la estrategia para el desarrollo forestal en base a la silvicultura de plantaciones para la producción de madera industrial (pulpa, muebles,

Cuadro 1. Técnicas de Rejuvenecimiento.

CARÁCTER	CORTE TOTAL	ANILLADO	QUEMA DE LA BASE DEL ÁRBOL
	Destructivo	No destructivo	No destructivo
DESCRIPCIÓN	Cortar los árboles (corte biselado y liso), dejando un tocón a 15 cm de altura, del cual se obtendrá material vegetativo, (Gutiérrez <i>et al.</i> , 1994 y Ramos, 2015).	Cortes en la corteza de la base del árbol a lo largo de toda la circunferencia, para estimular la regeneración de brotes en el árbol.	Aplicación de fuego de forma controlada en la base del tronco de los árboles seleccionados, para estimular la inducción de brotes basales.
VENTAJAS	Técnica aplicada en programas de mejoramiento genético forestal. Se genera una gran cantidad de brotes.	Técnica es de fácil ejecución y que en la mayoría de experiencias su efecto ha dado buenos resultados, (Alfenas <i>et al.</i> , 2004)	Basada en observaciones de campo (comportamiento del eucalipto), donde es común la emisión de brotes en árboles ubicados en plantaciones.
DESVENTAJAS	Se requieren de extensas áreas de plantaciones donde se pueden seleccionar y realizar el corte total de los árboles seleccionados.	Funciona para algunas (pocas) especies, incluso ocurre de modo natural cuando se ocasionan heridas accidentales en la base de los árboles, (Mesén, 1998). Los resultados de estimulación (brotes) han sido irregulares y variables, (Mesén, 1998)	Riesgos de la aplicación de fuego y su relación con los incendios forestales, (Xavier <i>et al.</i> , 2013). Las respuestas entre plantas y/o especies son diferentes, así como los efectos de la acción del fuego en la emisión de brotes, (Alfenas <i>et al.</i> , 2004)

postes, leña, madera aserradas, entre otras) significa el cultivo intensivo de especies de rápido crecimiento en gran escala, bajo la forma principalmente de clones genéticamente mejorados con atributos de calidad y uniformidad. Estos aspectos justificaron de manera crucial la ejecución y desarrollo del PPC, puesto que se utilizó material genético adaptado a la sierra (hasta los 3000 m.s.n.m.) región donde existen grandes extensiones de tierras aptas para plantaciones con una tecnología moderna que garantizará: calidad, productividad, crecimiento rápido y sobre todo rentabilidad económica, social y ambiental. Por lo tanto, el objetivo de la siguiente investigación fue describir la respuesta de los árboles clonales de Eucalipto urograndis a la aplicación de las técnicas de rejuvenecimiento con la finalidad de contar con material genético de alta calidad para la ejecución y desarrollo del Prototipo Productivo Clonal - PPC.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El Proyecto se realizó en el Distrito de Palca (Coordenadas UTM E: 438037 y N: 8745749), Provincia de Tarma, Región Junín a 220 km de la ciudad de Lima, en la carretera de penetración a la Selva Central. Al ámbito de estudio le corresponde las zonas de vida estepa espinosa - Montano Bajo Tropical (ee - MBT), que se caracteriza por una biotemperatura media anual máxima de 18,2 °C y la media anual mínima de 12,1 °C. El promedio máximo de precipitación anual es de 522,4 mm y el promedio mínimo es de 231,3 mm (ONERN, 1976).

El PPC contempló el diseño y la construcción de un Vivero Forestal de Investigación Clonal - VFIC, que fue instalado en Palca - Tarma en función

a criterios de topografía, acceso, disponibilidad de agua, energía eléctrica, y otros. El VFIC consta de los siguientes módulos productivos: área de siembra, casa de vegetación (invernadero), casa de sombra, área de multiplicación, mini jardín clonal y sistema de riego tecnificado, distribuidos en un área de 500 m<sup>2</sup>. La implementación y el funcionamiento de los módulos fue realizada de acuerdo al diseño elaborado para el proyecto elaborado en base a la experiencia de ARBORIZACIONES E.I.R.L.

## Parcela de Investigación Clonal - PIC

En la PIC ubicada en el Sector Chipocayo del distrito de Palca, se instalaron 8 clones de Eucalipto urograndis importados de Brasil, 40 plantas/clon, siendo en total 320 árboles. El área de la parcela es una superficie plana de aproximadamente 3000 m<sup>2</sup>, el distanciamiento de plantación de 3 m x 3 m. En esta nueva condición edafoclimática, durante cinco años, las plantas clonales recibieron diversas acciones de manejo como: control de malezas, fertilización, poda y raleo, además del monitoreo y evaluación de su crecimiento. Por tanto, estos árboles son el resultado de un largo proceso de adaptación, crecimiento y desarrollo. Las principales características climáticas del área seleccionada para la instalación de la PIC, se muestra en el **Cuadro 2**.

Los objetivos de la instalación fueron: (1) Determinación de la adaptabilidad, productividad, calidad de forma y sanidad de clones del género *Eucalyptus* con fines comerciales en condiciones edafoclimáticas de la sierra peruana, y (2) Selección de material clonal con mejores características de productividad, forma y sanidad para un proceso

Cuadro 2. Características climáticas de la PIC.

Lugar	Altitud (m.s.n.m.)	Precipitación Media (mm)	Temp. media (°C)	Temp. media mínima (°C)	Temp. media máxima (°C)	Humedad relativa (%)
Chipocayo, Palca	2800	800	12	10	15	60

Fuente: ONERN (1976).

de producción comercial.

En la PIC se seleccionaron los árboles matrices en base a criterios de caracteres dasométricos y fenotípicos. Posteriormente, se eligieron árboles al azar para la aplicación de las tres técnicas de rejuvenecimiento.

### Selección de árboles matrices

La selección de los árboles matrices se realizó teniendo como base información del inventario forestal de la PIC realizado a los seis años de edad. Los criterios de selección se establecieron previamente, los cuales se definieron en función a caracteres dasométricos (diámetro a la altura del pecho - DAP, y altura total) y fenotípicos (forma de fuste, forma de copa, vigor, estado fitosanitario). Se seleccionaron 51 árboles matrices, posteriormente se eligieron



Figura 1. PIC - ARBORIZACIONES E.I.R.L. a la edad de cinco años, ubicada en el Sector Chipocayo, Palca - Tarma.

árboles al azar para la aplicación de las tres técnicas de rejuvenecimiento. Los árboles matrices seleccionados reportaron los valores más altos para los caracteres de selección. En el Cuadro 3 se muestra la caracterización dasométrica para la referida selección.

### Técnicas de rejuvenecimiento

Se aplicaron tres técnicas de rejuvenecimiento: corte total del árbol, anillado y quema de la base. El trabajo de campo se realizó al inicio de la época lluviosa (marzo, 2015) lo que facilitó la acumulación de humedad en el suelo. Previo a la realización de las técnicas, se aplicó 100 g de fertilizante NPK a todos los árboles matrices seleccionados. El fertilizante estuvo conformado por la mezcla de Urea (N), Fosfato di-amónico (P) y Cloruro de potasio (K) en la proporción de 30:30:30 y fue aplicada a una profundidad de entre 25 a 30 cm.

La técnica de corte total del árbol, consistió en un corte biselado y liso del árbol, dejando un tocón de 30 cm, según las especificaciones de Mesén

Cuadro 3. Caracterización dasométrica de los árboles matrices seleccionados.

	DAP (cm)	Altura total (m)
Media	16	13
Mínima	11	12
Máxima	22	17



Figura 2. Aplicación de técnica de rejuvenecimiento: (a) Corte Total. (b) Anillado. (c) Quema de la base.

(1998) y en concordancia con Ramos (2015). La técnica del anillado se realizó según recomendaciones de Alfenas et al (2004) y consistió en el corte de la corteza (de 5 cm de ancho) a lo largo de toda la circunferencia de la base del árbol, se realizó a una altura de 30 cm. Para la técnica de quema de la base se prepara un armazón de latón de 30 cm de altura donde se colocó el material inflamable (hojas y ramas secas), la quema fue controlada y se realizó en el lapso de 20 minutos.

Posteriormente, se realizó el monitoreo de la brotación a los árboles cada 15 días. Después de 90 días se realizó la cosecha de los brotes de mejor aspecto (fenotipo y dasométrico), para de ellos obtener estacas y continuar con el desarrollo del proyecto: PPC-Eucalipto.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Técnicas de rejuvenecimiento

Las técnicas de rejuvenecimiento se aplicaron a finales de la época lluviosa y a inicios de la época seca y fría, previo a su ejecución se confirmó (según experiencias y bibliografía) la alta capacidad de brotación del Eucalipto. Las técnicas se aplicaron en distintas proporciones en los árboles matrices (Cuadro 4). Se priorizó la aplicación de técnicas no destructivas (36 árboles que

representa el 70,6% de la población), puesto que al no causar la muerte de los árboles será posible continuar con la evaluación de su adaptación y crecimiento. Sin embargo, estas técnicas no destructivas (quema de la base y anillado) tuvieron una menor respuesta a la brotación. Por lo tanto, se infiere que la técnica del corte total del árbol fue más efectiva por la mayor respuesta a la brotación.

En función a la cantidad de brotes emitidos, se confirmó la efectividad de la técnica del corte total de árbol sobre las técnicas restantes. Los resultados de brotamiento obtenido por cada clon y por cada tratamiento, se muestran en la Figura 4. Se observa que la mayor incidencia de brotes fue reportada por la técnica de corte total, 14 de 15 árboles respondieron favorablemente a dicha técnica siendo poco significativo para las técnicas restantes. Por esa razón, aquellos árboles donde se aplicó la técnica del corte total, fueron

Cuadro 4. Aplicación de técnicas de rejuvenecimiento.

Técnica	N° Árboles	%
Corte total	15	29.4
Anillado	21	41.2
Quema de la base	15	29.4
Total	51	100





Figura 3. Brotación en árboles matrices rejuvenecidos: (a) Corte Total. (b) Anillado. (c) Quema de la base.

seleccionados para la obtención de material vegetativo (brotes).

Respecto a la alta capacidad de brotación de Eucalipto (*Eucalyptus sp.*), los resultados obtenidos concuerdan con lo señalado por Mesén (1998) y Alfenas *et al.* (2004), quienes confirman la alta capacidad de brotación de esta especie, sin embargo, se debe considerar la época de corte y las condiciones ambientales. Al respecto, Mesén (1998) menciona que la humedad estimula la producción de brotes vigorosos, mientras que Torres (1987) recomienda evitar la acumulación de agua sobre el tocón, ya que este será un medio de cultivo de hongos que ataquen la madera y generadores de pudrición.

Por su experiencia con Eucalipto (*Eucalyptus sp.*), Gutiérrez *et al.* (1994) recomiendan la realización del corte total a finales de la época lluviosa o a comienzos de primavera

y Nogueira *et al.* (2011) sostienen que los árboles rejuvenecidos por corte total durante la época lluviosa tienen mayor oportunidad a presentar brotes, que los árboles rejuvenecidos en épocas secas. Sobre la época de realización del anillado, Alfenas *et al.* (2004), recomiendan su realización en épocas próximas al inicio de lluvias, además de considerar la velocidad y la eficiencia de la cicatrización del corte, la cual varía entre los árboles. A las 20 días de realizada las técnicas de rejuvenecimiento, se reportó en los árboles matrices inducidos por corte total, la presencia de yemas y brotes incipientes sin características (fenotípicas y dasométricas) deseables para su cosecha, por ello los brotes no fueron cosechados.

Al realizar el monitoreo de la brotación de yemas, se reportó una mayor presencia en árboles rejuvenecidos por la técnicas de corte total, una cantidad mucho menor en los árboles rejuvenecidos por la técnica del anillado y cero brotes para los árboles rejuvenecidos por la quema de la base. Respecto al tiempo ideal para la cosecha de brotes, Alfenas *et al.* (2004) sostienen que a partir de los 40-50 días de ejecutadas las técnicas, estos se podrán cosechar y así continuar con el programa de propagación vegetativa. Por su parte Ramos-Huapaya & Domínguez

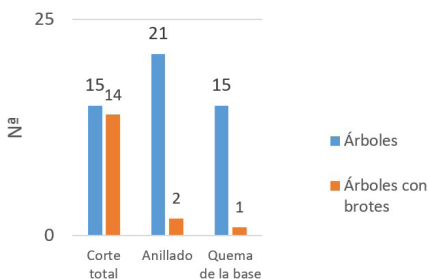


Figura 4. Árboles rejuvenecidos con presencia de brotes.

(2016) reportan la cosecha de brotes de Bolaina blanca (*Guazuma crinita*) a partir de los 56 días de realizada las técnicas de rejuvenecimiento (corte total y desbaste: variante del anillado) en árboles candidatos a plus seleccionados en plantaciones (menores a 5 años de edad) en Puerto Inca, Huánuco.

Respecto a la adición de fertilizantes, Ramos - Huapaya & Domínguez (2016) en su investigación con Bolaina blanca sostienen que existe un efecto positivo en la cantidad de brotes cuando este es adicionado (70 g de fertilizante NPK) en árboles antes de la aplicación de técnicas de rejuvenecimiento. Recomiendan previamente la realización de análisis de suelos exhaustivos, sin embargo, no todos los árboles matrices rejuvenecidos reportaron brotes a pesar de la adición de fertilizantes. Al respecto Alfenas *et al.* (2004) señalan que la capacidad de brotación de los árboles puede variar de acuerdo con el genotipo de la planta, época del año, luminosidad, espesor y profundidad de corte.

La cosecha de los brotes, se realizó mediante cortes biselados en las partes basales a los 90 días después de realizadas las técnicas de rejuvenecimiento (brotes de 90 días de edad). Los brotes reportaron longitudes entre 10 - 20 cm, y se evitaron los que se encontraban muy lignificados. Por su parte, Ramos-Huapaya & Domínguez (2016) señalan que para la obtención de brotes de tamaños uniformes y de características fenotípicas deseables, se deben realizar actividades de manejo, lo cual debe incluir la aplicación de podas y la adición de fertilizantes, sin embargo, sostienen que no es posible determinar una dosis específica para cada especie

forestal y determinar un número de podas a ejecutarse.

## CONCLUSIONES

Un aspecto básico y fundamental para establecer el PPC fue la existencia de los árboles en la parcela de investigación clonal de 6 años de edad, lugar donde se efectuó la aplicación de las tres técnicas de rejuvenecimiento para posteriormente obtener el material genético expresado en brotes o esquejes que sirvió para obtener las plantas clonales. De las tres técnicas de rejuvenecimiento, el de corte total del árbol, demostró ser la mejor por la cantidad y calidad de brotes emitidos. La silvicultura clonal empleada en este proceso de desarrollo del PPC como parte de un proceso de mejoramiento genético, precisa ser continuada con un proceso de micro propagación clonal para obtener mejores individuos a través de rejuvenecimiento de células y tejidos de los mejores clones.

## AGRADECIMIENTOS

Se expresa nuestro agradecimiento a los profesionales que contribuyeron con el proyecto Innóvate Perú - ARBORIZACIONES E.I.R.L. (Código del Proyecto: PIPEI-8-P-332-418-14): Ing. L. Carhuamaca, Ing. M. Cerrón, Ing. K. Carhuamaca, Ing. Sintia Castellanos e Ing. Zarela Cerdán, y a todo el Equipo Técnico y Operativo de ARBORIZACIONES E.I.R.L., sede Lima y Palca-Tarma.

## LITERATURA CITADA

AGRONOTICIAS (2017). Revista N° 436. Año XXXVIII. Edición, mayo 2017. Pasantía Forestal Internacional: Brasil. Perú. 70-71.

Alfenas, A. & Valverde, E. Gonçalves, R; Assis, T. (2004). Clonagem e doenças do eucalipto. Viçosa, BR., Universidad Federal de Viçosa. 415 p.

Assis, F. & Rodríguez, F. (2014). Mejoramiento Genético de Eucaliptos en Chile. La propagación vegetativa de eucaliptos en Chile. INFOR - FIA. Chile. p. 125-146.

Gutiérrez, B., Chung P. e Ipinza R. (1994). Propagación vegetativa y silvicultura clonal en eucalipto. Ciencia e investigación Forestal-Instituto Forestal, Chile 1(8): 140-175.

Gutiérrez, B. (1995). Consideraciones sobre la fisiología y el estado de madurez en el enraizamiento de estacas de especies forestales. Ciencia e investigación Forestal-Instituto Forestal, Chile 2(9): 261-277.

Mesén, F. (1998). Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación. CATIE. Turrialba, CR. 41 p. (Serie Técnica. Manual Técnico N° 30).

Nogueira, H., Gonçalves A., Trindade C. & Tamara R. (2011). Cultivo de eucalipto: implantação e Manejo. s.e. Viçosa, BR., Aprenda Fácil. 353 p.

ONER (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales), (1976). Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa. Lima, PE. 274 p.

Prieto, J. (2004). Factores que influyen en la producción de planta de Pinus spp. en vivero y en su establecimiento en campo. Tesis Dr. Nuevo León, MX. Universidad Autónoma de Nuevo León. 110 p.

Quispe, A. (2016). Presentación del Proyecto: Desarrollo de un prototipo productivo clonal - PPC, para incrementar la productividad y calidad de las plantaciones de eucalipto y su posterior comercialización a los viveros forestales tecnificados del Perú. Perú. 89 diapositivas, color.

Ramos, A. (2015). Propagación por estacas de bolaina blanca (Guazuma crinita Mart.) provenientes de árboles candidatos a plus en condiciones de cámara de sub-irrigación. Tesis Ing. For. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. 130 p.

Ramos-Huapaya, A. & Domínguez, G. (2016). Selección de árboles de bolaina blanca (Guazuma crinita Mart.) provenientes de árboles candidatos a árboles "plus" para ensayos de rejuvenecimiento y brotación. Ecología Aplicada 15(2): 131-175.

Torres, G. (1987). Almanaque del banco de seguros del estado. El rebrotado en eucaliptus. San Paulo, BR, s.e. 320 p.

Xavier, A.; Wendling, I. & Da Silva, R. (2013). 2 ed. Silvicultura clonal: Principios e Técnicas. Viçosa, BR., Universidad Federal de Viçosa. 279 p.