

Propagación vegetativa de *Parkinsonia aculeata* L. por estaquillado

Vegetative propagation of Parkinsonia aculeata L. by cuttings

Walter Abedini¹

Recibido en septiembre de 2005; aceptado en diciembre de 2005

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue la propagación vegetativa de *Parkinsonia aculeata* L (cina-cina) por estaquillado. Las estaquillas se obtuvieron de brotes juveniles recolectados de plantas madres durante la primavera y tratados con siete concentraciones diferentes de dos reguladores de crecimiento (ácido indol-3-butírico (AIB) y ácido naftalen acético (ANA)), respectivamente. Permanecieron bajo condiciones controladas de temperatura y humedad en invernadero durante 45 días. La especie estudiada puede ser propagada por este método. La formación de raíces se obtuvo con 5ppm. de ANA ó con 100ppm. de AIB, donde se lograron porcentajes de enraizamiento de 41% y 38%, respectivamente.

Palabras clave: *Parkinsonia aculeata* L., propagación asexual, estaquillado.

ABSTRACT

The feasibility of the *Parkinsonia aculeata* L. (cina-cina) vegetative spread from rooting of cuttings is studied in this paper. The juvenile plant material for cuttings was collected from a donor plant during springtime and treated with seven different concentrations of two plant growth regulators (indole-3-butyric acid (IBA) and naphthaleneacetic acid (NAA)), respectively. Cuttings stayed 45 days in a greenhouse in rooting bed under controlled temperature and moisture conditions. The species under study can be spread using this method. Rooting was obtained using whether 5ppm. of NAA solution or with 100ppm. of IBA solution at which root-taking percentages of 41% and 38% were obtained respectively.

Key words: *Parkinsonia aculeata* L., asexual propagation, cuttings.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la presión antrópica, las masas forestales nativas están amenazadas de agotamiento genético o de extinción, incluso antes de conocer sobre sus características y variación genética. Por ello, en la práctica, deben realizarse estudios básicos y paralelamente establecerse métodos de conservación del recurso vegetal. En el territorio bonaerense, las comunidades boscosas se encuentran restringidas al cordón costero del Río de la Plata (Selva Marginal y Talares) y a la región Oeste de la Provincia (bosques de caldén) (Parodi, 1939). En el norte de la Provincia de Buenos Aires, *Parkinsonia aculeata* L. es, en muchas partes del campo, el único vegetal leñoso en la pradera (Delucchi y Correa, 1992). El origen de esta especie en Argentina no puede ser discutido, es uno de los numerosos elementos “sonorianos”, o sea, comunes a México y Argentina. El hecho evidente de que en muchos lugares de Buenos Aires y otras provincias sea subespontánea, no está en contradicción con su origen en el norte de Argentina, en un área difícil de determinar exactamente.

Debido a su amplia distribución, *Parkinsonia aculeata* L. recibe diferentes nombres comunes en cada país en que se la encuentra. En Uruguay y Argentina se la conoce como cina-cina. Es un

¹ Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Casilla de Correo 31 1900. La Plata, Buenos Aires. Email dtecnologiaaf@ceres.agro.unlp.edu.ar

árbol o arbusto espinoso de copa chata en forma de sombrilla, de 3 a 6 metros de altura y tronco de hasta 50 cm. de diámetro, perteneciente a la familia de las Leguminosas o Fabáceas, subfamilia de las Caesalpinoideae. La madera de cina-cina es semipesada y semidura, con un peso específico de $0,600 \text{ kg/m}^3$, la albura es de color amarillento y el duramen pardo-rojizo. Por sus propiedades físicas, mecánicas y biológicas, la madera se puede clasificar como medianamente penetrable, poco durable y para su uso, requiere de secado intermedio; también, se la utiliza como leña y carbón. Según Tinto (1977), puede ser utilizada en diversas aplicaciones, como mangos de herramientas, envases, tornería, paneles de aglomerado, para pasta de papel y como fibra textil.

Esta especie se cultiva como cerco vivo, como árbol ornamental y melífera (Novara, 1984). El ganado come el follaje y los frutos. Desde el punto de vista etnobotánico, las hojas de *Parkinsonia aculeata* L., en infusión, se consideran medicinales con propiedades diaforéticas, febrífugas, antiépilépticas y abortivas (Burkart, 1952, Ratera y Ratera, 1980, Boeri y Abedini, 1997). Veretoni (1985) sostiene que las flores y las semillas se emplean para aliviar fiebres intermitentes, que las ramas tiernas y hojas se las usa para aliviar la dismenorrea y que los tallos foliáceos y la raíz, contienen saponinas, peroxidadas y principios amargos. Según Hieronymus (1882), las hojas, flores y semillas en infusión son febrífugas y sudoríficas, antipalúdicas y reconstituyentes; la corteza y las hojas se usan para hacer engordar a los párvulos. Los Tobas (grupo étnico del gran Chaco, Argentina y Paraguay) usan la decocción de las hojas como antirreumático (Martínez-Crovetto, 1964). Las infusiones de las ramas jóvenes poseen propiedades emenagogas y las flores y semillas se emplean para el tratamiento contra fiebres intermitentes (Abedini y Ruscitti, 1997^b).

La propagación de *Parkinsonia aculeata* L. es por semillas, por lo tanto, la población resultante es heterogénea y el genotipo parental queda alterado en la descendencia. Esta especie tiene un ciclo de vida muy largo y la fase juvenil se prolonga durante muchos años, siendo una alternativa interesante la multiplicación vegetativa de los fenotipos selectos.

Mediante la reproducción vegetativa, se mantiene el genotipo parental, preservando sus características en la descendencia. De esta forma, los genotipos de los árboles seleccionados y propagados vegetativamente se reproducen idénticamente formando clones, lo que permite captar y mantener la varianza genética aditiva y no aditiva (Hasnain y Cheliak, 1986; Gupta y Durzan, 1987). La primera es debida al aumento en el número de genes favorables que controlan un carácter, mientras que la segunda es la varianza no aditiva, que resulta de interacciones que ocurren en las combinaciones específicas de genes, y solamente se transmite a la descendencia mediante la propagación vegetativa o realizando cruzamientos entre individuos homocigóticos (McKeand y Weirr, 1984). La ganancia genética que se obtiene mediante la clonación de individuos selectos, es como mínimo de un 10% mayor que con los métodos convencionales de reproducción (Kleinschmit, 1974; Rediske, 1978).

La propagación en gran escala de especies forestales nativas es necesaria para la reforestación de áreas con el fin de restaurar los ecosistemas degradados (Abedini *et al.*, 1997^a). Interesa pues, optimizar la propagación asexual de individuos selectos, con características destacadas, como tasa elevada de crecimiento, buen fuste, madera, resistencia a enfermedades o plagas y a condiciones ambientales extremas.

Cuando se quiere inducir raíces adventicias, hay que destacar que en muchos árboles, como *Quercus*, *Fagus*, *Eucalyptus* y la mayoría de las coníferas, las estaquillas de ejemplares adultos son difíciles de enraizar (Ahuja y Muhs, 1985), ya que la capacidad de enraizamiento disminuye drásticamente con la edad del árbol madre u ortet (Brown y Sommer, 1982; Hackett, 1988; Kretschmar y Ewald, 1994). La edad de la planta o más concretamente el grado de madurez, es el factor limitante para la propagación vegetativa (Durzan, 1984; Boulay, 1985; Pierik *et al.*, 1997). Esto supone un gran obstáculo para la propagación masiva de fenotipos seleccionados, puesto que las características deseables normalmente no se expresan hasta que la planta ha alcanzado su madurez (Hartmann y Kester, 1998). Además, hay que considerar que la aptitud para formar nuevos individuos, depende en gran medida de la especie e incluso del genotipo, de la edad de la planta, de la región de la planta de donde se recolecta el material para propagar y de las variaciones estacionales, entre otros factores. (Franclet *et al.*, 1987; Lo, 1997).

Normalmente, cuanto más joven es un individuo, más fácil es de propagar vegetativamente; sin embargo, es posible propagar árboles adultos dado que existe una zonación del estado fisiológico juvenil. En un árbol, determinadas áreas retienen durante más tiempo las características juveniles, cuyo gradiente aumenta hacia la base. Así, un meristemo apical presenta un carácter tanto más juvenil cuanto más cerca se encuentre de la base del tronco (Bonga, 1982; Mei Yuan *et al.*, 1998).

La selección del material que retiene características juveniles, como lignotubérculos, renuevos basales, vástagos de raíces, brotes epicórmicos, facilita su instalación y posterior multiplicación. Sin embargo, hay muchas especies forestales que no poseen material con características juveniles. Por ello reviste especial importancia el poner a punto técnicas que permitan un rejuvenecimiento parcial o vigorización del material vegetal (Pierik, 1990; Kawata *et al.*, 1995; Ewald y Kretschmar, 1996). *Parkinsonia aculeata*, especie seleccionada para este trabajo, pertenece a un gran grupo de árboles de los que no hay suficiente información de como responden a las técnicas de propagación asexual.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de enraizamiento *in vivo* de estaquillas juveniles de *Parkinsonia aculeata* L.

2. MATERIALES Y METODOS

Elección y acondicionamiento de las plantas madres

Las plantas madres forman parte del plan de conservación *ex situ*, que se desarrolla dentro del programa denominado “Banco de germoplasma de especies forestales nativas de la Provincia de Buenos Aires”. Estas plantas se encuentran en el invernadero del Centro Experimental de Propagación Vegetativa (C.E.Pro.Ve.), que depende de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Los individuos fueron obtenidos a partir de semilla producto de la polinización abierta y cosechada de árboles que crecen y desarrollan en forma natural en los alrededores de la ciudad de La Plata (34° 55' LS y 57° 57' LW). Las plantas madres crecen en envases de plástico de 10 litros y en condiciones de sanidad y fertilización controladas, presentando aspecto arbustivo debido al tratamiento de podas sucesivas a que eran sometidas, con el fin de provocar la formación de nuevos brotes, y mantener, de esta manera, a los individuos en crecimiento activo. Además, estas plantas donantes (ortet) crecen en invernadero equipado con un sistema de luz (lámparas incandescentes que se encienden automáticamente de noche durante 12 horas, dando un nivel de irradiancia de $50\mu\text{mol. m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), con el objeto de favorecer el crecimiento, y de esta manera, disponer de material vegetal en forma ininterrumpida. Completan las instalaciones de éste invernadero, un sector con riego por neblina, donde se realizaron los ensayos de macropropagación por enraizamiento de estaquillas. Las plantas en estas condiciones de invernadero son tratadas regularmente con fertilizantes granulados de liberación lenta, se utilizó en todos los casos NPK 14:10:14 (Osmocote).

La luminosidad y la temperatura se mantuvieron durante los meses de verano en $120\mu\text{mol. m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ y entre 20 y 35° C, respectivamente. Esto se logró colocando sobre el invernadero, una malla de sombreo (Saram) que en los meses de invierno se retira. La temperatura durante el invierno oscila entre 8 y 18°C.

Las plantas madres de *Parkinsonia aculeata* obtenidas de semilla, presentan un crecimiento con una evidente dominancia apical durante los primeros años. Mediante podas se suprimió este hábito de crecimiento y se obtuvieron una gran cantidad de brotes juveniles (8 a 15) con crecimiento ortotrópico, estos brotes tienen su origen en las yemas ubicadas en la región de transición entre la raíz y el tallo, llamada cuello. Estos brotes fueron utilizados para la obtención de las estaquillas empleadas en los diferentes ensayos de propagación vegetativa.

Tipo de estaquillas

A principios de la primavera se seleccionaron los brotes juveniles del año con evidente crecimiento ortotrópico. Los brotes tenían 300 mm. de longitud y 3 mm. de diámetro, fueron separados de la planta madre y se eliminaron todas las hojas para disminuir la tasa de transpiración. Estos brotes fueron desinfectados en superficie por inmersión en una solución de Benomilo al 0,6% durante 60 minutos y colocados en oscuridad, con el fin de evitar la deshidratación del material y frenar el proceso de formación de compuestos fenólicos que provocan la oxidación del material, disminuyendo su capacidad de enraizamiento. Se prepararon estaquillas de 100mm. de longitud y 3mm de diámetro

Aplicación de reguladores de crecimiento

Se prepararon soluciones madres de los reguladores de crecimiento empleados (ácido naftalen acético – ANA (N 0640 SIGMA) y ácido indol-3-butírico – AIB (I 5386 SIGMA)). Se pesaron 200mg de la auxina y se agregaron gotas de alcohol etílico 96°, con el objeto de disolver la auxina y evitar su precipitación. Luego, se llevó a volumen final de 1000ml. con agua destilada y se conservó a bajas temperaturas, hasta su utilización. De la solución madre de ANA y AIB se prepararon las diluciones para las diferentes concentraciones de ambas: 0,1; 1; 5; 10; 50; 100 y 200ppm. y el testigo sin auxina, luego se sumergieron las bases de las estaquillas durante 48h. en oscuridad, manteniendo su polaridad y utilizando 60 estaquillas para cada concentración. Transcurrido este tiempo, se retiraron de la solución correspondiente y se espolvoreó la base de todas las estaquillas con una mezcla de talco inerte con Benomilo 15% dejándose secar durante 1h., para luego, colocarlas en posición vertical manteniendo la polaridad en el sustrato de enraizamiento.

Contenedores, sustrato de enraizamiento y condiciones ambientales

Se utilizaron bandejas de plástico de 60 cm. x 40 cm. x 30 cm., con orificios de drenaje en los extremos inferiores, estos contenedores fueron colocados sobre mesas dentro del invernadero. Se empleó como sustrato una mezcla a partes iguales de perlita y vermiculita estéril y humedecida.

Todos los ensayos se realizaron durante la primavera, en condiciones de invernadero, provisto de sombreado con una malla Saram de 80%. La temperatura media dentro del invernadero era de 18 a 30°C y los distintos tratamientos fueron colocados bajo riego por neblina. Con el objeto de prevenir la aparición de hongos en las estaquillas, se realizaron pulverizaciones con Kaptan (1500ppm) como fungicida cada 15 días y a todos los ensayos.

Toma de datos

Se utilizaron 60 estaquillas por tratamiento. A los 45 días se evaluó la capacidad de enraizamiento de las mismas. Se descartaron las estaquillas muertas, y en las restantes, se tomaron los siguientes datos: número de estaquillas con raíces, porcentaje de estaquillas enraizadas, promedio de raíces por estaquilla enraizada y longitud media de las raíces. Todos los tratamientos se realizaron en invernadero bajo condiciones ambientales controladas, por eso se eligió un diseño completamente al azar. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza ($P < 0,05$), por lo tanto, se continuó el análisis con el test de Tukey de comparación de medias.

3. RESULTADOS

En los tratamientos con 10; 50; 100 y 200 ppm. de AIB o con 0,1; 1; 5 y 10 ppm. de ANA, se formaron raíces en la zona proximal y emergiendo en la sección internodal. No hubo formación de callo en los distintos tratamientos. En el 87% de las estaquillas del total de los diferentes tratamientos, la yema axilar creció normalmente. No se observó necrosis apical. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1 y en las Figura 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

Tabla 1. Efecto de diferentes niveles de AIB (ppm) y de ANA (ppm) en el enraizamiento de estaquillas de *Parkinsonia aculeata*. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Auxinas Concentración (ppm)	N° de estaquillas con raíces		Longitud media de las raíces (mm)		Promedio de raíces por estaquilla	
	AIB	ANA	AIB	ANA	AIB	ANA
0	--	--	--	--	--	--
0,1	--	9	--	12 b	--	3 a
1	--	20	--	18 a	--	2 b
5	--	25	--	18 a	--	2 c
10	2	2	5 b	15 ab	2 a	1 d
50	13	--	9 a	--	2 a	--
100	23	--	6 b	--	1 b	--
200	7	--	3 c	--	1 b	--

En los tratamientos con AIB, la mayor cantidad de estaquillas enraizadas se obtuvo con 100 ppm, y en menor cantidad, en las concentraciones de 10, 50 y 200 ppm. Utilizando 0,1, 1 y 5 ppm de AIB y en el testigo no se observó la formación de raíces (Figura 1).

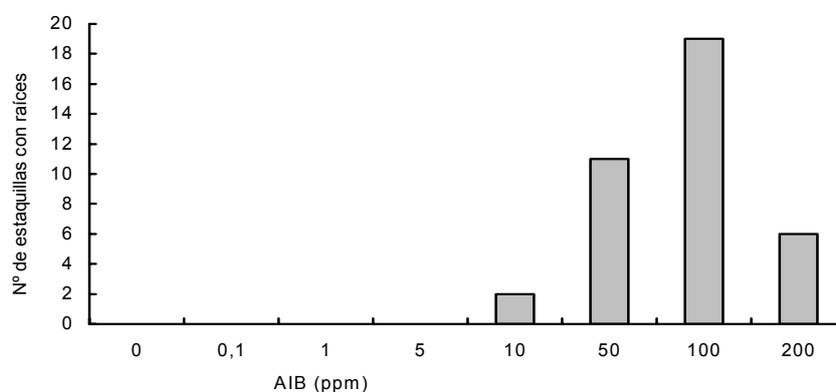


Figura 1. Efecto de los diferentes niveles de AIB (ppm.) en el número de estaquillas con raíces de *Parkinsonia aculeata*.

Sin embargo, el mayor promedio de raíces por estaquilla se obtuvo en los tratamientos con 10 y 50 ppm. de AIB (Figura 2).

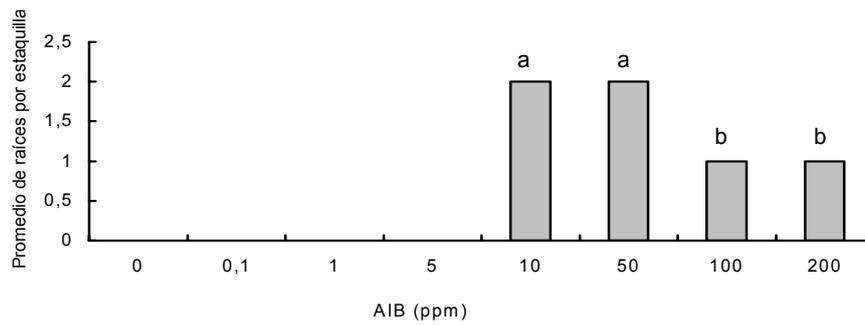


Figura 2. Efecto de diferentes niveles de AIB (ppm.) sobre el promedio de raíces por estaquilla enraizada de *Parkinsonia aculeata*. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En el tratamiento con 50ppm. de AIB se obtuvieron las raíces más largas, alcanzando una longitud media de 9cm. y en los tratamientos con 10ppm. y 100ppm., de la misma auxina, se formaron raíces de 5cm. y 6cm. de longitud, respectivamente (Figura 3).

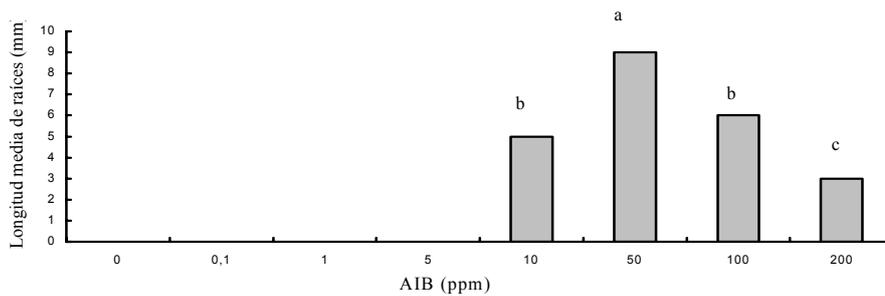


Figura 3. Efecto de diferentes niveles de AIB (ppm.) sobre la longitud media de las raíces en estaquillado de *Parkinsonia aculeata*. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En los tratamientos utilizando ANA, se obtuvo el mayor número de estaquillas enraizadas empleando una concentración de 5 ppm. y en menor cantidad en los tratamientos con 1 y 0,1 ppm.(Figura 4).

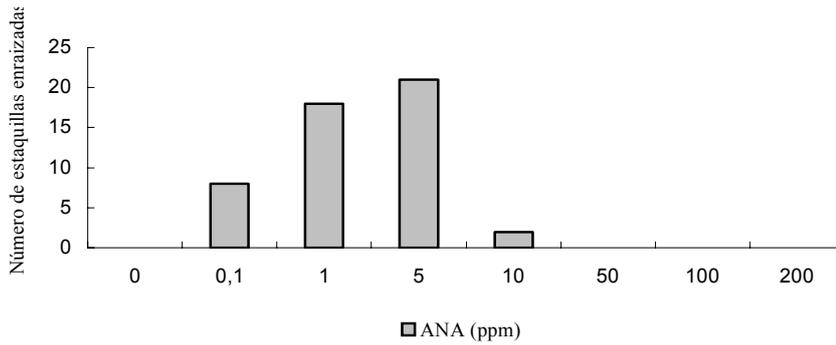


Figura 4. Efecto de los diferentes niveles de ANA (ppm.) en el número de estaquillas con raíces de *Parkinsonia aculeata*.

La mayor cantidad de raíces por estaquilla se obtuvo en la concentración más baja de ANA (0,1 ppm.) y con concentraciones más altas, disminuye el número de raíces por estaquilla (Figura 5). Sin embargo, las raíces más largas se obtuvieron en los tratamientos con 1 ppm. y con 5 ppm. de ANA (Figura 6).

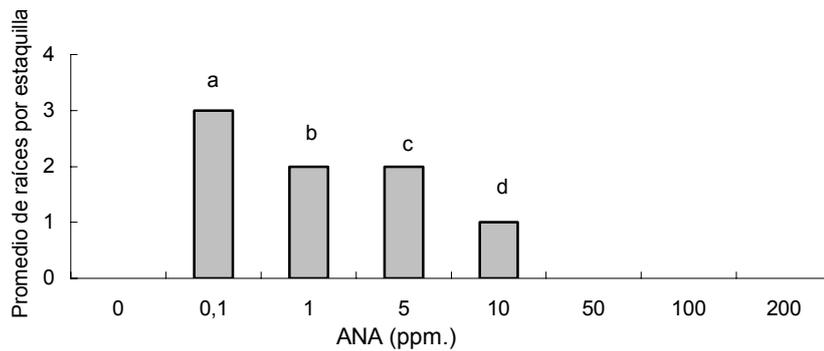


Figura 5. Efecto de los diferentes niveles de ANA (ppm.) sobre el promedio de raíces por estaquilla enraizada de *Parkinsonia aculeata*. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

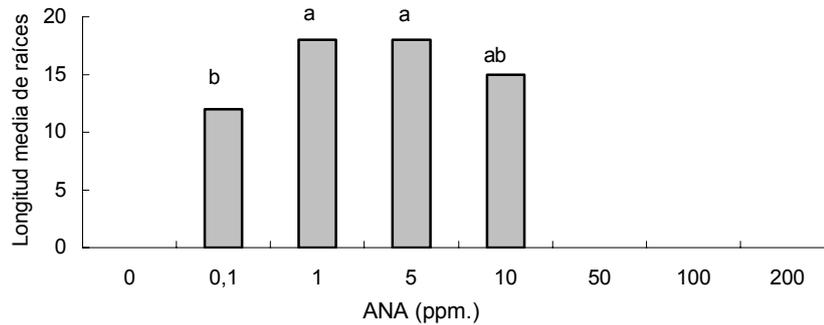


Figura 6. Efecto de distintos niveles de ANA sobre la longitud media de las raíces en estaquillado de *Parkinsonia aculeata*. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

4. DISCUSIÓN

En propagación vegetativa convencional, la pérdida o disminución de la capacidad de enraizamiento, está íntimamente relacionada con la adquisición del estado adulto (Ahuja y Muhs, 1985; Hartmann y Kester, 1998), ya que la facilidad para formar raíces adventicias disminuye con la edad del material a ser utilizado para propagar (Hartmann y Hansen, 1958). Esta relación inversa entre envejecimiento y facilidad de enraizamiento, es la principal dificultad encontrada en la propagación de árboles adultos (Brown y Sommer, 1982). Esta pérdida de la capacidad rizogénica podría deberse a la presencia de inhibidores del enraizamiento.

Por otra parte, se ha observado que la posición del material a propagar en la planta madre, también tiene gran importancia, debido a que mantienen cierta memoria en los hábitos de crecimiento, encontrándose árboles propagados por estaquillado a partir de ramas laterales, con crecimiento plagiotrópico. Además, el efecto de topófisis y ciclófisis se refleja, por lo tanto, en la capacidad de enraizamiento del material procedente de distintas partes de un mismo árbol, existiendo un gradiente que disminuye desde la base hacia la parte superior del árbol (Bonga, 1982; Martínez Pastur *et al.*, 1994). Estas diferencias en la capacidad rizogénica ya fueron observadas por Grace (1939) en roble y abedul, comprobando que las estaquillas de la parte basal, las cuales retienen características juveniles, enraizaban más fácilmente que las procedentes de partes superiores del árbol, ya que son las partes periféricas y superiores de una planta las primeras en exhibir una reducción del potencial de enraizamiento (Hackett, 1988).

Una práctica común, es aprovechar la juvenilidad que persiste en un árbol, fundamentalmente en la parte basal, siendo importante poder reconocer qué árbol, o qué tejidos o partes del árbol, son juveniles (Bonga, 1982). En muchas especies se ha observado esta distribución zonal. Así, en *Coffea arabica* los porcentajes de enraizamiento alcanzados fueron del 96, 77 ó 55% según se tomaran las estaquillas de 0 a 15, 16 a 45 ó 45 a 75cm. del suelo, respectivamente (Puroshotham y Sulladmath, 1985). También, se ha descrito este comportamiento en otras especies, por ejemplo en *Magnolia* sp. (Bajarczuk, 1983); *Malus pumila* (Polikarpova y Tikhomirov, 1986); *Sequoia giganteum* (Monteuuis, 1985) y *Thuja occidentalis* (Hovind, 1984). Sin embargo, hay especies recalcitrantes en las que únicamente ha sido posible inducir enraizamiento cuando el material procedía de árboles en fase juvenil.

Se cree que las diferencias entre los distintos meristemos de los ápices de los brotes, están relacionadas con el número de divisiones celulares que separan cada meristemo del embrión original (Bonga, 1982). En todos los meristemos principales hay determinadas células con actividad mitótica baja, cuya misión es mantener un grupo de células juveniles dentro de los meristemos, mientras que en las zonas más activas de los meristemos apicales de raíces y brotes,

las células se dividen con más frecuencia. En cada una de las divisiones celulares, las células se vuelven un poco más maduras (Bonga, 1982).

Los brotes con crecimiento ortotrópico originados a partir de yemas en reposo y de yemas adventicias situadas en la base del tronco (zona de transición entre el tallo y la raíz), en las raíces y a partir de los esferoblastos, denominados renuevos basales, brotes epicórmicos o chupones de raíz, presentan características juveniles. Estas características adquieren gran relevancia para la propagación vegetativa con fines de clonación de árboles adultos, por estaquillado o micropropagación. El material juvenil responde mejor a los tratamientos con reguladores de crecimiento, probablemente porque en los primeros estadios del desarrollo, la parte del genoma que controla la formación de órganos está menos reprimida o puede ser desbloqueada más fácilmente mediante tratamientos con reguladores de crecimiento que en aquellas células más viejas y muy diferenciadas (Brown y Sommer, 1982).

En *Parkinsonia aculeata*, la aplicación de auxina en la base de la estaquilla es necesaria para que se produzca la iniciación de raíces, ya que el material utilizado como testigo no formó raíces. La aparición de raíces en estaquillas juveniles, con yemas axilares, pero sin hojas de *Parkinsonia aculeata* se logró en forma directa sin la formación de callo y con la aplicación en forma exógena de reguladores de crecimiento de tipo auxínico (AIB ó ANA). Es importante señalar, que los porcentajes de enraizamiento de estaquillas más altos se obtuvieron con 5ppm. de ANA ó con 100ppm. de AIB, donde se obtuvieron porcentajes de enraizamiento de 41% y 38%, respectivamente. Estos resultados también pueden explicarse por el hecho de que el material de partida eran brotes juveniles, obtenidos tras podar los árboles en forma sucesiva.

Según Hartmann y Kester (1998), en un gran número de plantas, se forman raíces adventicias de manera natural y estas pueden ser de dos tipos: raíces preformadas y raíces de lesiones. Las primeras se forman naturalmente en los tallos o ramas cuando todavía están adheridas a la planta madre pero no emergen hasta después de cortar la porción de tallo, en cambio, las raíces de lesiones se desarrollan sólo después de que se ha hecho la estaquilla, como una respuesta al efecto de la lesión al preparar la misma. En este caso, las células vivientes que están en la superficie cortada son lesionadas, quedando expuestas las células muertas y las conductoras del xilema. El proceso subsecuente de cicatrización y regeneración ocurre en tres pasos:

Primero, al morir las células externas lesionadas, se forma una placa necrótica que sella la herida con un material suberoso (suberina) y tapa el xilema con exudados y de esta manera, se protege la superficie cortada de la desecación. Segundo, después de unos días, las células que están en la zona interna de la placa empiezan a dividirse y se puede formar una capa de células de parénquima y tercero, en ciertas células próximas al cambium vascular y al floema se empiezan a iniciar raíces adventicias.

Los cambios anatómicos que se observan en la estaquilla durante la iniciación de las raíces comienzan con una desdiferenciación de células maduras específicas y la formación de iniciales de raíz en ciertas células cercanas a los haces vasculares, las cuales se han vuelto meristemáticas por desdiferenciación. Posteriormente, estas células iniciales de raíz dan origen a primordios de raíces organizadas y luego tiene lugar la emergencia de estos primordios radicales hacia afuera a través del tejido de la estaquilla, más la formación de conexiones vasculares entre los primordios y los tejidos conductores de la propia estaquilla.

La ubicación precisa dentro de la estaquilla de los sitios en que se originan las raíces adventicias en *Parkinsonia aculeata* es usualmente fuera del núcleo central del tejido vascular, que al salir de la estaquilla forman una cofia, incluyendo los tejidos propios de la raíz y la conexión vascular completa con la estaquilla. Esau (1965) determinó que las raíces adventicias generalmente se originan dentro del tallo (endógenamente) cerca del cilindro vascular, justo fuera del cambium.

5. CONCLUSIONES

1. Se ha comprobado el efecto positivo de pretratamientos de rejuvenecimiento (podas sucesivas) a las plantas madres para la obtención de material con características juveniles.
2. *Parkinsonia aculeata* puede propagarse por enraizamiento de estaquillas obtenidas de renuevos basales de plantas adultas.
3. Se ha demostrado un porcentaje similar de enraizamiento, utilizando altas concentraciones de AIB y bajas concentraciones de ANA.

REFERENCIAS

- Abedini, W. I.; P. Boeri; S. Galarco; L. Huergo; S. Ledo; L. Marinucci; M. Rivas; M. Ruscitti y S. Sharry. 1997^a. Vegetative propagation of native forest species in order to restore degraded ecosystems. International Symposium on Biotechnology of Tropical and Subtropical Species. Australia. Queensland. Brisbane Parkroyal.
- Abedini, W. I. y M. Ruscitti. 1997^b. Aplicación de la biotecnología vegetal para propagar una especie nativa de uso medicinal. II Congreso Mundial de Plantas Aromáticas y Medicinales para el Bienestar de la Humanidad. Mendoza, Argentina, pp: 210.
- Ahuja, M. S. y H. J. Muhs. 1985. *In vitro* techniques in clonal propagation of forest tree species. En: Advances in Agricultural Biotechnology. *In vitro* techniques propagation and long term storage. Eds: Schäfer-Menuhr, A. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers. The Netherlands, pp: 41-49.
- Bajarczuk, K. 1983. Propagation of green magnolia cuttings using various rooting stimulants. Plant Propagator, 29 (1): 4-7.
- Boeri, P. y W. I. Abedini. 1997. *Parkinsonia aculeata*: especie forestal de interés medicinal. VI Congreso Italo-Latinoamericano de Etnomedicina. Antigua Guatemala. Guatemala, pp: 33.
- Bonga, J. M. 1982. Vegetative propagation in relation to juvenility, maturity and rejuvenation. En: Tissue Culture in Forestry. Eds: J. M. Bonga y D. J. Durzan. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk, Publishers. The Netherlands, pp: 387-412.
- Boulay, M. 1985. Aspects pratiques de la multiplication *in vitro* des essences forestières. Annales AFOCEL, 1984: 7-43.
- Brown, C. L. y H. C. Sommer. 1982. Vegetative propagation of dicotyledonous trees. En: Tissue Culture in Forestry. Ed: J. M. Bonga y D. J. Durzan. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers. The Hague, pp: 109-149.
- Burkart, A. 1952. Las leguminosas argentinas (silvestres y cultivadas). ACME, 2° edición. 569 pág.
- Delucchi, G. y R. Correa. 1992. Las especies vegetales amenazadas de la Provincia de Buenos Aires. Situación Ambiental de la provincia de Buenos Aires. Recursos y rasgos naturales en la evaluación ambiental. Año II –N° 14.
- Durzan, D. J. 1984. Special problems: Adult vs. juvenile explants. En: Handbook of Plant Cell Culture. Crop Series. Eds: W. R. Sharp; D. A. Evans; P. V. Ammirato y Y. Yamada. Collier Macmillan. New York, 2: 471-503.
- Esau, K. 1965. Vascular differentiation in Plants Holt, Rinehart et Winston, New York, 160 pp.
- Ewald, D. y Kretschmar. 1996. The influence of micrografting *in vitro* on tissue culture behavior and vegetative propagation of old European larch trees. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 44: 249-252.
- Francllet, A.; M. Boulay; F. Bekkaoui; Y. Fouret; B. Verschoore-Martouzet y N. Walker. 1987. Rejuvenation. En: Cell and Tissue Culture in Forestry. General Principles and Biotechnology. J. M. Bonga y D. J. Durzan (eds.). Martinus Nijhoff, Dordrecht, The Netherlands, 1: 232-248.
- Grace, N. H. 1939. Vegetative propagation of conifers. I. Rooting of cuttings taken from the upper and lower regions of a Norway spruce tree. Can. J. Res., Ser. C., 17: 178-180.
- Gupta, P. K. y D. J. Durzan. 1987. Micropropagation and phase specificity in mature elite Douglas fir. J. Amer. Soc. Hortic. Sci., 112: 969-971.
- Hackett, W. P. 1988. Donor plant maturation and adventitious root formation. En: Adventitious Root Formation in Cuttings. Advances in Plant Science Series. Eds.: D. V. Davis; B. Haissig y N. Sankhla. 2: 11-28.

- Hartmann, H. T. y Hansen, C. J.. 1958. Effect of season of collecting, indolebutyric acid and pre-planting storage treatments on rooting of Marianna plum, peach and quince hardwood cuttings. Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci., 71: 57-66.
- Hartmann, H. T. y D. E. Kester. 1998. Propagación de plantas. Ed. CECSA.
- Hasnain, S. y W. Cheliak. 1986. Tissue culture in forestry: economic and genetic potential. The Forestry Chronicle, 62: 219-225.
- Hieronymus, J. 1882. Plantae diaphoricae florum argentinae. Bot. Acad. Nac. Cs. Córdoba 4. Argentina.
- Hovind, J. 1984. Propagating conifers from cuttings. II Gartneryrket, 74 (34): 822-826.
- Kawata, K.; C. Ushida; F. Kawai; M. Kanamori y A. Kuriyama. 1995. Micropropagation of Passion fruit from subcultured multiple shoot primordia. J. Plant Physiol., 147: 281-284.
- Kleinschmit, J. 1974. A program for large scale cutting propagation of Norway Spruce. N. Z. J. For. Sci., 4: 359-366.
- Kretzschmar, U. y D. Ewald. 1994. Vegetative propagation of 140 year old *Larix decidua* trees by different *in vitro* techniques. J. Plant Physiol., 144: 627-630.
- Lo, K. H. 1997. Factors affecting shoot organogenesis in leaf disc culture of African violet. Scientia Horticulturae, 72: 49-57.
- Martínez-Crovetto, R. 1964. Estudios etnobotánicos I. Nombres de plantas y su utilidad según los indios tobos del Este del Chaco. Bonplandia, 1 (4) :279.
- Martínez Pastur, G; Buduba, C.; Boyeras, F.; Abedini, W. I. y Beltrano, J.. 1994. Análisis de la Ciclófisis y la Topófisis en *Populus deltoides* Bartr. desde la formación del estaquero hasta una plantación comercial. Revista Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales. España, 3 (2): 125-133.
- Mckeand, S. E. y J. Weirr. 1984. Tissue culture and forest productivity. J. For., 82: 212-218.
- Mei Yuan; W. H. Carlson; R. D. Heins y A. C. Cameron. 1998. Determining the duration of the juvenile phase of *Coreopsis grandiflora* (Hogg ex Sweet.), *Gaillardia x grandiflora* (Van Houtte); *Heuchera sanguinea* (Engelm.) and *Rudbeckia fulgida* (Ait.). Scientia Horticulturae, 72:135-150.
- Monteuuis, O. 1985. La multiplication végétative du sequoia géant en vue du clonage. Annales AFOCEL, 1984: 139-171.
- Novara, L. 1984. Las utilidades de los géneros de antófitos del nordeste del Valle de Lerma. Univ. Nac. de Salta, Argentina.
- Parodi, L. 1939. Los bosques naturales de la Prov. de Buenos Aires. Acad. Nac. de Cs. Exactas y Nat. de Bs.As.
- Pierik, R. L. M. 1990. Rejuvenation and micropropagation. En: Progress in Plant Cellular and Molecular Biology. H. J. J. Nijkamp, L. H. W. Van der Plas y J. Van Aartrijk (eds.). Kluwer Academic, Dordrecht, The Netherlands, pp: 99-101.
- Pierik, R. L. M.; J. Oosterkamp y M. A. C. Ebbing. 1997. Factors controlling adventitious root formation of explants from juvenile and adult *Quercus robur* "fastigata". Scientia Horticulturae, 71: 87-92.
- Polikarpova, F. y Tikhomirov, A. I. 1986. Propagation of clonal apple rootstocks from hardwood cuttings. Sadovodstvo, 3: 11-12.
- Puroshotham, K. y Sulladmath, U. V.. 1985. Studies on the rooting of invigorated sucker cuttings of coffee. J. Coffee Res. (India), 15 (1-2): 21-28.
- Ratera, E. y M. Ratera. 1980. Plantas de la flora argentina empleadas en medicina popular. Buenos Aires. Hemisferio Sur (eds.).
- Rediske, J. 1978. Vegetative propagation in forestry. Proc. 26th North-eastern Forest Tree Improvement Conf. State College P. A., pp: 1-12.
- Tinto, J. 1977. Utilización de los Recursos Forestales Argentinos. Instituto Forestal Nacional. Subsecretaría de Recursos Naturales Renovables y Ecología. Ministerio de Economía. Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería. Folleto técnico forestal, 41: 68.
- Verettoni, H.. 1985. Contribución al conocimiento de las plantas medicinales de la región de Bahía Blanca. Univ. Nac. del Sur. Argentina.

