

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PROMOCIÓN DE LA NEOFORMACIÓN DE RAÍCES EN MATERIALES
CLONALES DE MEMBRILLEROS
(*Cydonia oblonga* Mill.)

por

Glenda Dorhian GARCÍA BENITEZ

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2015

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. MSc. Antonio Formento Franzia

Ing. Agr. MSc. Danilo Cabrera

Ing. Agr. Oscar Bentancur

Fecha: 21 de julio de 2015

Autor: -----
Glenda Dorhian García Benitez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República por haberme brindado la posibilidad de poder estudiar en dicha Casa de Estudios.

Gracias al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, especialmente al Ingeniero Agrónomo Danilo Cabrera por la ayuda brindada. Gracias al Ingeniero Agrónomo Oscar Bentancur por la asesoría en estadística. Me siento muy orgullosa de haber tenido al Ingeniero Agrónomo Antonio Formento Franzia como director de tesis, a quien le agradezco por compartir sus conocimientos, por su comprensión en momentos difíciles y por su colaboración en este trabajo final.

Gracias al Fondo de Solidaridad, ya que sin su beca de apoyo económico me hubiera sido imposible estudiar en la Facultad de Agronomía y culminar mis estudios de grado.

Y finalmente gracias a mi familia...

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. EL CULTIVO DEL PERAL EN URUGUAY	3
2.2. EL MEMBRILLERO COMO PORTAINJERTO DEL PERAL ...	5
2.3. PROPAGACIÓN DE LOS MEMBRILLEROS	7
2.3.1. <u>Formación de raíces adventicias</u>	7
2.3.2. <u>Formación del callo</u>	9
2.3.3. <u>Tipo de madera seleccionada</u>	9
2.3.4. <u>Época del año</u>	10
2.4. ESTRATIFICACIÓN	10
2.5. UTILIZACIÓN DE REGULADORES DEL CRECIMIENTO VEGETAL	11
2.5.1. <u>Auxinas</u>	12
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	14
3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DISEÑO DEL ENSAYO ...	14
3.2. MANEJO EXPERIMENTAL	15
3.3. PARÁMETROS RELEVADOS	19
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	22
4. <u>RESULTADOS</u>	23
4.1. EFECTOS PRINCIPALES	23
4.1.1. <u>Material vegetal</u>	23
4.1.2. <u>Momento de extracción de estacas</u>	24
4.1.3. <u>Estratificación</u>	25
4.1.4. <u>Efecto del regulador de crecimiento vegetal</u>	26
4.2. INTERACCIONES DOBLES	27
4.2.1. <u>Material vegetal x estratificación</u>	27
4.2.2. <u>Material vegetal x regulador de crecimiento vegetal</u>	29
4.2.3. <u>Material vegetal x momento de extracción de estacas</u> ...	30
4.3. INTERACCIÓN TRIPLE	31
4.3.1. <u>Material vegetal x estratificación x regulador de crecimiento vegetal</u>	31
5. <u>DISCUSIÓN</u>	35

5.1. EFECTOS PRINCIPALES	35
5.1.1. <u>Material vegetal</u>	35
5.1.2. <u>Momento de extracción de estacas</u>	35
5.1.3. <u>Estratificación</u>	35
5.1.4. <u>Efecto del regulador de crecimiento vegetal</u>	35
5.2. INTERACCIONES DOBLES	36
5.2.1. <u>Material vegetal x estratificación</u>	36
5.2.2. <u>Material vegetal x regulador de crecimiento vegetal</u>	36
5.2.3. <u>Material vegetal x momento de extracción de estacas</u> ...	36
5.3. INTERACCIÓN TRIPLE.....	36
5.3.1. <u>Material vegetal x estratificación x regulador de crecimiento vegetal</u>	36
6. <u>CONCLUSIONES</u>	37
7. <u>RESUMEN</u>	38
8. <u>SUMMARY</u>	39
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	40

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Evolución de la producción uruguaya de peras, en toneladas	3
2. Superficie y producción	3
3. Evolución del número de plantas según variedad para la zafra 2010 – 2013	3
4. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Material vegetal	23
5. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Momento de extracción de estacas	25
6. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Estratificación	25
7. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Regulador de crecimiento vegetal	26
8. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Interacción material vegetal x estratificación	28
9. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Interacción material vegetal x regulador de crecimiento vegetal.....	29
10. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Interacción material vegetal x momento de extracción de estacas..	30
11. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Interacción material vegetal x estratificación x regulador de crecimiento vegetal	32
Esquema No.	
1. Momento de extracción de estacas y tratamientos.....	17

Figura No.

1. Plano del ensayo.....	19
--------------------------	----

Fotografía No.

1. EM C	14
2. BA 29	14
3. ADAMS	15
4. PROVENCE	15
5. Estacas de EM C	16
6. Estacas de BA 29	16
7. Estacas de ADAMS	17
8. Estacas de PROVENCE	17
9. Estacas enraizadas en el vivero	20
10. Raíces neoformadas	21

Gráfica No.

1. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Material vegetal	24
2. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Momento de extracción de estacas	25
3. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Estratificación	26
4. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Regulador de crecimiento vegetal	27

5. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Interacción material vegetal x estratificación	28
6. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Interacción material vegetal x regulador de crecimiento vegetal....	29
7. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Interacción material vegetal x momento de extracción de estacas.	31
8. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Interacción material vegetal x estratificación x regulador de crecimiento vegetal	33

1. INTRODUCCIÓN

La pera (*Pyrus communis* L.), de acuerdo a las tendencias que expresa el sector de exportación de frutos del país, parece estar cobrando cada vez más importancia.

De ser esto sostenible y a los fines de hacer implantaciones de montes de calidad, se deberá partir de materiales genéticos probados y libres de virus, así como también con la mejor combinación portainjerto-intermediario-cultivar.

Los perales se pueden propagar sobre materiales de otra especie: los membrilleros (*Cydonia oblonga* Mill.), con resultados variables. La obtención de estos portainjertos se hace por métodos vegetativos y existe preocupación en los viveros por conocer el método que permita obtener la mayor y mejor cantidad de barbados para estos fines.

La emisión de raíces neoformadas en las estaquillas depende de la cantidad de reservas que el material vegetal (estaca) sea capaz de almacenar durante el ciclo vegetativo así como también, del estímulo que las sustancias de acción hormonal con efectos rizogénicos puedan llegar a producirle. En este sentido se ha demostrado que la promoción de raíces neoformadas en las estaquillas puede ser mejoradas sustancialmente tratándolas en distintos momentos, con sustancias de acción hormonal.

El objetivo general de este trabajo es el de conocer las prácticas de manejo de membrilleros que permitan obtener la mayor cantidad de portainjertos adecuados para la propagación del peral.

A los efectos de este trabajo, se expresan los siguientes objetivos específicos:

- a) comparar la capacidad neoformadora de raíces de los membrilleros Adams, BA 29, EM C y el Provence (membrillero criollo)
- b) evaluar la influencia de la fecha de extracción de las estacas de los membrilleros sobre la capacidad neoformadora de raíces
- c) evaluar la respuesta de las estacas a la estratificación
- d) evaluar el efecto del tratamiento con ácido indolbutírico sobre el enraizamiento de las estacas

e) analizar la interacción que pudiera existir entre el material genético, la fecha de extracción de las estacas, la estratificación y la acción de las sustancias de acción hormonal, sobre el enraizamiento de estacas de membrilleros.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. EL CULTIVO DEL PERAL EN URUGUAY

La producción de frutas de hoja caduca se concentra en la zona sur del país. La pera es el segundo frutal de pepita en producción, que produce entre 14 y 18 mil toneladas de fruta al año. En el Cuadro No. 1 se puede observar la evolución de la producción entre los años 2004 y 2012.

Cuadro No. 1. Evolución de la producción uruguaya de peras, en toneladas

2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
19161	18449	17911	18698	15955	13272	18702	14796	18268

Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2013)

En la zafra 2011/12, la Encuesta frutícola de hoja caduca (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2013) registró 6836 hectáreas de frutales, siendo la superficie ocupada por perales la de 915 y estableciendo además que el 95.1% de plantas estaban en producción.

Cuadro No. 2. Superficie y producción

Concepto	Totales	Perales
Superficie total en hectáreas	6836	915
Superficie en producción, hás.	6499	877
Plantas totales	6168	730
Plantas en producción	5765	654
Producción, toneladas	102070	18268

Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2013)

El cultivar de pera William's Bon Chretien (conocida a nivel interno también como "Pera Francesa") es el que presenta mayor superficie plantada en el país, cultivar que se ha adaptado muy bien produciendo frutos partenocárpicos (Cabrera et al., 2007).

Los otros cultivares, que se cultivan en menor escala, son aquellos con los que el productor busca encontrar producto de primicia, como lo son: Santa María Morettini, Favorita de Clapps y Early Bon Chretien, o aquellos que ofrecen mayor vida poscosecha, como Packham's Triumph y D'Anjou (Cabrera et al., 2007).

Algunas empresas privadas están realizando emprendimientos importantes apuntando al mercado europeo con otros cultivares tales como Abate Fetel y Conference (Cabrera et al., 2007).

En cuanto a la cantidad de plantas, se evidencia un ligero crecimiento en el stock de las mismas para el año 2012, con un leve descenso en el año 2013 (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2013). Para el año 2013 es de destacar que el incremento corresponde mayoritariamente a la variedad Abate Fetel que, en términos de plantas, ha pasado actualmente a ser la segunda en orden de importancia (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2013).

Cuadro No.3. Evolución del número de plantas según variedad para la zafra 2010 – 2013

Cultivares	2010		2011		2012		2013	
	miles	%	miles	%	miles	%	miles	%
TOTAL	734	100	728	100	730	100	706	100
William's	494	67	n/d	n/d	493	68	478	68
Abate Fetel	99	13	n/d	n/d	96	13	119	17
Packham's Triumph	69	9	n/d	n/d	67	9	69	10
Otras	72	11	n/d	n/d	74	10	40	5

Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2013)

Entre los frutos de hoja caduca, la pera es uno de los sectores con mayor trayectoria de exportación, siendo Brasil el principal destino de venta, seguido por Italia y otros países de Europa (Cabrera et al., 2007).

El 70% de las plantaciones de peral del país están injertadas sobre membrillero tipo Angers y poseen una edad de más de 20 años (Cabrera et al., 2007).

Las plantaciones más antiguas se han conducido en Vaso Abierto y en densidades de entre 500 y 600 plantas por hectárea. El uso de las nuevas combinaciones de portainjerto-interinjerto-variedad, ha cambiado por completo el manejo y la conducción del cultivo del peral. En este sentido las nuevas plantaciones se conducen en Eje Central y a densidades que oscilan entre las 1.000 y 5.000 plantas por hectárea. Las densidades más bajas corresponden a combinaciones tales como William's con intermediario de Beurré Hardy y membrillero BA 29 como portainjerto y las más altas para combinaciones como Abate Fetel con membrilleros mas enanzantes como Adams o EM C (Cabrera et al., 2007).

2.2. EL MEMBRILLERO COMO PORTAINJERTO DEL PERAL

Los membrilleros (*Cydonia oblonga* Mill.) son arbustos pequeños, de hoja caduca y sin espinas, que poseen yemas pequeñas, pubescentes y con pocas escamas. Sus hojas son pecioladas, estipuladas y enteras. Poseen flores blancas o rosadas, terminales, solitarias al final de los brotes. El ovario es ínfero, con 5 lóculos, cada uno con numerosos óvulos. El fruto es un pomo de muchas semillas y piriforme (Westwood, 1982).

El género consta de una sola especie, *Cydonia oblonga* Mill., natural de las regiones más cálidas del Sureste de Europa y Asia Menor y pertenece a la familia de las Rosáceas, subfamilia Pomoideas. Genéticamente presenta un número básico de cromosomas de 17 y el somático de 34. Se emplea principalmente para confituras y para la preparación de dulces de corte, mermeladas y gelatinas (Westwood, 1982).

En lo que respecta a la propagación de plantas, estos materiales se utilizan como porta-injertos enanizantes en la propagación del peral (Westwood, 1982).

En el pasado, el cultivo del peral se llevó a cabo con árboles grandes, injertados sobre portainjertos del género *Pyrus*, que eran plantados a bajas densidades, los que aún hoy existen y que son de manejo engorroso. Es por ello que uno de los objetivos principales de la producción de pera sea el de reducir el porte de los árboles sustituyendo los porta-injertos francos (originados de propagación sexual) por porta-injertos clonales de membrilleros, con lo que se obtiene una determinada reducción del porte de la planta (Hartmann et al., citados por Pio et al., 2007a).

Se ha demostrado que los árboles de menor porte favorecen los manejos culturales y permiten además, aumentar la densidad de plantación. Más allá de la utilización de la técnica de injertación, la utilización de porta-injertos de especie y/o género diferenciado, favorece aun más la reducción del porte de la planta, por la menor afinidad entre los tejidos del cambium de ambas especies (Hartmann et al., citados por Pio et al., 2007a).

Según Asín et al. (2007), los membrilleros se clasifican en tres grupos a saber:

- a) los del tipo Provence, entre los que se destaca el BA 29,
- b) los del tipo Angers, donde los mas difundidos son el EM-A, Sydo y Adams y,
- c) los del tipo C, coleccionados en East Malling (Inglaterra), donde el EM C es el más importante y más utilizado en los países del norte de Europa.

Dalmau e Iglesias, citados por Asín et al. (2007) señalan que, comparativamente, el tipo Provence presenta una mayor adaptación a los suelos calcáreos y por tanto, una menor sensibilidad a la clorosis férrica en comparación con los del tipo Angers. En cambio, los de tipo C, presentan una mayor sensibilidad a la clorosis férrica y presentan además, un anclaje deficiente.

Con referencia al vigor, los materiales del tipo C suelen presentar el menor vigor, los del tipo Angers intermedio, siendo los del tipo Provence los membrilleros que confieren mas vigor a los cultivares (Asín et al., 2007).

Por otra parte, Hartmann y Kester (1998) señalan también estas características en los diferentes grupos de membrilleros y destacan la facilidad de enraizamiento que presentan los membrilleros del tipo Angers y su buen comportamiento en el vivero. Además señalan que los membrilleros del tipo Provence son más resistentes a las temperaturas bajas del invierno.

Bellini, citado por Giacobbo et al. (2007) señala que las principales características del cultivar EM C son la buena capacidad de enraizamiento por estaca, la alta precocidad en el inicio de la producción y el vigor conferido.

Finalmente, Asín et al. (2007) sugieren que los portainjertos de membrilleros infunden buen comportamiento productivo al peral, promoviéndole una rápida entrada en producción, una mayor eficiencia productiva, un menor vigor y un mayor calibre de frutos. Estos autores señalan, además, que los problemas más destacados de los membrilleros son, por una parte, la deficiente compatibilidad con ciertos cultivares de perales que origina, por un lado plantaciones con crecimientos irregulares y bajas producciones y por el otro, alta sensibilidad a la clorosis férrica.

Según Bernard (2007), los membrilleros del tipo Provence presentan una compatibilidad media con la mayoría de los cultivares.

La utilización de diversos intermediarios o “filtros” (porción del tronco injertado entre el portainjerto membrillero y el cultivar comercial), ha permitido solucionar en parte el problema de la incompatibilidad del membrillero con el peral (Asín et al., 2007).

Por otra parte, Bernard (2007) establece que otra solución sería la del afrancamiento, que permite compensar en parte, la mala afinidad con los membrilleros de Provence.

2.3. PROPAGACIÓN DE LOS MEMBRILLEROS

A pesar de que los membrilleros poseen semillas viables, la desuniformidad generada por la reproducción sexual no es deseada en los establecimientos comerciales. De este modo, la propagación vegetativa se estableció como la técnica más viable para el proceso de la formación de mudas de membrillero (Hartmann et al., citados por Pio et al., 2007c).

Entre las ventajas de la propagación vegetativa, se citan el mantenimiento de las características genéticas de las plantas madres, la uniformidad del material obtenido, el porte reducido y la precocidad de la producción (Hartmann et al., citados por Pio et al., 2007c).

Pero la reproducción asexual también tiene limitaciones notorias que se deben tener bien en cuenta. Así Campana y Ochoa (2007) citan la posibilidad de transmisión de enfermedades causadas por virus, bacterias y otros organismos, la ausencia de variabilidad genética y la mutación de yemas.

Hartmann y Kester (1998) señalan la facilidad en el mantenimiento de los clones, la posibilidad de propagar plantas sin semilla, el evitar períodos juveniles prolongados, el control de la forma de crecimiento y la combinación de los clones.

Entre las técnicas de propagación vegetativa del membrillero, se destaca la propagación por estacas, por acodo y por injerto (Hartmann et al., citados por Pio et al., 2007b), que dependerá de la posibilidad de formar raíces adventicias.

2.3.1. Formación de raíces adventicias

La capacidad para regenerar la estructura entera de la planta depende de dos características fundamentales de las células vegetales: una es la totipotencia y la segunda la desdiferenciación (Hartmann y Kester, 1998).

La totipotencia es una propiedad inherente de las células vegetales de manifestar, en momentos diferentes y sobre estímulos apropiados la potencialidad de iniciar un nuevo individuo multicelular. La desdiferenciación es el proceso en el cual una célula diferenciada pierde sus características específicas, reasumiendo actividades meristemáticas. Por ejemplo, en el proceso de organogénesis indirecta el pasaje hacia la fase de callo es un proceso de desdiferenciación, en el cual las células pierden su identidad original y asumen características más simples (Torres et al., s.f.).

En la propagación por estacas sólo es necesario que se forme un nuevo sistema de raíces adventicias, ya que existe un sistema caulinar en potencia, ubicado en las yemas (Hartmann y Kester, 1998).

Las raíces en las estacas de tallo pueden originarse en varios puntos a lo largo de la estaca pudiendo llegar a ser “adventicias”, ya que no se han formado a partir del periciclo de la raíz y sí pueden aparecer alrededor de un nudo, en la base o penetrando la epidermis de la estaca (Paparozzi, 2008).

En base a estos fundamentos, se considera que las raíces adventicias pueden originarse ya sea de raíces preformadas o de raíces de lesiones.

Las primeras son aquellas que están diferenciadas en el tallo antes de cortarlo y sólo tienen que crecer hasta el exterior cuando las estacas son colocadas en condiciones adecuadas para ello. Este tipo de raíces pueden encontrarse en especies como *Cydonia* spp. y *Malus* spp (Campana y Ochoa, 2007).

Las segundas son aquellas raíces adventicias que se forman después de haber cortado la estaca de la planta madre y colocado en condiciones favorables para que se produzca el enraizamiento (Campana y Ochoa, 2007).

Según Hartmann y Kester (1998), cuando se corta una estaca, las células vivas que están en las superficies cortadas son lesionadas y se promueve un proceso de cicatrización y regeneración, proceso que ocurre en tres pasos, a saber:

- 1) al morir las células externas lesionadas, se forma una placa necrótica que sella la herida con suberina y tapa el xilema con goma, protegiendo las superficies cortadas de la desecación,
- 2) después de unos cuantos días, las células que están detrás de la placa empiezan a dividirse y se puede formar una capa de células de parénquima desordenado: el callo,
- 3) finalmente, se empiezan a iniciar las células adventicias en ciertas células próximas al cambium vascular y al floema.

En plantas leñosas perennes, en las cuales hay una o más capas de xilema y floema secundario, las raíces adventicias se originan a partir de células del parénquima, principalmente del xilema secundario joven. A veces lo hacen de otros tejidos como los radios vasculares, el cambium, el floema, las lenticelas o la médula (Hartmann y Kester, 1998).

El tiempo que tarda el crecimiento de las células iniciales de la raíz después de la colocación de las estacas en las camas de propagación varía mucho (Hartmann y Kester, 1998).

En este sentido, hay que tener en cuenta que las raíces preformadas, también denominadas primordios de raíz o latentes, generalmente permanecen en letargo hasta que se hacen estacas de los tallos y se colocan en condiciones ambientales favorables para el crecimiento posterior y la emergencia de los primordios como raíces adventicias (Hartmann y Kester, 1998).

En algunas especies, como el membrillero, el grosellero y algunas especies y cultivares de manzano, se presentan estos primordios de raíces preformadas en los nudos. En estas plantas, el problema está en la forma de inducir la elongación de la raíz, más que en su iniciación (Westwood, 1982).

2.3.2. Formación del callo

Cuando una estaca se coloca en condiciones ambientales favorables para el enraizamiento, de ordinario se produce cierta cantidad de callo en su extremo basal (Hartmann y Kester, 1998).

El callo es una masa irregular de células parenquimatosas en varios estados de lignificación, que prolifera de células jóvenes que se encuentran en la base de la estaca en la región del cambium vascular, aunque también pueden contribuir a esto las células de la corteza y de la médula (Hartmann y Kester, 1998).

2.3.3. Tipo de madera seleccionada

Hartmann y Kester (1998) destacan que hay muchas posibilidades de escoger el tipo de material a usar, abarcando desde las ramas terminales muy suculentas del crecimiento del año hasta grandes estacas de madera dura de varios años de edad. Estos autores señalan que el mayor enraizamiento se obtiene de la porción basal de las estacas, debido a la acumulación de carbohidratos, y donde posiblemente se han formado algunas células iniciales de raíces. Campana y Ochoa (2007) establecen que las mejores ramas para estacas son aquellas que tienen vigor moderado y los carbohidratos de reserva necesarios para el proceso de enraizamiento y posterior brotación y concuerdan con lo afirmado por Hartmann y Kester (1998) en cuanto a que las partes media y basal de las ramas se consideran mejores para hacer las estacas.

Campana y Ochoa (2007) señalan que las condiciones fisiológicas de una rama en estado de floración son antagónicas con la rizogénesis; por lo cual, es importante recolectar ramas en estado vegetativo para la propagación por estacas.

Finalmente, Hartmann y Kester (1998), establecen que en la preparación de las estacas, es aconsejable que se deje en su base un “talón”, o sea una pequeña porción de la madera más vieja, a fin de obtener un máximo de enraizamiento. En algunos ensayos con membrilleros, estos autores obtuvieron un enraizamiento considerablemente mayor usando estacas con talón, debido tal vez a la presencia, en la madera más vieja, de células iniciales de raíces preformadas.

2.3.4. Época del año

En algunos casos, la estación del año puede tener enorme influencia en los resultados obtenidos y puede ser la clave para obtener un enraizamiento exitoso. En la propagación de especies caducas, es posible tomar estacas de madera dura en cualquier época desde justo antes de la caída de las hojas en el otoño hasta que se empiezan a desarrollar las yemas en primavera. En especies de fácil enraizamiento, la época precisa es de poca importancia cuando las estacas se hacen durante la estación de reposo (Hartmann y Kester, 1998).

Si la brotación de las estacas se produce previo a la formación de las raíces, las estacas mueren una vez agotadas sus reservas. En este sentido, sería importante que se produzca primero un buen sistema radical y que luego broten las yemas, de manera que los brotes puedan satisfacer sus demandas hídricas sin dificultad (Campana y Ochoa, 2007).

2.4. ESTRATIFICACIÓN

Un método utilizado para aumentar el potencial de enraizamiento de las estacas leñosas es la estratificación de las mismas en un lecho de arena humedecido a bajas temperaturas (inferiores a 7,2 °C). Esta técnica posee como finalidad evitar que el material propagativo quede expuesto de la luz y suplir la necesidad de frío, con el objetivo de superar la endodormancia de las yemas y aumentar el enraizamiento de las estacas (Biasi, citado por Pio et al., 2007c).

Campana y Ochoa (2007) destacan que la disposición invertida de las estacas permite que la zona basal de las mismas esté ubicada en un lugar más cálido y aireado que facilita la formación del callo y posiblemente, un comienzo de la iniciación radical.

Otra manera es colocar las estacas dentro de bolsas de polietileno y ubicarlas en heladeras a 7 °C (Campana y Ochoa, 2007).

2.5. UTILIZACIÓN DE REGULADORES DEL CRECIMIENTO VEGETAL

Las sustancias reguladoras del crecimiento son mensajeros químicos producidos en una célula o tejido y modulan procesos celulares en otra célula mediante la interacción con proteínas receptoras específicas (Taiz y Zeiger, 2006).

Fachinello, citado por Rufato et al. (2001) afirma que la utilización de reguladores de crecimiento en el enraizamiento es una práctica largamente difundida pudiendo, en muchas especies de difícil enraizamiento, viabilizar la producción de mudas a través de las estacas.

En este caso, las estacas son comúnmente tratadas con dichos reguladores de crecimiento para promover la formación de las raíces adventicias porque, como ha demostrado Ruter (2008), estas sustancias son capaces de:

- 1) acelerar la formación de las raíces,
- 2) aumentar el porcentaje de enraizamiento,
- 3) aumentar la uniformidad de enraizamiento,
- 4) aumentar la calidad y el número de raíces por estaca.

Varias clases de reguladores de crecimiento influyen en la iniciación de raíces, como las auxinas, las citoquininas, las giberelinas, el ácido abscísico y el etileno.

Las auxinas, de acuerdo a Hartmann y Kester (1998) son las que ejercen mayor efecto en la formación de raíces en las estacas.

2.5.1. Auxinas

El primer compuesto químico promotor de raíces descubierto en la década de 1930 fue la auxina de ocurrencia natural, el ácido indol-3-acético (AIA) (Ruter, 2008).

El AIA, como tal, no es usado para la propagación de plantas mediante estacas debido a que es sensible a factores ambientales y es fácilmente degradado por la luz. Por esto se usan comúnmente dos auxinas sintéticas a saber: el ácido indol butírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA). Estos dos químicos pueden ser aplicados de dos formas: colocándolos directamente en la base de las estacas o esquejes en forma de polvo para lo cual se los encuentra “disueltos” en talco, o como inmersión o pulverización líquida mediante la utilización de soluciones preparadas al respecto (Ruter, 2008).

Dentro de sus actividades biológicas se incluyen las de promover:

- la elongación celular en coleóptilos y secciones de tallo,
- la división celular en cultivos de callo en presencia de citoquininas y
- la formación de raíces adventicias en hojas y tallos independientes (Taiz y Zeiger, 2006).

La biosíntesis de AIA está asociada con tejidos de rápida división y crecimiento, especialmente en brotes. Aunque virtualmente todos los tejidos de la planta parecen ser capaces de producir bajos niveles de AIA, los meristemas apicales de los brotes y las hojas jóvenes son los sitios primarios de síntesis (Ljung et al., citados por Taiz y Zeiger, 2006).

Se ha confirmado muchas veces que la auxina es un requerimiento para la iniciación de raíces adventicias en los tallos y que la división de las primeras células iniciales depende de la presencia de auxina, ya sea natural o sintética (Hartmann y Kester, 1998).

Wareing y Phillips, citados por Pio et al. (2007c) señalan que la ácido indolacético-oxidasa (AIA-oxidasa) es un sistema enzimático que ocurre en varias plantas y que cataliza la degradación del ácido indolacético, forma nuevos compuestos e inactiva la iniciación radicular promovida por la auxina.

Biasi, citado por Pio et al. (2007b) establece, por otra parte, que la inhibición de la AIA-oxidasa, provocada por la presencia de ciertos compuestos fenólicos, como el ácido clorogénico y el ácido cafeico, favorecen el enraizamiento de las estacas. Maynard y Bassuk, citados por Pio et al. (2007c) explican que la estratificación de las estacas provoca alteraciones en el

contenido de los compuestos fenólicos que desempeñan un importante papel en el metabolismo de las auxinas, actuando como cofactores de las auxinas e inhibiendo la AIA-oxidasa. Hartmann et al., citados por Pio et al. (2007c) señalan que la estratificación promueve la iniciación de primordios radicales en la base de la estaca e impide el desenvolvimiento precoz de las brotaciones, las cuales tendrían efecto perjudicial, agotando sus reservas y provocando deshidratación por la transpiración de las brotaciones.

Hartmann y Kester (1998) indican que para uso general en el enraizamiento de estacas de tallo de la mayoría de las especies de plantas, se recomienda el ácido indolbutírico o a veces el ácido naftalenacético. Señalan además, que el ácido indolbutírico es mucho más fotoestable que el ácido indolacético, con la ventaja adicional de que en la planta, el sistema de la AIA-oxidasa no tiene efecto sobre el ácido indolbutírico.

Según Hartmann y Kester (1998), los mejores resultados se obtienen con las aplicaciones basales de auxinas sintéticas. En los primeros trabajos, las aplicaciones se hicieron en los extremos apicales, basándose en la teoría de que el flujo de las auxinas naturales ocurre en dirección basípeta. Sin embargo, en ensayos posteriores se descubrió que las aplicaciones basales eran mas efectivas, ya que la mayor parte de las auxinas permanecían en la porción basal.

La cantidad ideal de ácido indolbutírico aplicada a la base de las estacas, para propiciar el estímulo de la iniciación radicular, varía entre las diferentes especies, pudiendo altas dosis promover efectos fitotóxicos o inhibitorios, desfavoreciendo el enraizamiento (Pio et al., 2004).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DISEÑO DEL ENSAYO

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental “Wilson Ferreira Aldunate” INIA Las Brujas del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), ubicado en la Ruta 48 Km 10, Rincón del Colorado, Departamento de Canelones (34° 40' S, 56° 20' W) , en los años 2006 y 2007.

Los materiales vegetales evaluados fueron los clones de membrilleros Adams, BA 29, EM C y el Provence (membrillero criollo), provenientes de los bancos de plantas madres de INIA (Fotografías No. 1 a la 4)

Este ensayo formó parte de ensayos preliminares que estuvieron constituidos por parcelas demostrativas sin repeticiones verdaderas.

Fotografía No. 1. EM C



Fotografía No. 2. BA 29



Fotografía No. 3. ADAMS



Fotografía No. 4. PROVENCE



Los factores evaluados fueron: 1) el material vegetal, 2) el momento de extracción de estacas, 3) el tratamiento con y sin estratificación, y 4) el tratamiento con y sin ácido indolbutírico, así como también la interacción entre ellos. El total de tratamientos evaluados fue de 48, utilizando 50 estacas para cada tratamiento

3.2. MANEJO EXPERIMENTAL

Las estacas leñosas de los membrilleros en estudio se extrajeron de los bancos de plantas madres en tres fechas, a saber:

Momento A: 14/06/06

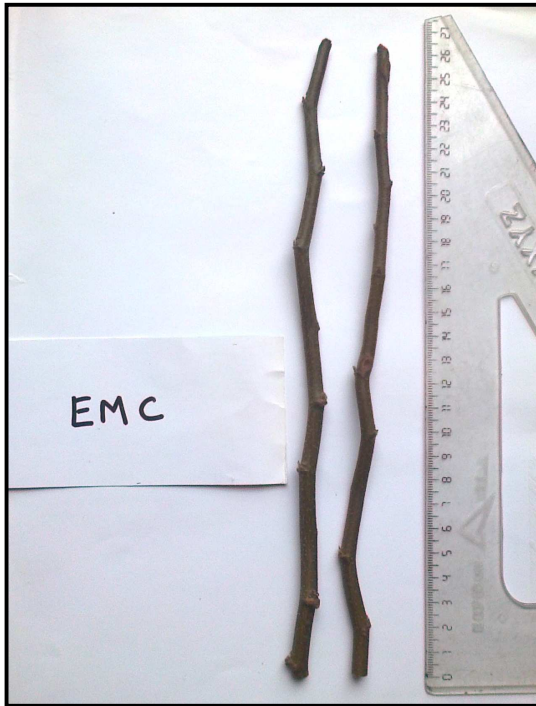
Momento B: 10/07/06

Momento C: 31/07/06

En cada caso se extrajeron estacas leñosas, de un año de edad. La longitud de las mismas fue estandarizada entre 25 y 27 centímetros. Para esto se efectuó un corte recto, en la base de las mismas por debajo de una yema y

un corte en bisel, en el ápice de las mismas, por encima de una yema (Fotografías No. 5 a la 8)

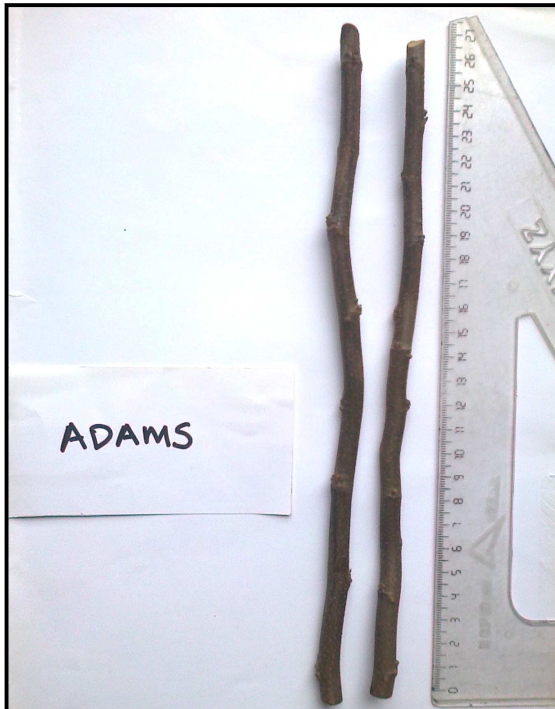
Fotografía No. 5. Estacas de EM C



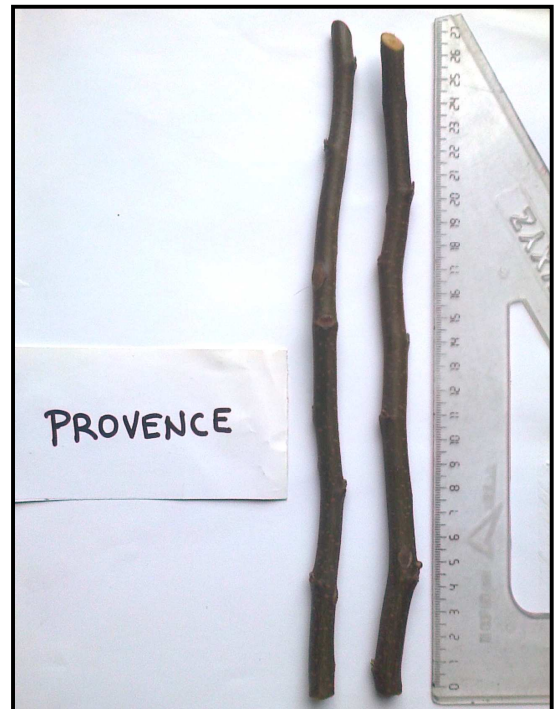
Fotografía No. 6. Estacas de BA 29



Fotografía No. 7. Estacas de ADAMS



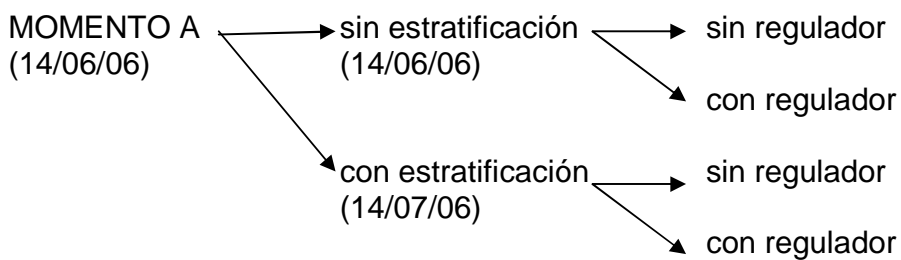
Fotografía No. 8. Estacas de PROVENCE

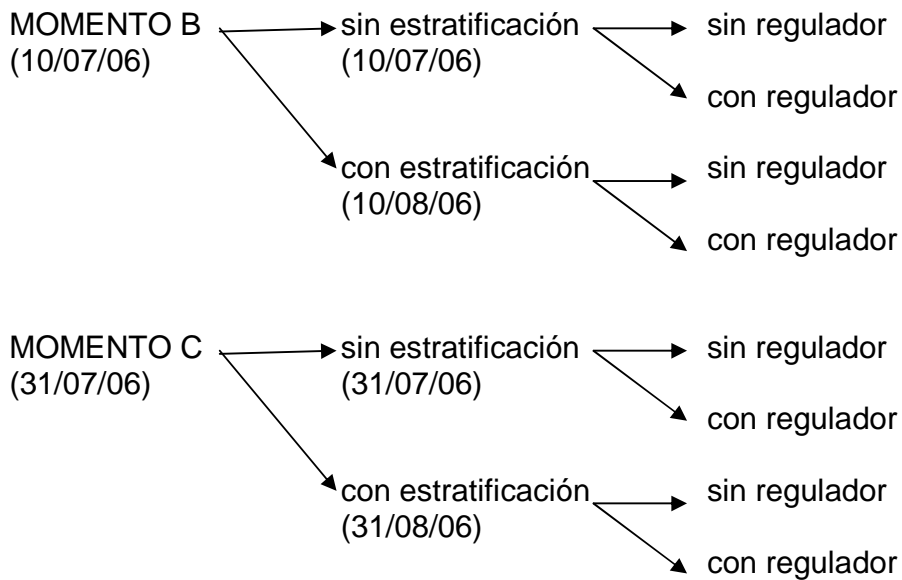


Para cada momento, la mitad de las estacas se plantaron directamente en el campo luego de la extracción (subgrupo 1), y la otra mitad se colocó a estratificar durante 30 días previo a la instalación, en arena al aire libre en posición vertical y de forma invertida (subgrupo 2).

En el Esquema No. 1 se detallan las fechas de extracción y de instalación de las estacas.

Esquema No. 1. Momento de extracción de estacas y tratamientos

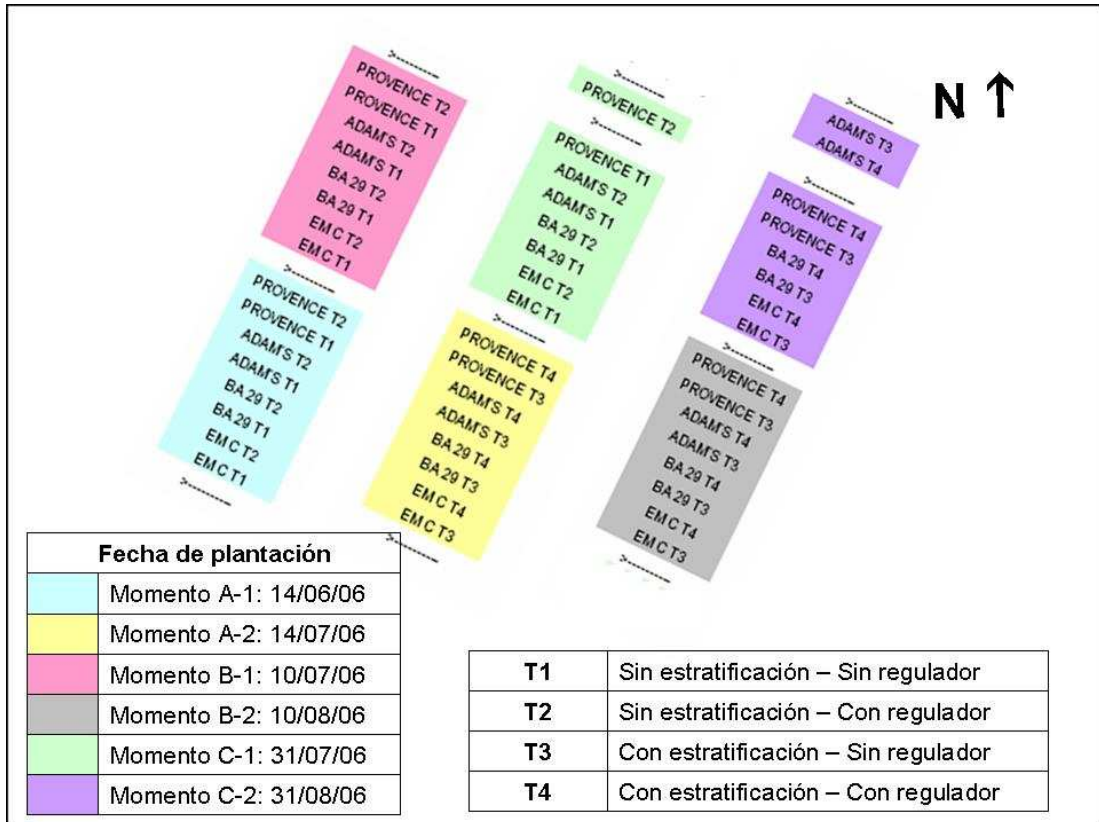




Previo a la instalación en el campo, la mitad de estacas de cada subgrupo fueron tratadas en su base con ácido indolbutírico (AIB) a la concentración de 2000 ppm por el método de inmersión rápida: durante 5 segundos. La otra mitad de las estacas representan las plantas “testigo” a las cuales no se les aplicó dicho regulador de crecimiento.

En el siguiente plano se detalla el ordenamiento de las estacas en el campo:

Figura No. 1. Plano del ensayo



3.3. PARÁMETROS RELEVADOS

La variable evaluada fue el número de estacas enraizadas. La misma se evaluó al final de la zafra, luego de la caída fisiológica de las hojas.

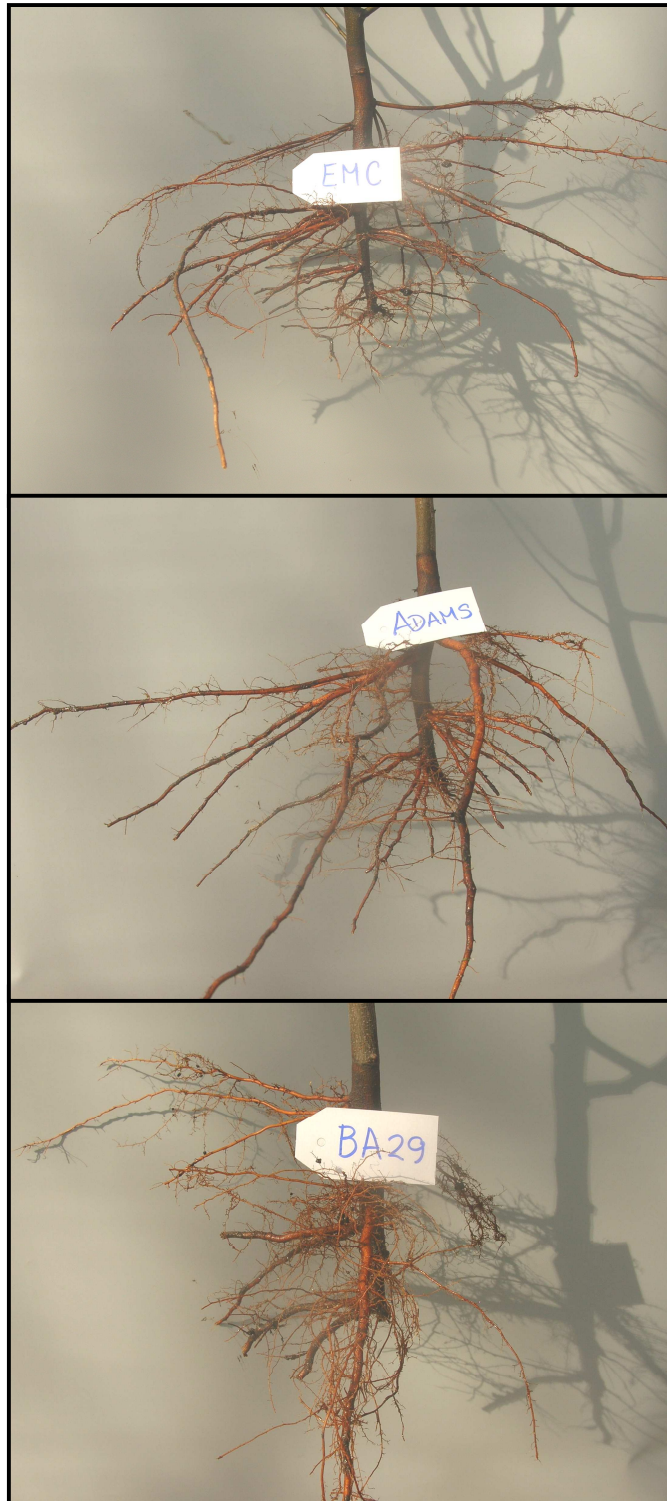
En la Fotografía No. 9 se observa la distribución de las estacas enraizadas en el vivero, así como también las parcelas de los membrilleros EM C, Adams y BA 29.

En la Fotografía No. 10 se muestran las raíces neoformadas de los clones EM C, Adams y BA 29.

Fotografía No. 9. Estacas enraizadas en el vivero



Fotografía No. 10. Raíces neoformadas



3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos se analizaron de la siguiente manera:

Número de estacas enraizadas

Se calcularon intervalos de confianza de las verdaderas proporciones por el método "Wilson Score" con una confianza de 0,95.

Los límites inferior y superior del intervalo se definen como:

$$\pi_l = \frac{\hat{\pi} + \frac{z^2}{2n} - z \sqrt{\frac{\hat{\pi}(1-\hat{\pi})}{n} + \frac{z^2}{4n}}}{1 + \frac{z^2}{n}} \quad \text{y} \quad \pi_s = \frac{\hat{\pi} + \frac{z^2}{2n} + z \sqrt{\frac{\hat{\pi}(1-\hat{\pi})}{n} + \frac{z^2}{4n}}}{1 + \frac{z^2}{n}}$$

Los niveles de los factores evaluados se compararon, observando los intervalos de confianza respectivos, concluyéndose que existían diferencias significativas entre dos probabilidades de enraizamiento, si los dos intervalos involucrados no se superponían en ningún punto.

El cociente No. ESTACAS BROTADAS / No. ESTACAS PLANTADAS da la proporción de brotación ($\hat{\pi}$), que es la estimación puntual de la probabilidad; n es el número de estacas plantadas y z es el valor de una normal estándar para una confianza de 0,95.

4. RESULTADOS

4.1. EFECTOS PRINCIPALES

Los efectos principales evaluados fueron: 1) el material vegetal, 2) el momento de extracción de las estacas, 3) la estratificación y 4) el regulador de crecimiento vegetal.

4.1.1. Material vegetal

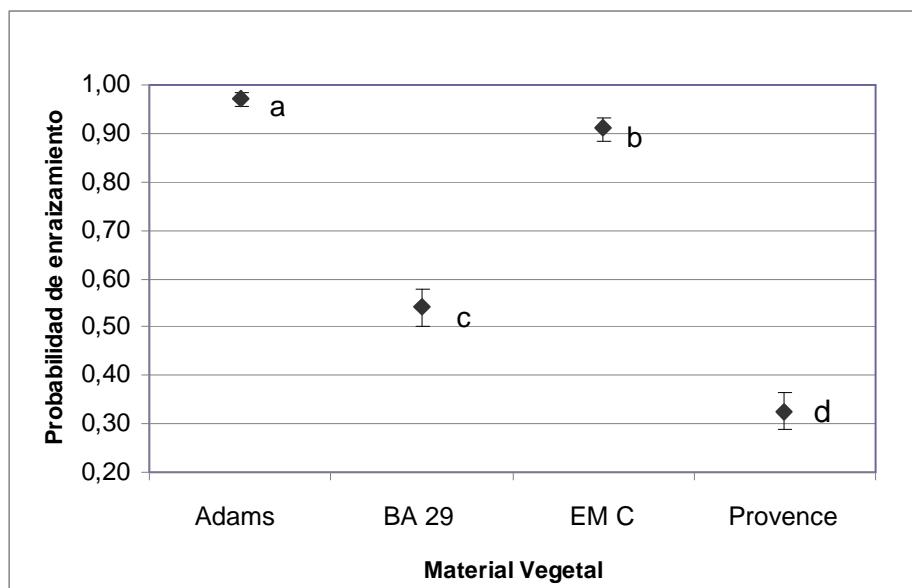
En el Cuadro No. 4 se presentan los resultados obtenidos.

Cuadro No. 4. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Material vegetal

Material Vegetal	Enraizamiento	Límite inferior	Límite superior	
Adams	0,97	0,96	0,98	a
BA 29	0,54	0,50	0,58	c
EM C	0,91	0,88	0,93	b
Provence	0,33	0,29	0,36	d

Estos valores se expresan más claramente en la Gráfica No. 1.

Gráfica No. 1. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Material vegetal



Las letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas a partir de los intervalos calculados con un α del 5 % entre las proporciones de enraizamiento.

Como se puede observar en el Cuadro No. 4 y en la Gráfica No. 1, no hay superposición de los intervalos de confianza. Los clones que presentaron mayor probabilidad de enraizamiento fueron el Adams y el EM C, con valores cercanos al 100%. Los clones BA 29 y Provence presentaron una probabilidad de enraizamiento inferior al 0,55, siendo el Provence el más ineficiente con una probabilidad de 0,33.

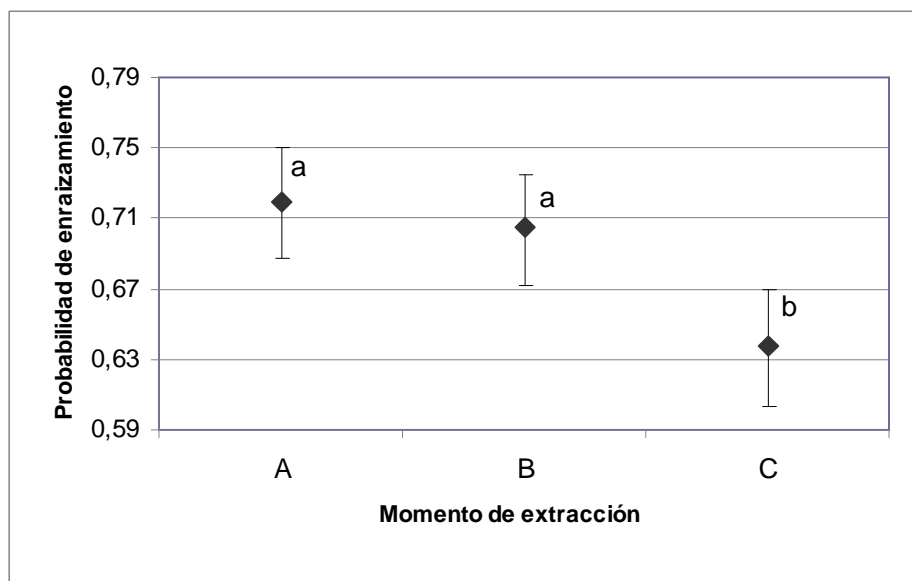
4.1.2. Momento de extracción de estacas

Para los momentos de extracción de estacas A (14/06/06) y B (10/07/06) no se encontró diferencias en la probabilidad de enraizamiento en los clones. Para las estacas extraídas en el momento C (31/07/06), se observó que la probabilidad de enraizamiento es menor y diferente que para los momentos A y B (Cuadro No. 5 y Gráfica No. 2).

Cuadro No. 5. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Momento de extracción de estacas

Momento	Enraizamiento	Límite inferior	Límite superior	
A 14/06/06	0,720	0,688	0,750	a
B 10/07/06	0,705	0,672	0,735	a
C 31/07/06	0,638	0,604	0,670	b

Gráfica No. 2. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Momento de extracción de estacas



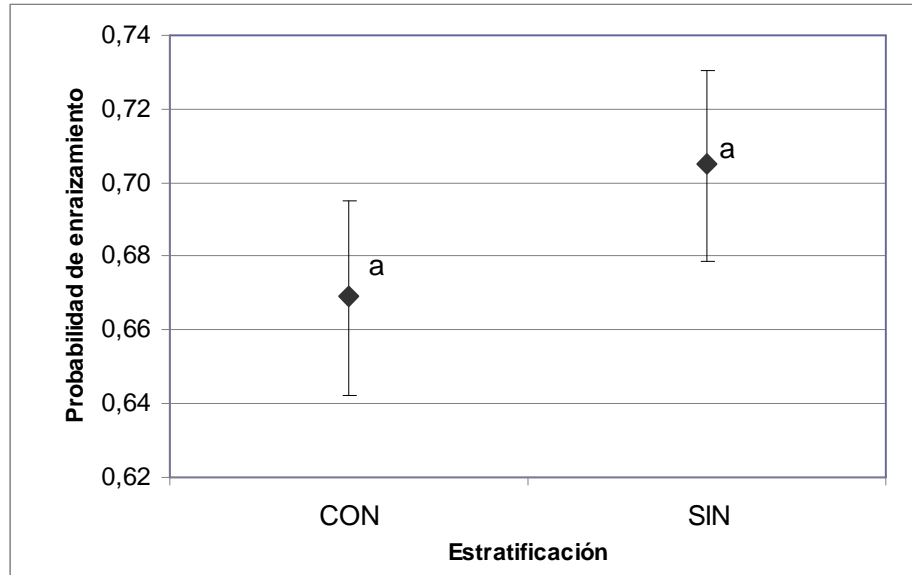
4.1.3. Estratificación

No se observó diferencias en la probabilidad de enraizamiento entre los tratamientos CON y SIN estratificación. Los intervalos de confianza se superponen (Cuadro No. 6 y Gráfica No. 3).

Cuadro No. 6. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Estratificación

Estratificación	Enraizamiento	Límite inferior	Límite superior	
CON	0,67	0,64	0,70	a
SIN	0,71	0,68	0,73	a

Gráfica No. 3. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Estratificación



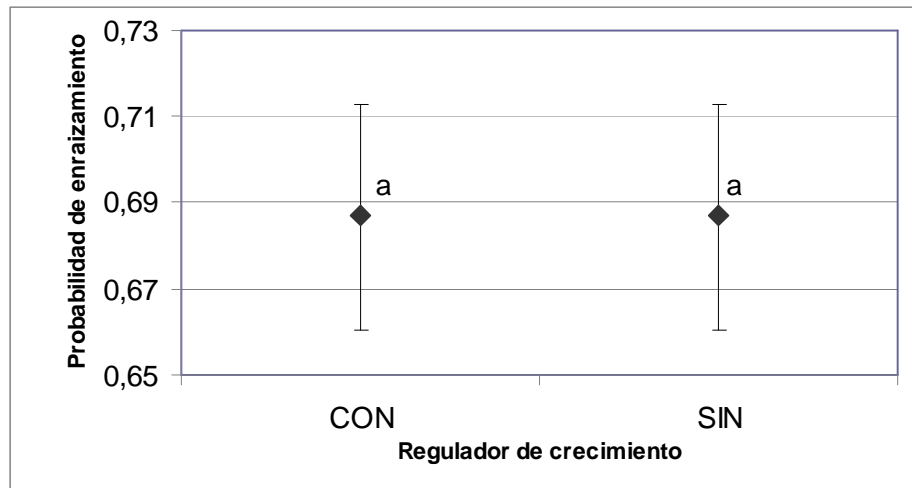
4.1.4. Efecto del regulador de crecimiento vegetal

No se observó diferencias entre los tratamientos CON y SIN el regulador de crecimiento vegetal. La aplicación de ácido indolbutírico demostró ser ineficiente para aumentar la probabilidad de enraizamiento de las estacas de membrilleros (Cuadro No. 7 y Gráfica No. 4).

Cuadro No. 7. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Regulador de crecimiento vegetal

Regulador	Enraizamiento	Límite inferior	Límite superior	
CON	0,69	0,66	0,71	a
SIN	0,69	0,66	0,71	a

Gráfica No. 4. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Regulador de crecimiento vegetal



4.2. INTERACCIONES DOBLES

Las interacciones dobles evaluadas son: 1) material vegetal x estratificación, 2) material vegetal x regulador de crecimiento vegetal y 3) material vegetal x momento de extracción de estacas.

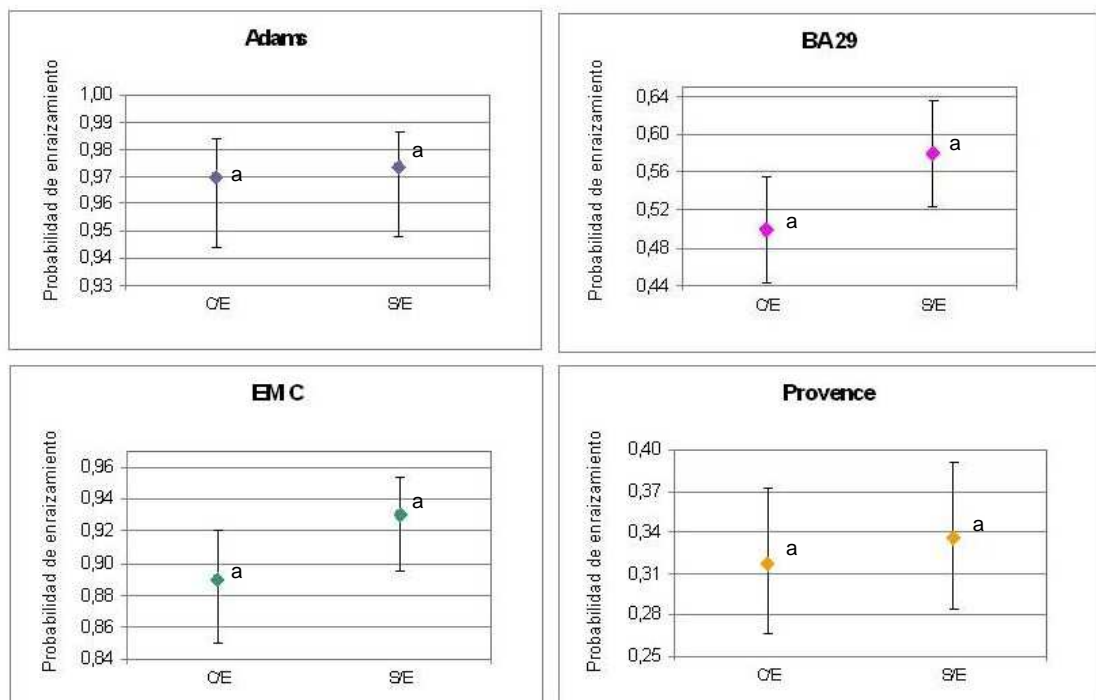
4.2.1. Material vegetal x estratificación

No se encontró diferencias en la probabilidad de enraizamiento en los cuatro clones. Los intervalos de confianza se superponen en los cuatro casos (Cuadro No. 8 y Gráfica No. 5).

Cuadro No. 8. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Interacción material vegetal x estratificación

Material vegetal	Estratificación	Enraizamiento	Límite inferior	Límite superior	
Adams	CON	0,97	0,94	0,98	a
Adams	SIN	0,97	0,95	0,99	a
BA 29	CON	0,50	0,44	0,56	a
BA 29	SIN	0,58	0,52	0,63	a
EM C	CON	0,89	0,85	0,92	a
EM C	SIN	0,93	0,90	0,95	a
Provence	CON	0,32	0,27	0,37	a
Provence	SIN	0,34	0,28	0,39	a

Gráfica No. 5. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Interacción material vegetal x estratificación



C/E= Con estratificación
S/E= Sin estratificación

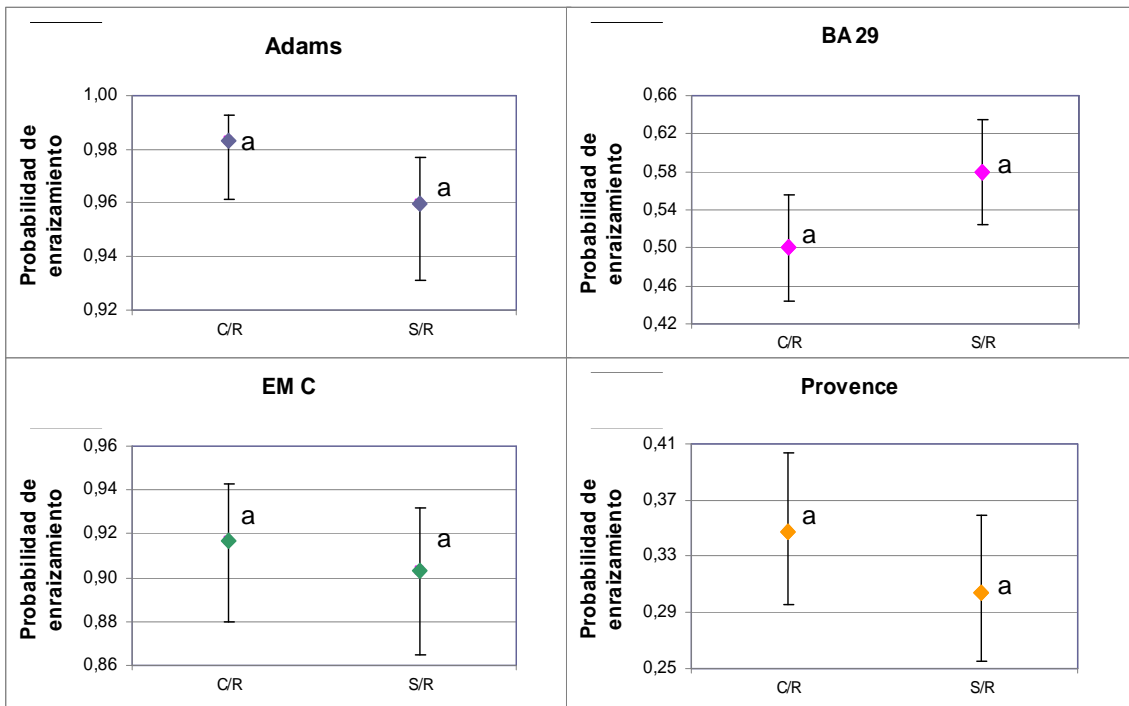
4.2.2. Material vegetal x regulador de crecimiento vegetal

No se encontró diferencias estadísticas debida a la aplicación del ácido indolbutírico para ninguno de los clones (Cuadro No. 9 y Gráfica No. 6).

Cuadro No. 9. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Interacción material vegetal x regulador de crecimiento vegetal

Material vegetal	Regulador	Enraizamiento	Límite inferior	Límite superior	
Adams	CON	0,98	0,96	0,99	a
Adams	SIN	0,96	0,93	0,98	a
BA 29	CON	0,50	0,44	0,56	a
BA 29	SIN	0,58	0,52	0,63	a
EM C	CON	0,92	0,88	0,94	a
EM C	SIN	0,90	0,86	0,93	a
Provence	CON	0,35	0,30	0,40	a
Provence	SIN	0,30	0,25	0,36	a

Gráfica No. 6. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Interacción material vegetal x regulador de crecimiento vegetal



C/R= Con regulador de crecimiento vegetal

S/R= Sin regulador de crecimiento vegetal

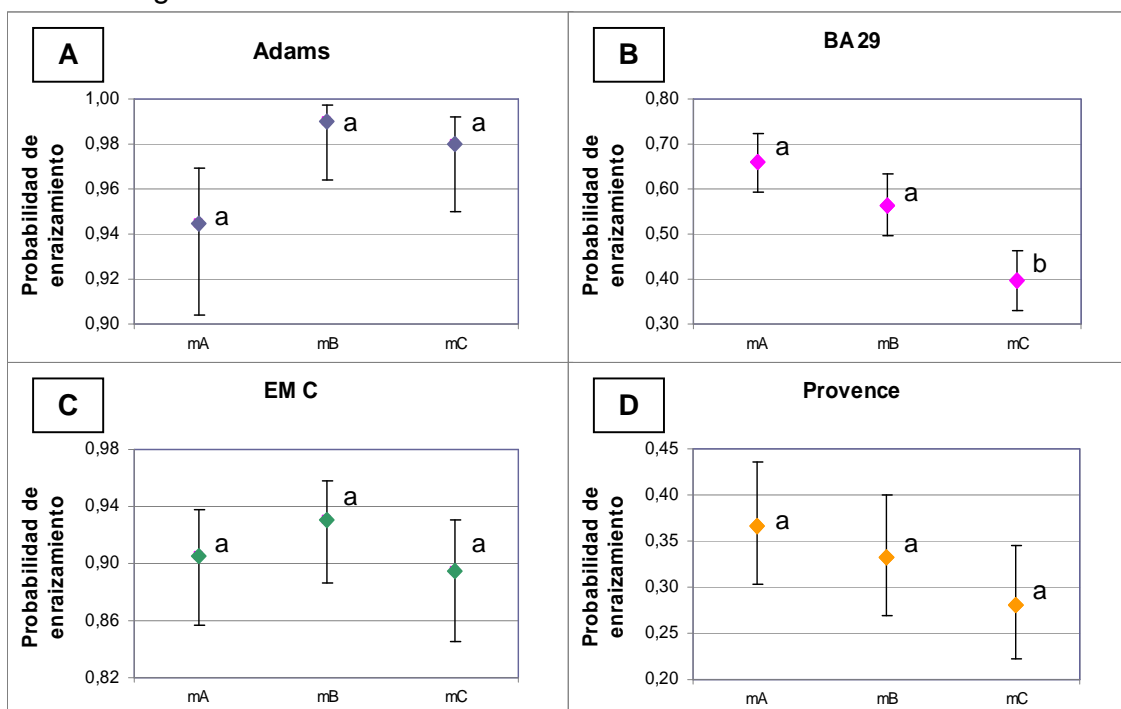
4.2.3. Material vegetal x momento de extracción de estacas

Sólo se observó diferencias en el clon BA 29 (gráfica B), siendo la probabilidad de enraizamiento de los momentos A y B no diferentes entre sí y superiores a la probabilidad en el momento C (Cuadro No. 10 y Gráfica No. 7).

Cuadro No. 10. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Interacción material vegetal x momento de extracción de estacas

Material vegetal	Momento	Enraizamiento	Límite inferior	Límite superior	
Adams	A 14/06/06	0,95	0,90	0,97	a
Adams	B 10/07/06	0,99	0,96	1,00	a
Adams	C 31/07/06	0,98	0,95	0,99	a
BA 29	A 14/06/06	0,66	0,59	0,72	a
BA 29	B 10/07/06	0,57	0,50	0,63	a
BA 29	C 31/07/06	0,40	0,33	0,46	b
EM C	A 14/06/06	0,91	0,86	0,94	a
EM C	B 10/07/06	0,93	0,89	0,96	a
EM C	C 31/07/06	0,90	0,84	0,93	a
Provence	A 14/06/06	0,37	0,30	0,44	a
Provence	B 10/07/06	0,33	0,27	0,40	a
Provence	C 31/07/06	0,28	0,22	0,35	a

Gráfica No. 7. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Interacción material vegetal x momento de extracción de estacas



mA= momento A
 mB= momento B
 mC= momento C

Para los otros casos, no se encontró diferencias.

4.3. INTERACCIÓN TRIPLE

Las interacción triple evaluada fue: material vegetal x estratificación x regulador de crecimiento vegetal.

4.3.1. Material vegetal x estratificación x regulador de crecimiento vegetal

En este punto se evalúan los tratamientos de estratificación y del regulador de crecimiento vegetal, independientemente del momento de extracción de las estacas.

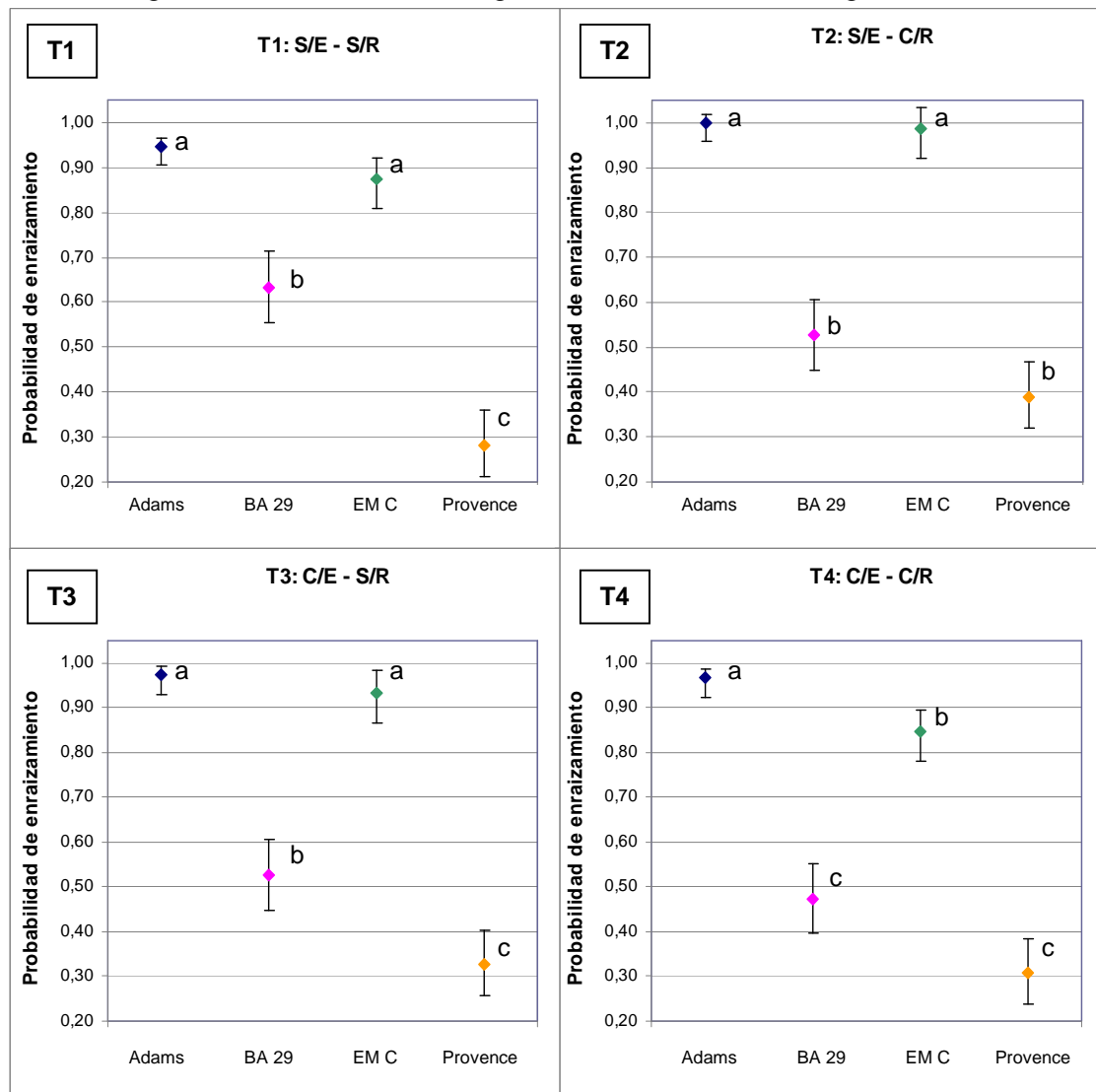
- Tratamiento 1: Sin Estratificación – Sin Regulador
- Tratamiento 2: Sin Estratificación – Con Regulador
- Tratamiento 3: Con Estratificación – Sin Regulador

Tratamiento 4: Con Estratificación – Con Regulador

Cuadro No. 11. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Interacción material vegetal x estratificación x regulador de crecimiento vegetal

Tratamiento	Material vegetal	Enraizamiento	Límite inferior	Límite superior	
1	Adams	0,95	0,90	0,97	a
	BA 29	0,63	0,55	0,71	b
	EM C	0,87	0,81	0,92	a
	Provence	0,28	0,22	0,36	c
2	Adams	1,00	0,98	1,00	a
	BA 29	0,53	0,45	0,6	b
	EM C	0,99	0,95	1,00	a
	Provence	0,39	0,31	0,47	b
3	Adams	0,97	0,93	0,99	a
	BA 29	0,53	0,45	0,60	b
	EM C	0,93	0,88	0,96	a
	Provence	0,33	0,26	0,41	c
4	Adams	0,97	0,92	0,99	a
	BA 29	0,47	0,40	0,55	c
	EM C	0,85	0,78	0,90	b
	Provence	0,31	0,24	0,38	c

Gráfica No. 8. Intervalos de confianza al 0,95 para enraizamiento: Interacción material vegetal x estratificación x regulador de crecimiento vegetal



C/E= Con estratificación
 S/E= Sin estratificación
 C/R= Con regulador de crecimiento vegetal
 S/R= Sin regulador de crecimiento vegetal

En el tratamiento 1 se observó que el clon Adams y el EM C se comportaron igual, con una probabilidad de enraizamiento superior al 0,90. En cambio, el clon Provence tuvo una probabilidad de enraizamiento de tan solo 0,28%. Un patrón similar se observó en los tratamientos 2 y 3.

En el caso del tratamiento 4, el clon Adams tuvo una probabilidad de enraizamiento de 0,97%, siendo diferente y superior a los otros clones.

5. DISCUSIÓN

5.1. EFECTOS PRINCIPALES

5.1.1. Material vegetal

Los resultados de este ensayo demuestran que los clones Adams y EM C tienen una probabilidad superior al 90% de enraizamiento. Comparando estos resultados con los de los clones BA 29 y Provence, estos últimos demostraron tener un enraizamiento por debajo del 60%. Por otra parte, están de acuerdo con lo que establecieron Hartmann y Kester (1998) quienes señalan que los membrilleros del tipo Angers en el cual está incluido el clon Adams, presentan gran facilidad para el enraizamiento. Además Bellini, citado por Giacobbo et al. (2007) señala que una de las principales características del clon EM C es la buena capacidad de enraizamiento por estaca.

5.1.2. Momento de extracción de estacas

En este ensayo se observó una diferencia entre las fechas, siendo la más tardía la menos eficiente. Sin embargo, investigaciones llevadas a cabo anteriormente señalan que la época del año en que se extraen las estacas es de poca importancia en especies caducas de fácil enraizamiento (Hartmann y Kester, 1998).

5.1.3. Estratificación

No se encontró diferencias entre el tratamiento con y sin estratificación, lo cual se contradice con lo afirmado por Biasi, citado por Pio et al. (2007c), quien afirma que la estratificación aumenta el potencial de enraizamiento de las estacas.

5.1.4. Efecto del regulador de crecimiento vegetal

El tratamiento con el regulador de crecimiento ácido indolbutírico no mostró ser más efectivo que el testigo sin la aplicación de dicho regulador. Taiz y Zeiger (2006), sin embargo, señalan que la aplicación de dicho regulador promueve la elongación celular en coleóptilos y secciones de tallo, la división celular en cultivos de callo en presencia de citoquininas y la formación de raíces adventicias en hojas y tallos independientes.

5.2. INTERACCIONES DOBLES

5.2.1. Material vegetal x estratificación

La interacción material vegetal x estratificación no mostró diferencias, lo cual coincide con el efecto del factor principal “estratificación” evaluado en el cuadro No. 6 donde se vio que, el tratamiento CON y SIN estratificación como efecto principal, no presentó diferencias.

5.2.2. Material vegetal x regulador de crecimiento vegetal

La interacción material vegetal x regulador de crecimiento vegetal no mostró diferencias, lo cual coincide con el efecto del factor principal “regulador de crecimiento vegetal” evaluado en el cuadro No. 7 donde se vio que el tratamiento CON y SIN regulador, como efecto principal no presentó diferencias.

5.2.3. Material vegetal x momento de extracción de estacas

El momento de extracción mostró diferencias significativas en los materiales vegetales solo con el clon BA 29. Hartmann y Kester (1998) señalan que para especies caducas es posible tomar estacas en cualquier época del año desde justo antes de la caída de las hojas en el otoño y hasta que se empiezan a evolucionar las yemas en la primavera. A su vez afirman que para especies de fácil enraizamiento, la época precisa es de poca importancia cuando la extracción de estacas se hace durante la estación de reposo.

5.3. INTERACCIÓN TRIPLE

5.3.1. Material vegetal x estratificación x regulador de crecimiento vegetal

En la interacción triple se puede observar que independientemente del momento de extracción de estacas, los clones Adams y EM C tienen una mejor performance para producir raíces que los clones BA 29 y Provence.

6. CONCLUSIONES

En este ensayo se puede ver claramente que los clones Adams y EM C son los mas eficientes en la neoformación de raíces en estacas extraídas durante la estación de reposo.

El clon Adams y el EM C presentan una probabilidad de enraizamiento cercana al 100%, El clon Adams presenta 97% de probabilidad, siguiéndole el clon EM C con 91%, el clon BA 29 con 54% de enraizamiento y el clon Provence con 33%.

A pesar de que varios autores señalan que en especies de fácil enraizamiento, la época precisa es de poca importancia cuando las estacas se hacen durante la estación de reposo, en este experimento, el momento de extracción de estacas mostró diferencias. Dichos momentos presentaron diferencias únicamente en el momento C, la fecha mas tardía de extracción realizada el 31 de julio de 2006 con un porcentaje de enraizamiento cercano al 60%. Los momentos A y B, 14 de junio de 2006 y 10 de julio de 2006 respectivamente no mostraron diferencias entre sí, siendo la probabilidad de enraizamiento cercana al 71%.

La estratificación y el tratamiento con ácido indolbutírico no mostraron ser eficientes en este ensayo, sin embargo varios autores señalan que ambos tratamientos son eficientes en la neoformación de raíces en estacas de especies frutales. En este experimento no se encontró diferencias entre los tratamientos y el testigo. Esto puede ser debido a que, en el caso de la estratificación, el frío no haya sido suficiente. Para el caso del regulador de crecimiento y para futuras aplicaciones, se debería evaluar más precisamente las condiciones ambientales más adecuadas para esto, ya que de ellas depende el resultado final.

En las interacciones dobles “material vegetal x estratificación”, “material vegetal x regulador de crecimiento vegetal” y “material vegetal x momento de extracción de estacas” no se encontró diferencias significativas, a excepción de la interacción “material vegetal x momento de extracción de estacas” para el clon BA 29, donde el mismo presentó una probabilidad de enraizamiento inferior al resto solamente en el momento C, 31 de julio de 2006.

La interacción triple “material vegetal x estratificación x regulador de crecimiento vegetal” demostró que los clones Adams y EM C tuvieron una mayor probabilidad de enraizamiento cercanas al 100%.

7. RESUMEN

La pera (*Pyrus communis* L.), se propaga normalmente injertada sobre membrilleros (*Cydonia oblonga* Mill.). La obtención de estos portainjertos se hace por métodos vegetativos y existe preocupación en los viveros por conocer el método que permita obtener la mayor y mejor cantidad de estacas enraizadas para estos fines. Debido a la escasez de trabajos sobre la neoformación de raíces en estacas de membrilleros, se estudió el potencial de enraizamiento de estacas de los clones Adams, BA 29, Provence y EM C. Se extrajeron estacas leñosas, de un año de edad, de 25 – 27 centímetros, de los cuatro clones citados, en la época de receso y en tres momentos diferentes. Para cada momento de extracción, la mitad de las estacas fueron estratificadas en una zanja de espera, la otra mitad fueron instaladas definitivamente en el suelo del vivero. Solo a la mitad de las estacas se le realizó un tratamiento hormonal con ácido indolbutírico, a una concentración de 2000 ppm. El dato biométrico evaluado fue el porcentaje de estacas enraizadas. Los clones Adams y EM C presentaron mayor potencialidad de propagación vía estaquillado, llegando a valores superiores al 90% de enraizamiento. Se deberían seguir estudiando estos efectos, para ver la influencia del 'efecto año' y además tratando de evaluar microscópicamente los resultados que se puedan llegar a reproducir.

Palabras clave: *Cydonia oblonga* Mill.; Estratificación; Ácido indolbutírico.

8. SUMMARY

Pears (*Pyrus communis* L.), are normally propagated grafted on quince plants (*Cydonia oblonga* Mill.), with variable results. The obtention of this pear tree rootstocks is made by vegetative methods and exists a concern in the nurseries to know the method that allows the obtention of the best and mayor quantity of rooted woody cuttings for this purpose. Due to the shortage of workings about roots neoformation in quince woody cuttings, the rooting potential of woody cuttings of clones Adam's, BA 29, Provence and EM-C was investigated. One year old woody cuttings were extracted, from 25 to 27 centimeters long from the four clones in the recess moment and in three different moments. For each moment of extraction, half of the woody cuttings were stratificated in a ditch. The other half were installed definitely in the nursery soil. Just the half of the woody cutting were treated with indolbutiric acid at a concentration of 2000 ppm. The biometric data evaluated was the percentage of rooted woody cuttings. Adam's and EM-C had the higher potential of rooting propagation, reaching values higher than 90%. These effects should be studied further to see the influence of the "year effect", and to evaluate microscopically the results that may be produced.

Key words: *Cydonia oblonga* Mill.; Stratification; Indolbutiric acid.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. ASÍN, L.; DOLCET-SANJUAN, R.; VILARDELL, P.; CLAVERIA, E.; BONANY, J.; IGLESIAS, I.; SIMARD, M. H. 2007. Selección de nuevos patrones de peral, con tolerancia a clorosis férrica y vigor reducido. *Fruticultura Profesional*. no. 168: 19-28.
2. BERNARD, F. 2007. Peral, ¡por fin portainjertos adaptados!. *Fruticultura Profesional*. no. 168: 29-32.
3. CABRERA, D.; SORIA, J.; NUÑEZ, S.; LEONI, C.; FEIPPE, A.; MAESO, D.; ZOPPOLO, R. 2007. El cultivo del peral en Uruguay; pautas tecnológicas. *Fruticultura Profesional*. no. 168: 33-40.
4. CAMPANA, B. M. R.; OCHOA, M. J. 2007. Propagación vegetativa o agámica de especies frutales. *In*: Sozzi, G. O. ed. *Árboles frutales; ecofisiología, cultivo y aprovechamiento*. Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires. pp. 134-197.
5. GIACOBBO, C. L.; FACHINELLO, J. C.; PICOLOTTO, L. 2007. Compatibilidade entre o marmeleiro porta-enxerto cv. EM C e cultivares de pereira. (en línea). *Scientia Agraria*. 8 (1): 33-37. Consultado jun. 2008. Disponible en http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/COMPATIBILIDADE_000gm6lq7eb02wx5ok0f7mv20fkvqbta.pdf
6. HARTMANN, H.; KESTER, D. 1998. *Propagación de plantas; principios y prácticas*. 6ª. reimp. México, CECSA. 758 p.
7. PAPAROZZI, E. T. 2008. Anatomical and physiological changes that occur during rooting of cuttings. *In*: Beyl, C. A.; Trigiano, R. N. *Plant propagation; concepts and laboratory exercises*. Boca Ratón, FL, CRC. pp. 189-194
8. PIO, R.; RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; GONTIJO, T. C. A.; CARRIJO, E. P.; VISIOLI, E. L.; TOMASETTO, F. 2004. Enraizamento de estacas lenhosas de marmeleiros 'Portugal' e 'Japonês' estratificadas em areia e tratadas com AIB. (en línea). *Agrociencia*. 10 (3): 367-370. Consultado jun. 2008. Disponible en <http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v10n3/artigo18.pdf>

9. _____.; BARBOSA, W.; ALVES CHAGAS, E.; CAMPO DALL'ORTO, F. A.; OJIMA, M.; RIGITANO, O. 2007a. Cultivares de pereiras em diferentes porta-enxertos de marmeleiros em região subtropical. (en línea). Revista UDO Agrícola. 7 (1): 74-78. Consultado jun. 2008. Disponible en http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2550655&orden=0
10. _____.; CAMPO DALL'ORTO, F. A.; ALVARENGA, Â. A.; ABRAHÃO, E.; SIGNORINI, G.; ALVES CHAGAS, E. 2007b. Enraizamento de estacas juvenis do marmeleiro 'Japonês' estratificadas a frio e tratadas com AIB. (en línea). Ciência e Agrotecnología. 31 (1): 71-74. Consultado jun. 2008. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/%0D/cagro/v31n1/v31n1a11.pdf>
11. _____.; _____.; _____.; _____.; ALVES CHAGAS, E.; SIGNORINI, G. 2007c. Propagação do marmeleiro Japonês por estaquia e alporquia realizadas em diferentes épocas. (en línea). Ciência e Agrotecnología. 31 (2): 570-574. Consultado jun. 2008. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n2/a43v31n2.pdf>
12. RUFATO, L.; DE ANDRADE MEYER, G.; BIANCHI, V. J.; FACHINELLO, J. C. 2001. Enraizamento de estacas lenhosas de cultivares de marmeleiro (*Cydonia oblonga*) tratadas com floroglucinol. (en línea). Revista Brasileira de Fruticultura. 23 (3): 742 – 744. Consultado jun. 2008. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v23n3/8064.pdf>
13. RUTER, J. M. 2008. Cloning plants by rooting stem cuttings. In: Beyl, C. A.; Trigiano, R. N. eds. Plant propagation. Concepts and laboratory excercises. Boca Ratón, FL, CRC. pp. 177-188
14. TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2006. Plant physiology. 4th. ed. Sunderland, Sinauer. 764 p.
15. TORRES, A.C.; FERREIRA, A.T.; SÁ, F.G. DE; BUSO, F.A.; CALDAS, L.S.; NASCIMENTO, A.S.; BRÍGIDO, M. M.; ROMANO, E. s.f. Glosario de biotecnologia vegetal. Brasília, BR, EMBRAPA Hortalizas. 128 p.
16. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS

AGROPECUARIAS. 2007. Encuesta frutícola; zafra 2006/07. Montevideo. 29 p. (Serie Encuestas no. 254).

17. _____. _____. _____. 2008. Encuesta frutícola; zafra 2007/08. Montevideo. 28 p. (Serie Encuestas no. 265).
18. _____. _____. _____. 2009. Encuesta frutícola de hoja caduca; zafra 2008/09. Montevideo. 28 p. (Serie Encuestas no. 280).
19. _____. _____. _____. 2013. Encuesta frutícola de hoja caduca; zafra 2013. Montevideo. 27 p. (Serie Encuestas no. 317).
20. WESTWOOD, N.H. 1982. Fruticultura de zonas templadas. Madrid, Mundi-Prensa. 461 p.