



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

TRABAJO FINAL

“OBTENCIÓN DE PLANTAS DE NOGAL EN TIEMPO BREVE, MEDIANTE INJERTOS EN SEMILLA NODRIZA.”

Alumno: Chirino, Julián Santiago.

Legajo N°: 26589/4

D.N.I.: 35.720.951

Correo electrónico: juliansantiagochirino@gmail.com

Teléfono: 0221-400-1929

Alumno: Lucero, Ariel Ignacio

Legajo N°: 26272/4

D.N.I.: 35.203.832

Correo electrónico: luceroarielnigacio@gmail.com

Teléfono: 0221-353-1067

Director: Ing. Agr. Romero, María de los Ángeles.

Co-Director: Ing. (Mg. Sc.) Forestal Abedini, Walter

Fecha de entrega: 19/06/2018

Agradecimientos

Queremos agradecer a nuestra familia, especialmente a nuestros padres, director, co-director, profesores y autoridades de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, por haber hecho posible el logro de éste título de grado que nos acompañará a lo largo de nuestras vidas.

ÍNDICE GENERAL

	<i>Pág.</i>
RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN	5
2. HIPÓTESIS	7
3. MATERIALES Y MÉTODOS	8
4. TRATAMIENTO	10
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
6. RECOMENDACIONES	24
7. CONCLUSIONES	25
8. BIBLIOGRAFÍA	26
9. ANEXO	29

RESUMEN

El ensayo consistió en la injertación temprana de púas de *Juglans regia*, var. Franquette sobre el portainjerto *Juglans nigra*, obtenido desde semilla. Ambas fueron obtenidas desde plantas madres en la Estación Experimental Julio Hirschhorn, de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Provincia de Bs As.

Los tratamientos pregerminativos en semillas y conservación de ramas de la variedad fueron realizados en la cátedra de fruticultura a una temperatura de 4°C y alta humedad. La siembra e injertación, en el invernáculo del Centro Experimental de Propagación Vegetativa (CEProVe), con una radiación solar promedio, incidiendo sobre la cubierta, entre 2000 - 5700 W/m² y con temperaturas entre los 25 – 40 °C según la época.

Se evaluó la posibilidad de obtención temprana de estiones mediante injertos en semilla nodriza. Estos fueron sembrados en tres fechas, 15, 22 y 30 de octubre, nombrados como cajón I, II y III, con 60 semillas cada uno. A medida que el portainjerto fue germinando, cuándo el hipocótilo alcanzó un diámetro de 6 - 7 milímetros (mm) se realizó el injerto, su atado y protección de la deshidratación con bolsas individuales.

En el ensayo se determinó: poder germinativo (%), días a germinación, diámetros de PI (mm) según fecha de germinación, resultados de la injertación en relación a la fecha de siembra y días a germinación, injertos soldados y brotados (%), relación de diámetros y su influencia en el resultado de la técnica.

Cada parámetro se relacionó en diferentes formas, de manera de obtener diversas conclusiones, ampliándose las mismas con el uso de métodos estadísticos como análisis de la varianza (ANOVA) o regresión logística.

En el ensayo se obtuvo un porcentaje de germinación del 37%. El cajón I tuvo el mejor poder germinativo, con un 57%. En los días a germinación la menor media fue en el cajón III, con 33 días, existiendo diferencias significativas entre fechas de siembra. Los mayores diámetros de PI se encontraron en fechas de germinación tempranas, entre el 12 - 19 de noviembre. En cuanto a fecha de siembra y días a germinación, éstos no influyen en el resultado de la técnica. El mayor porcentaje de soldado y brotado se obtuvo en el cajón II. La relación I/PI en los injertos brotados es menor a 1, cuyos valores se obtienen en fechas de germinación tempranas y en los no brotados es mayor a 1.

Los resultados muestran que efectivamente la técnica de injerto en semilla nodriza es factible para obtener plantas de nogal en tiempo breve. La misma requiere del ajuste en las condiciones ambientales que favorezcan el soldado y prendido de los injertos en futuros trabajos. Las conclusiones sientan un precedente sobre los aspectos a tener en cuenta e incentivan la realización de futuros ensayos similares, orientados a la producción de plantas en un tiempo más acotado.

Palabras claves: nogal, germinación, injerto, estión.

INTRODUCCIÓN

La familia Juglandaceae DC. Ex Perleb comprende 8 géneros y unas 50 especies, en su mayoría de las zonas templadas de Norteamérica y Eurasia. Algunos taxa se extienden hacia el hemisferio sur, Antillas, Centro y Sudamérica, hasta la Argentina. Dentro del género *Juglans* existen 21 especies, las cuáles se pueden dividir en dos grupos: los primeros, nogales comunes o blancos (sección Dioscaryon) representado por *J. regia* L. y el segundo, nogales negros (sección Rhyzocaryon) que incluye *J. rupestris* y *J. nigra* entre otros (Muncharaz Pou, 2012). En nuestro país se encuentra la especie indígena, *J. australis* Griseb, el “nogal criollo”, de las Yungas de Jujuy, Salta, Tucumán y Catamarca (Hurrel, *et al.*, 2011).

Todas las especies del género tienen frutos comestibles, sin embargo “regia” es la más difundida y conocida. Su nombre deriva del latín “*Jovis glans*” o bellota de Júpiter (Font Quer, 1953).

Al mencionar sus características botánicas, se trata de un árbol de hoja caduca, leñoso de gran porte, que puede alcanzar los 25 - 30 metros de altura, su copa es ancha, de un color verde lustroso, caracterizado por presentar una prolongada etapa juvenil, de aproximadamente 4 años, y un periodo hasta la entrada en producción comercial de 10 años en promedio (Iannamico, 2015).

El sistema radical es profundo, se extiende horizontalmente más allá de la proyección de la copa y verticalmente hasta los 4 metros.

El tallo es grueso, agrietado, adquiriendo tonos marrones en su corteza y tonalidades coloreadas en el interior a medida que el árbol envejece, éstas características le dan un gran valor comercial que se consigue a los 60 - 80 años de edad (Luna Lorente, 1990).

Es monoica, las flores masculinas se agrupan en amentos cilíndricos, mientras que las femeninas, se disponen de a pares, solitarias o agrupadas. Es autoincompatible y todas las variedades son intercompatibles. Su polinización es anemófila, donde la vida del polen es corta (2 - 3 días) y la receptividad de los estigmas es de 5 - 7 días. Presenta dicogamia, con protandria y protoginia, según el momento de apertura de la flor femenina y masculina. La mayoría de las variedades son protandras (Muncharaz Pou, 2012).

El fruto es una drupa globosa de gineceo ínfero, indehiscente, su pericarpio es rico en compuestos fenólicos. La semilla, es recalcitrante, se encuentra dentro del endocarpio rugoso, leñoso y duro, lo cual dificulta la germinación y propagación. (García *et al.*,

2002). La mayoría de las especies de *Juglans* tienen mecanismos de letargo que controlan el inicio de la germinación. Esto se produce por la cubierta de las semillas, debido a su dureza e impermeabilidad. Además poseen un letargo interno, esto es la incapacidad del embrión para germinar con normalidad. Este tipo se debe a un balance hormonal entre promotores del crecimiento (giberelinas, citoquininas, etileno) e inhibidores, como el ácido abscísico (Hartmann & Kester, 1996).

Es una planta rústica, sensible a la sequía, se adapta a suelos muy diferentes, con una profundidad no menor a 1,5 o 2 metros, de textura franca o franco-arenosas, en un equilibrio textural que permita una adecuada exploración de las raíces, retención de agua y aireación; éste último aspecto debe ser destacado, por ser sumamente sensible a la falta de oxígeno. (Seleme, 2011). Necesita entre 700 – 1200 milímetros de precipitación anual y hasta 600 mm cuando el cultivo se realiza en seco, con una distribución pareja a lo largo del año (Lemus, 2015).

Con respecto a los requerimientos ecológicos: edáficos y climáticos:

Es altamente sensible a la salinidad, tanto del suelo como del agua de riego. Además es afectado por el sodio y cloro, donde su acumulación provoca toxicidades específicas expresadas como necrosis en los bordes de las hojas jóvenes (Tarango Rivero & Chávez Sánchez, 2011). El pH del suelo debe ubicarse entre 5,5 y 8,5, rango de valores que permiten una correcta absorción de macro y micronutrientes.

Necesita un periodo de frío, entre 300 y 1500 horas, según las diferentes variedades. Temperaturas invernales de -7°C producen daños en ramas y yemas del árbol, inferiores a -9°C, no se recomienda su plantación. En primavera, las heladas tardías, pueden afectar hojas, flores, frutos pequeños y en la floración, temperaturas superiores a 30°C provocan un rápido desprendimiento del polen durante la polinización (Forte & Spina Fernández, 2016).

Mundialmente la principal forma de consumo es la nuez entera, seca y fresca. La producción está liderada por países del Hemisferio Norte, siendo China el primer productor mundial con casi dos millones de toneladas (Tn) producidas (42% mundial), seguido por Irán, EEUU, Turquía y Ucrania. En el Hemisferio Sur se destaca Chile con casi 30.000 hectáreas (ha) de cultivo. En Argentina el 82% de la producción nacional se encuentra en las provincias de Catamarca, Mendoza y La Rioja, con 5850 Tn, 4500 Tn y 3400 Tn respectivamente. Se incorporaron las provincias de San Juan, Salta, Córdoba y San Luis con nuevas plantaciones llegando a una superficie total nacional a 16.834 ha y 16.840 Tn. (Colica, 2015). La proyección de la actividad para los próximos años presenta una tendencia creciente continua, con posibilidades de superar en el

mediano plazo las 20.000 ha. Con el actual ritmo de crecimiento es muy probable que Argentina a futuro se convierta en el principal productor de América del Sur, desplazando a Chile (Jaldo, 2014).

La incorporación de nuevas áreas en cultivo requiere de la actividad viverística un dinamismo en la oferta de plantas para satisfacer una demanda creciente de nogales de variedades comerciales (Vega *et al.*, 1999).

En el vivero el tiempo de obtención de una planta de nogal en condiciones tradicionales de cultivo lleva de dos a cuatro años. En la agricultura actual se observa una evolución hacia modelos de producción industriales, con una marcada tendencia a obtener técnicas optimizadas. Ante esta situación, la investigación busca métodos adecuados para reemplazar labores manuales por técnicas mecanizadas y obtención de estiones en el menor tiempo posible (Westwood, 1982). La optimización del proceso puede iniciarse en el vivero acortando el tiempo de obtención de la planta y en el monte modificando las formas de conducción, poda y renovación varietal. Esta dinámica exige al viverista el uso de técnicas que acorten el ciclo tradicional y permitan rápidamente disponer de estiones para cubrir oportunamente la demanda (Romero *et al.*, 2001). Una alternativa para acortar este periodo es realizar injertos en etapas tempranas de crecimiento del portainjerto.

HIPÓTESIS

- La utilización de injertos en semilla nodriza posibilita la obtención temprana de estiones de *J. regia* injertados sobre *J. nigra*.

OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar una metodología adecuada para la ejecución de injertos en etapas iniciales del crecimiento del portainjerto *J. nigra* con la variedad *J. regia*.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la técnica para lograr injertos de *J. regia* en el hipocótilo de *J. nigra* durante la germinación de la semilla hipógea.

- Evaluar la eficiencia en la obtención de estiones con injertos en semilla nodriza, a través de diferentes parámetros: cantidad de semillas germinadas, injertos realizados, soldados y brotados, diámetros de portainjerto y púa, días a germinación y temperaturas registradas dentro del invernáculo.

MATERIALES y MÉTODOS

El material vegetal se recolectó en la Estación Experimental Julio Hirschhorn (Lat. 34° 52' S y Long. 57° 58'), de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina, a partir de semillas de plantas madres (PM) del portainjerto (PI) o patrón, *J. nigra* y la púa o variedad (I), desde individuos adultos de *J. regia* var. Franquette.

Los tratamientos pregerminativos en semillas y conservación de ramas de la variedad fueron realizados en la cátedra de fruticultura a una temperatura de 4°C y alta humedad. La siembra e injertación, en el invernáculo del Centro de Propagación Vegetal (CEProVe), con una radiación solar promedio, incidiendo sobre la cubierta, entre 2000 - 5700 W/m² y con temperaturas entre los 25 – 40 °C según la época.

A continuación se muestran las condiciones climáticas en la ciudad de La Plata durante el ensayo realizado en el periodo primavera 2015 y verano 2016. Los resultados presentados se corresponden con el promedio semanal de temperaturas. (Ver anexo y figura 1).

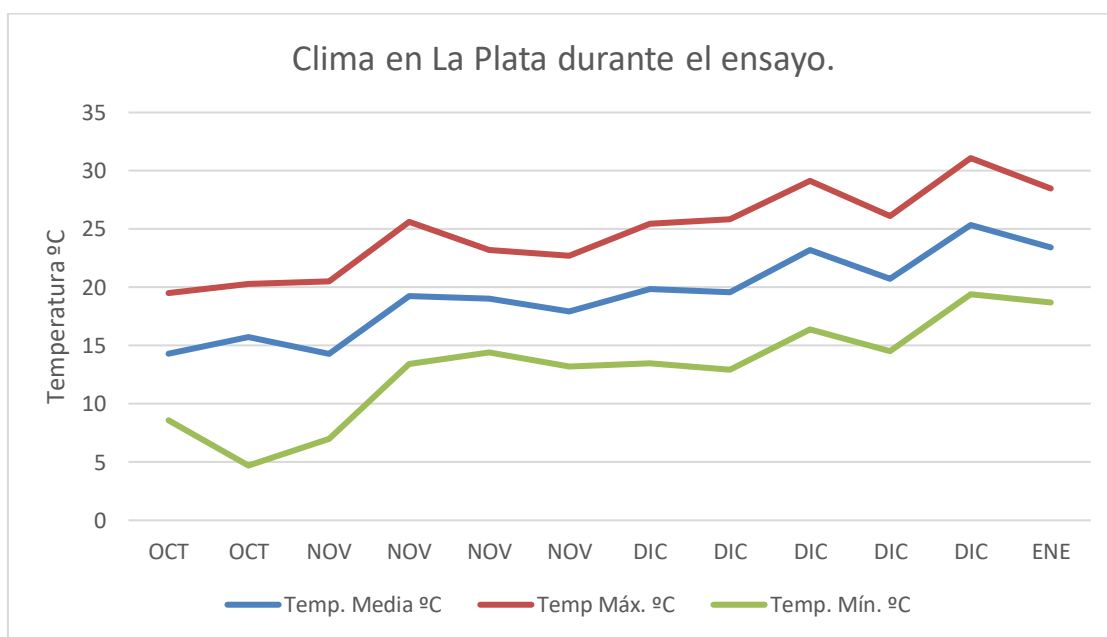


Figura 1: temperaturas promedio semanales y precipitación acumulada durante el ensayo.

Acondicionamiento del material vegetal

Preparación del portainjerto (PI): los frutos se cosecharon en el mes de agosto. Se lavaron con agua corriente quitando los restos del mesocarpio, se realizó una prehidratación de las cubiertas sumergiéndolas durante 90 horas en agua fría. Luego se realizó una escarificación mecánica del endocarpio leñoso y por último, para superar el letargo, se continuó con una estratificación húmeda, en heladera, a una temperatura promedio de 4°C durante 75 días. Este tratamiento se realizó para favorecer la posmaduración e iniciación de la germinación, incrementando la velocidad de emergencia de plántulas y su uniformidad (Hartmann & Kester, 1996).

Esta metodología produce un aumento en el porcentaje de la germinación y adelantamiento de la misma, considerándose el tiempo óptimo de exposición a bajas temperaturas y alta humedad, en 60 días (Martínez Rodríguez, 1987).

A mediados del mes de octubre, se efectuó la siembra en tres diferentes fechas, de 60 semillas en cada cajón, resultando un total de 180 semillas.

Se menciona como “cajón” a las diferentes fechas de siembra realizadas en el ensayo, cuyos sitios de siembra tienen una composición de sustrato, medidas y distribución de las semillas determinada (Tabla 1).

Tabla 1: distribución de las semillas del PI en los almácigos.

Almácigo	Cajón I	Cajón II	Cajón III
Fechas de siembra	15 de octubre	22 de octubre	30 de octubre
Composición del sustrato	70% de tierra, 15% arena y 15% vermiculita.	70% de tierra, 15% arena y 15% vermiculita.	70% de tierra, 15% arena y 15% vermiculita.
Medidas del cajón	50 cm x 70 cm 30 cm de profundidad	50 cm x 70 cm 30 cm de profundidad	50 cm x 70 cm 30 cm de profundidad
Colocación de la semillas	10 filas y 6 columnas	10 filas y 6 columnas	10 filas y 6 columnas

Preparación de la variedad a injertar: en el mes de septiembre se cortaron ramas en individuos adultos de *J. regia* var. Franquette, se descartaron las porciones basales. Se cortaron porciones de 10 centímetros (cm) de largo para obtener púas con al menos dos yemas, manteniendo la yema apical, luego se envolvieron en papel tipo tissue (húmedo), bolsas de polietileno y se conservaron a 4°C hasta el momento de su utilización (2 meses).

El diseño experimental que se aplicó en el ensayo, es el Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos, sin repeticiones. Utilizando un anova y regresión logística como métodos estadísticos ($p < 0,05$).

TRATAMIENTO

A medida que el PI fue germinando, cuando el hipocótilo alcanzó un diámetro de 6-7 milímetros (mm), cuyo grosor se alcanzó 7 días después de su germinación, se realizó el injerto.

Preparación de la púa: se prepararon estacas de 40 mm de largo con la base a bisel en una cuña delgada.

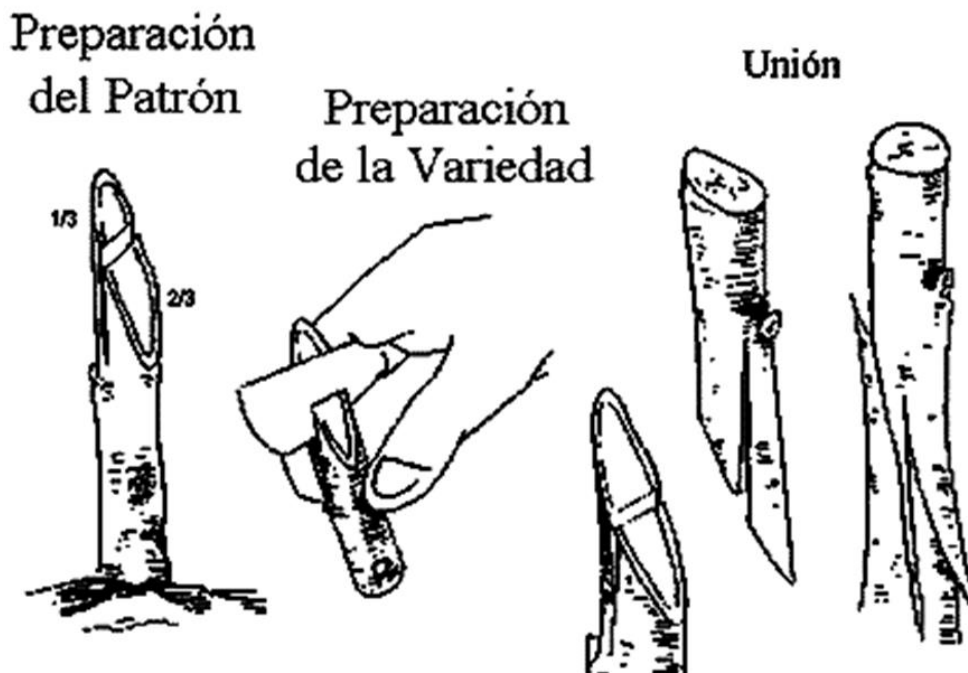


Figura 2: preparación de la púa por la técnica de injerto inglés doble. (<https://sites.google.com/site/bonsaimarti/manuales-1/esqueje/el-injerto>).

Injertación: se colocó la púa en el punto de inserción de los cotiledones, a 30 - 50 mm. por encima del cuello, según el momento en que el hipocótilo reúne las condiciones antes mencionadas (Fechas de injertación para cada tratamiento en anexo).

Luego cada injerto se ató y protegió de la deshidratación con bolsas individuales de polietileno.

Parámetros registrados:

1. **Poder germinativo:** es el número de semillas que germinan, se midió en tanto por ciento.
2. **Días a germinación:** número de días transcurridos desde la siembra hasta la aparición del hipocótilo sobre la superficie.
 - a. **Energía germinativa:** Es el tiempo que tarda en germinar el 50% de las semillas, sobre el total de las semillas germinadas. Expresado en días.
3. **Diámetro de tallo del PI según la fecha de germinación:** se realizó la medición con calibre digital de acero inoxidable, marca Miyoshi.
4. **Injertación:**
 - a. **Resultado de la Injertación en relación con la fecha de siembra y los días a germinación.**
 - b. **Injertos soldados:** se contabilizaron injertos con yema turgente de la púa.
 - c. **Injertos brotados:** se contabilizaron los injertos donde la yema inició su elongación.
5. **Relación diámetro I/PI:** se utiliza para explicar el éxito o fracaso de la técnica injertativa.
 - a. **Relación diámetro I/PI y su influencia en el resultado de la técnica.**
6. **Temperatura en invernáculo:** se registró con un termómetro digital de sonda externa, ubicado a 1,50 metros de altura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Poder germinativo: se determinó utilizando el porcentaje de germinación, el cuál es la cantidad de plántulas normales producidas, respecto al total de semillas puras de nogal sembradas.

En este caso, sobre un total de 180 semillas sembradas, germinaron 67, lo que representa un porcentaje de germinación del 37%. A pesar de haber realizado los almácigos en las condiciones recomendadas, se obtuvieron bajos porcentajes.

En experiencias similares, realizadas en nogal pecanero (*Carya illinoensis*), el porcentaje de germinación, con 48 horas de remojo en agua fría y estratificación, fueron del 44% a los 30 días, del 60% y 90% a los 60 y 90 días (Martínez Rodríguez, 1996).

Continuando el mismo análisis para cada cajón, los valores son: en el I = 57% con 34 semillas germinadas, mientras que para el II = 30% con 18 semillas germinadas y en el III, 25% con 15 semillas (Figura 3).

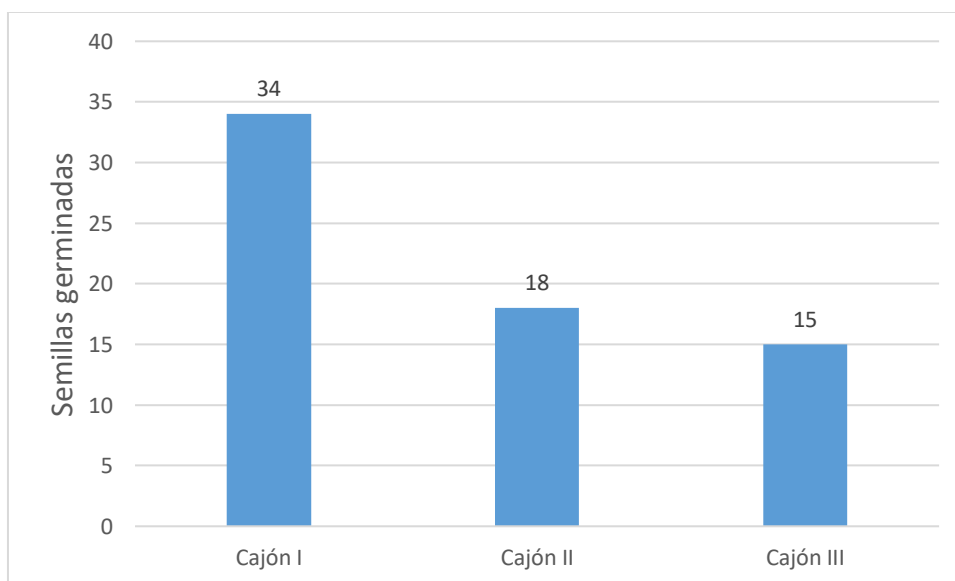


Figura 3: Cantidad de semillas germinadas en cada cajón.

2. Días a germinación: en la propagación exitosa por semilla es esencial un método para juzgar la viabilidad de las mismas.

Este parámetro depende de a) la temperatura b) humedad y c) la época de siembra.

En este estudio se siguió el progreso de la germinación cada 7 días, registrando el número de plantas en condiciones de recibir el injerto. Independientemente de las fechas de siembra; las primeras plantas se visualizaron 15 días después de la siembra. A partir de ese momento y por un lapso de 21 días (hasta el 26/11), ocurrieron un 38 germinaciones, que corresponden al 21% del total sembrado y un 57% del germinado (Figura 4).

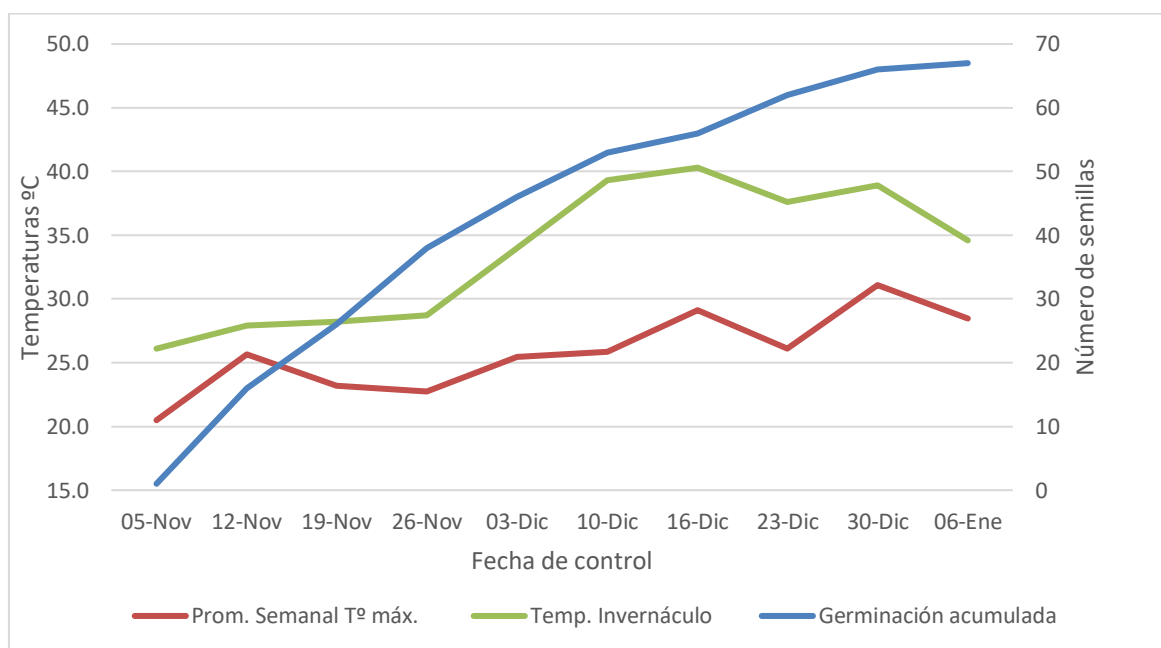


Figura 4: Germinación acumulada en función de la temperatura en el invernáculo y temperaturas máximas semanales en La Plata.

a) La temperatura es el factor ambiental más importante que regula la germinación y controla el crecimiento subsecuente de las plántulas. Afecta tanto el porcentaje como la tasa de germinación (Hartmann & Kester, 1996). La mayoría de las semillas no germinan si la temperatura se aproxima a los 0°C o asciende a más de 46°C; siendo favorables para la germinación entre 22 y 30°C (Fuller *et al.*, 1984). Durante el transcurso de esta experiencia, desde fines de noviembre hasta los últimos días de diciembre, se registró una la relación inversa entre el número de

semillas germinadas en cada observación semanal y la temperatura del invernáculo (Figura 4).

- b) La humedad es un aspecto muy importante en el proceso de germinación. Ensayos sobre semillas de diferentes genotipos en nueces, germinaron en condiciones de alta salinidad a -1.0 MPa, pero su germinación se redujo en más del 80% a -1.5 MPa.

También se han observado retrasos en las tasas de germinación en tratamientos con PEG (Polietilenglicol), explicado por tasas más bajas de imbibición del agua requerida para la germinación de la semilla. Esto podría indicar un importante mecanismo de supervivencia, que asegura la latencia de la semilla hasta que haya suficiente humedad disponible para la germinación de la semilla y el establecimiento de plántulas (Vahdati *et al.*, 2009).

- c) La época de siembra está determinada por los requerimientos de temperatura de germinación de la semilla y la necesidad de obtener plantas. Una siembra temprana de semillas, las cuáles necesitan temperaturas cálidas, puede causar: germinación lenta y despereja, problemas de enfermedades y daños en las plántulas. Mientras que muy altas pueden producir secamiento excesivo, daños y muerte de la semilla (Hartmann & Kester, 1996).

En este estudio se ha observado que la media de días a germinación fueron de, 33 para el Cajón III, 37 para el cajón II y 47 para el cajón I (Figura 5).

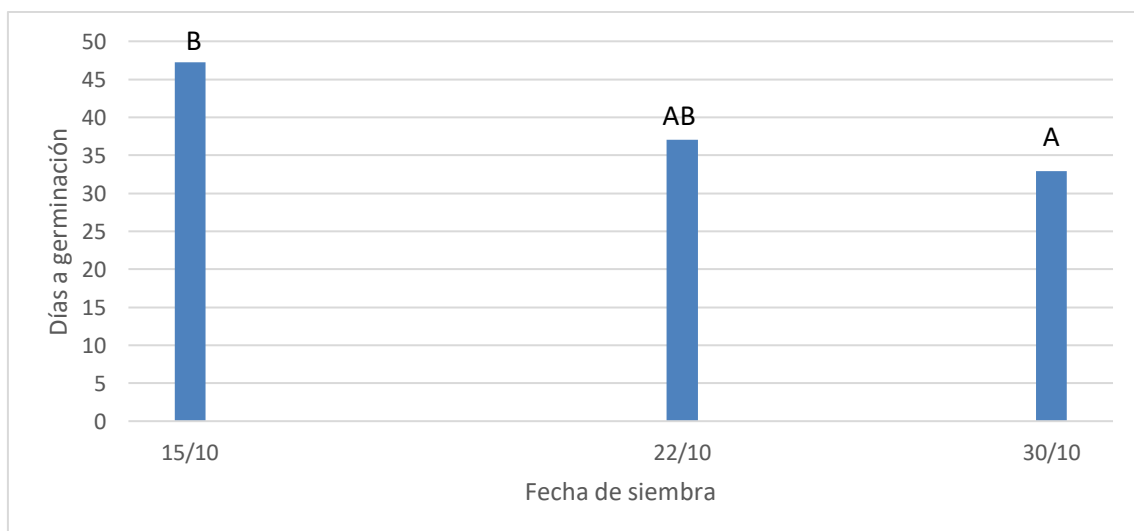


Figura 5: Días a germinación según fecha de siembra, las letras distintas indican diferencias significativas.

Al realizar un análisis de la varianza entre días a germinación y fecha de siembra, se observa que existen diferencias significativas entre las fechas, debido a que el p-valor es 0,0178, inferior al 0,05 utilizado como línea de corte de significancia.

Tabla 2: análisis de la varianza en los días a germinación respecto a la fecha de siembra.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
DÍAS A GERMINACIÓN	59	0,13	0,1	38,39	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2222,34	2	1111,17	4,33	0,0178
FECHAS DE SIEMBRA	2222,34	2	1111,17	4,33	0,0178
Error	14371,32	56	256,63		
Total	16593,66	58			

- a. Energía germinativa (EG): En base a la germinación acumulada y el tiempo transcurrido hasta su finalización se puede calcular la EG (Figura 6). En ésta se utiliza una ecuación, la cual mediante su resolución permite el cálculo del tiempo que tarda en germinar el 50% de las semillas germinadas, el cuál es de 39 días (Figura 6).

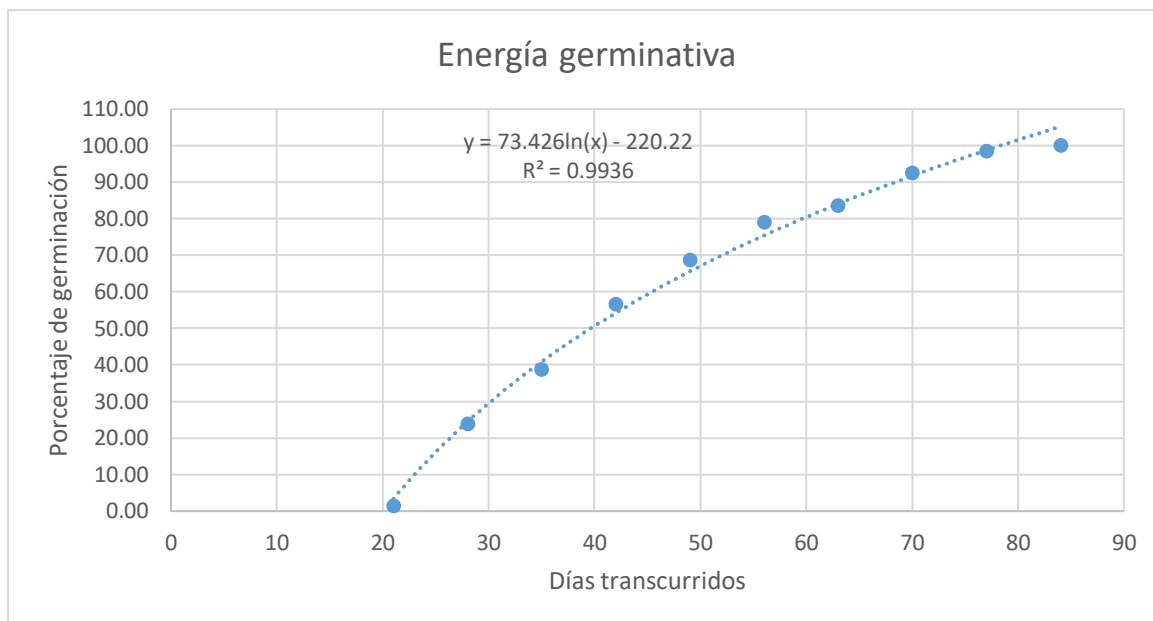


Figura 6: Días transcurridos hasta alcanzar el total de semillas germinadas, expresado en porcentaje.

3. Diámetro del PI según la fecha de germinación:

A medida que emergen las plántulas, en base a experiencias anteriores (datos no publicados) se efectuó una selección de las mejores, con un diámetro mínimo del tallo para recibir la púa, alrededor de 7 mm. (Tabla 3).

Se realizó el injerto (como se explicó en MM).

Tabla 3: Diámetro de PI según su fecha de germinación y temperatura en invernáculo.

Fecha germinación	Temperatura (°C)	Diámetro (mm)	Fecha germinación	Temperatura (°C)	Diámetro (mm)
19-nov	29,3	6,84	26-nov	32,1	3,89
19-nov	29,3	7,02	10-dic	39,3	3,81
12-nov	26,7	6,04	19-nov	29,3	2,93
12-nov	26,7	6,48	03-dic	34	3,77
12-nov	26,7	6,39	03-dic	34	3,85
12-nov	26,7	7,19	03-dic	34	3,28
19-nov	29,3	5,89	12-nov	26,7	2,96

Los diámetros adecuados para la técnica se obtuvieron en fechas de germinación tempranas (Figura 7). Posteriormente, las nuevas plantas presentaron una disminución del crecimiento en diámetro, que rondaron los 3 mm. (Tabla 3). Situación que no se recuperó con el paso del tiempo, sino que por el contrario se mantuvo. Entonces se observó que los injertos de diámetro óptimo se obtuvieron en fechas tempranas de germinación (12 – 19 noviembre), cuando las temperaturas bajo cubierta se mantuvieron por debajo de los 30°C. En las fechas de germinación más tardías (26 nov – 10 dic), las plántulas estuvieron expuestas a temperaturas cercanas a los 40°C, en estas condiciones se obtuvieron plántulas de pequeño diámetro de tallo (Figura 7). Esta situación de altas temperaturas se alcanza debido a la falta de una adecuada ventilación en el invernáculo. Se destaca la trascendencia del control de la temperatura y demás condiciones para la mejora en la producción de plantas de nogal bajo cubierta (Bistoni *et al.*, 2017).

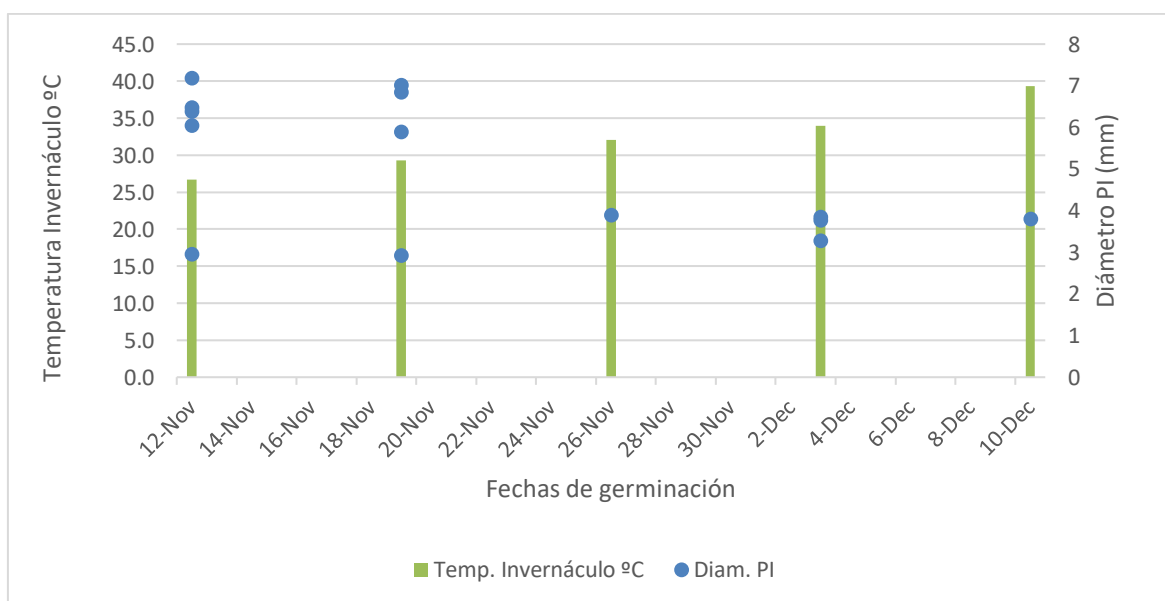


Figura 7: Diámetros de PI y temperatura en invernáculo al momento de la visita.

4. Injertación:

En forma tradicional las variedades de nogal se propagan por injerto de parche (o sus variaciones) en el tallo de plantas que proceden de semilla, las cuáles tienen de 2 a 4 años en vivero a fines de la primavera.

a. Resultado de la Injertación según días a germinación y fecha de siembra:

La evolución de la germinación en el cajón I, II y III, no mantuvo un ritmo constante, pasando de unos pocos días, 6 - 7 hasta 70 (Figura 8).

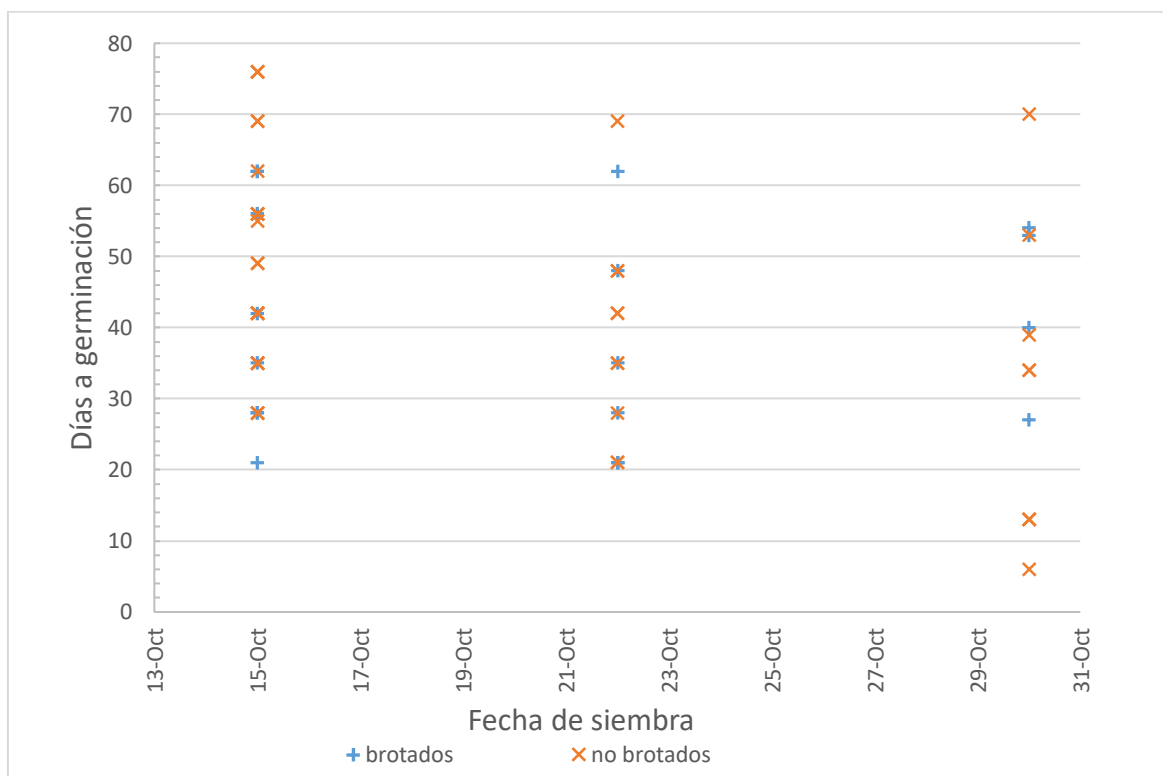


Figura 8: germinación de cada individuo e injertación según fecha de siembra.

En todos los cajones se han obtenido injertos brotados, en semillas que tuvieron desde menos de 30, a más de 70 días a germinación. Entonces la fecha de siembra y una germinación temprana o tardía, no tienen influencia en el resultado de la técnica de injertación. Esta situación se pone de manifiesto por medio de una distribución uniforme de injertos brotados y no brotados en los distintos cajones I, II y III, respecto a los días a germinación de cada individuo (Figura 8), y con una regresión logística. En éste los días a germinación, e injerto brotado y no brotado, resultan en diferencias no significativas, debido a que el p-valor de la regresión es 0,51, muy superior a 0,05 utilizado como línea de corte de significancia (Tabla 4).

En otras experiencias de injertación en nogal, se obtuvieron mayores, pero no significativos éxitos de injerto en plántulas de bajo vigor en comparación con plántulas de semi-vigor y de alto vigor (Rezaee, *et al.*, 2008).

Tabla 4: regresión logística de días a germinación versus éxito en la brotación.

Variable dependiente: brot; n: 67							
Predictor	Coeficiente	EE	Odd	LI	LS	-2(L0-L1)	p-valor
Constante	-0,44	0,74	0,64	0,15	2,74	11,32	0,0008
Días a germinación	-0,01	0,02	0,99	0,96	1,02	0,42	0,5156
Log-Likelihood						-37,14	

b. Injertos soldados:

Según Botti y Muñoz citando a Maurer (1970), el nogal es una de las especies de difícil injertación. Señalan que las condiciones ambientales, el estado fisiológico de las plantas y la técnica empleada son factores determinantes del éxito logrado en la injertación.

Las condiciones ambientales, temperaturas que rondan los 25°C y humedad elevada, durante y después del injerto tienen un impacto importante en la formación de callos (Avanzato y Atefi, 1997).

La formación de callos en nogal generalmente tiene lugar entre 4°C y 32°C; aunque la máxima formación ha sido reportado a 26,5 °C (Sitton, 1931).

Así se observó que de las 67 plantas injertadas, se obtuvieron 37 injertos soldados, los que representan un 55% del total.

Analizando cada fecha de siembra: en el cajón I se obtuvieron 18 injertos soldados, que representan el 56% del total injertado.

En el cajón II se obtuvieron 12 injertos que representan el 67% del total injertado.

En el cajón III se obtuvieron 7 injertos que representan el 47% del total injertado (Figura 9).

c. Injertos brotados:

Un brote consiste en un ápice meristemático, generador de células, con una zona de alargamiento celular, de un tallo con nudos, entrenudos, en los que se ubican hojas y yemas axilares (Gil Salaya, 1999). La apertura de la yema y posterior emisión del tallo, son las características que se observaron para determinar el éxito del injerto.

De los 67 injertos realizados, brotaron 19, los que representan el 28% del total.

Contabilizando cada cajón: en el I, de los 34 injertos realizados brotaron 9, que representan un 26%.

Para el II brotaron 6, que representan el 33% y en el cajón III lo hicieron 4, que representa un 27% del total de injertos realizados en dicho cajón (Figura 9). No siendo éstas diferencias estadísticamente significativas.

En trabajos sobre la obtención de plantas de nogal injertadas bajo condiciones controladas, se logró un 60% de brotado, utilizando *J. regia* como PI y como variedad, *J. regia* cv. Sunland. Un 53% se obtuvo utilizando el cultivar Chandler (Vega, *et al.*, 1999).

Analizando los efectos de diferentes métodos, tiempos y condiciones ambientales en el injerto en nuez, Obtuvieron un 76 % de éxito en la injertación, realizado en la cuarta semana de febrero, en el hemisferio norte. Esto puede deberse a que la temperatura y humedad relativa favorables en el momento del injerto y el rápido flujo de savia en el PI e I, favorecen el proceso de curación y establecen la continuidad de los tejidos cambiales y vasculares para la cicatrización del injerto (Mir y Kumar, 2011).

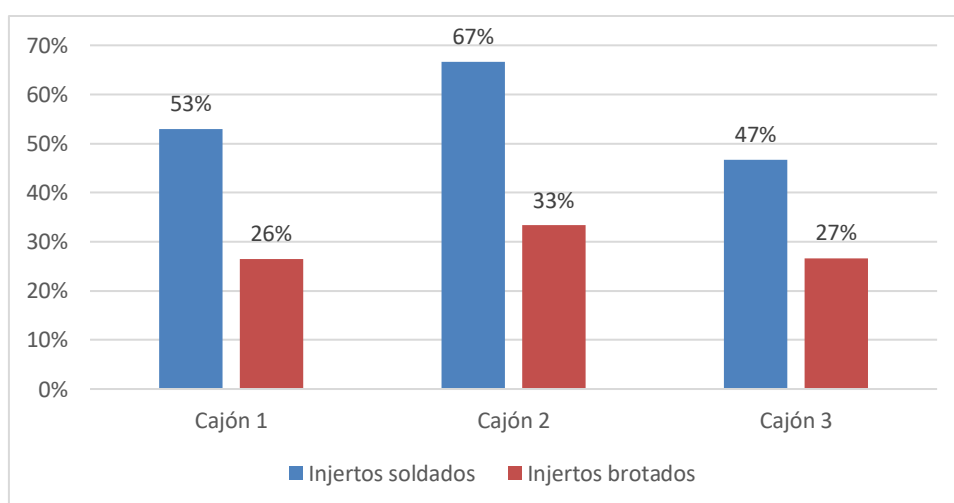


Figura 9: Injertos soldados y brotados obtenidos por cajón.

En la experiencia de (Gandev *et al.*, 2011), en Bulgaria, realizando injertos de epicótilo en nogal, han obtenido mayores porcentajes de éxito a fines de marzo (63%), respecto a los realizados a fines de abril (56%).

5. Relación diámetro I/PI:

Se utiliza ésta relación como indicador del grado de coincidencia en las zonas cambiales entre el hipobionte y epibionte. A menudo se afirma que para que el injerto tenga éxito, las capas de cambium del patrón y la púa deben “coincidir”. Aunque ello es conveniente, es poco probable que se logre o pueda lograrse la coincidencia completa de las capas de cambium. Cuando dos capas de cambium no coinciden bien, puede retardarse la unión o si es deficiente no llega a efectuarse la unión de injerto (Hartmann & Kester, 1996).

a. Relación diámetro I/PI y su influencia en el resultado de la técnica:

Una vez lograda la conexión vascular entre los biontes, se retiran las ataduras, priorizando el crecimiento del nuevo brote correspondiente a la variedad *J. regia*.

Los injertos brotados son aquellos en los que la relación I/PI es menor a 1, siendo la media de 0,86, que se corresponden a PI con diámetros entre 6 - 7 mm y púas de 5 mm. En los no brotados es de 1,37 (Tabla 5). Este valor se debe a que el diámetro del PI no supera los 3 mm, mientras que el diámetro de la púa, se mantiene en los 5 mm. A veces la técnica de propagación sólo pone en contacto una pequeña porción de las regiones cambiales del patrón y de la púa (Hartmann & Kester, 1996).

En experiencias realizadas en nogal, obtuvieron menores porcentajes de soldado y brotado en injertos de escudete, respecto a parche y astilla, tanto a campo como en invernadero, lo cual se debería a un menor contacto del cambium de PI y la púa (Ebrahimi *et al.*, 2007).

En un análisis de la varianza, no se encontraron diferencias significativas entre las medias de injertos brotados y no brotados. Para próximos ensayos se recomendaría aumentar el número de muestras, para demostrar si el efecto de las diferencias de diámetro son significativas o no.

Tabla 5: análisis de la varianza en la relación I/P.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)									
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	brot	Medias	n	
Modelo	0,91	1	0,91	123,82	<0,0001	brotados	0,86	7	
brot	0,91	1	0,91	123,82	<0,0001	no brotados	1,37	7	
Error	0,09	12	0,01						

En la figura 10 puede apreciarse con mayor detalle cómo varía I/PI según la fecha de germinación.

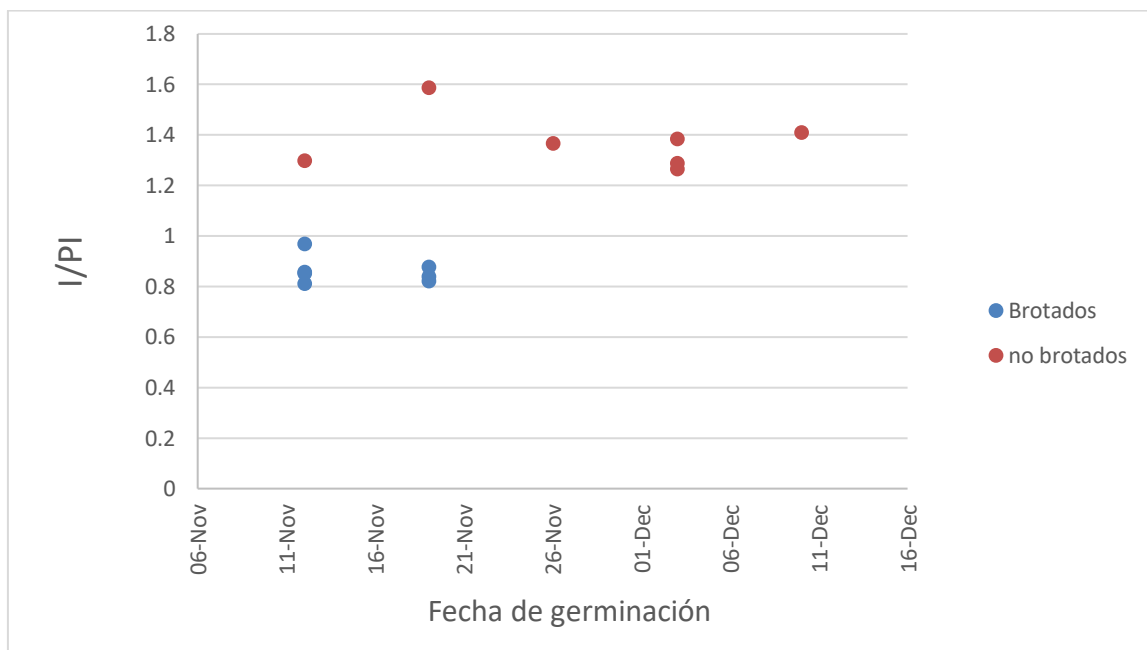


Figura 10: Relación I/PI según fecha de germinación y resultado de la técnica de injerto.

Los valores inferiores a 1 ocurren en fechas que van del 12 al 19 de noviembre, cuando las temperaturas en el invernáculo oscilaban entre 26 y los 28 °C (Figura 4). Mientras que la mayoría de las relaciones mayores a 1, se corresponden con germinaciones más tardías. Este comportamiento está en función de las temperaturas en el interior del invernáculo en cada fecha de germinación y los días posteriores a la misma.

RECOMENDACIONES: a considerar en futuras investigaciones

* Infraestructura para el control de la temperatura en el interior del invernáculo para controlar todas las consecuencias negativas que generan (Figura 4).

*Previo a la estratificación, separar semillas vanas por flotación en agua. Esta es una sencilla técnica de preselección donde se pueden separar de las semillas llenas maduras, aquellas que están atacadas por insectos, dañadas mecánicamente o inmaduras. El método de la densidad sólo puede aplicarse cuando se dispone de un líquido que posea la densidad adecuada y que no perjudique a la semilla (Willian, 1991).

*Estratificación de la semilla con una duración del tratamiento de 4 meses obtuvo un porcentaje de germinación cercano al 100% en semillas de *J. nigra* (Flores *et al.*, 2017).

*Siembras al inicio de la primavera, con temperaturas templadas (15 – 18°C) permitirá obtener un mayor poder germinativo, alejado de la ocurrencia de temperaturas superiores a 30°C (Figura 4).

*Sustrato en los almácigos compuesto por los mismos elementos y en las mismas proporciones, esto generará una mayor uniformidad en la germinación.

*Control estricto en la calidad de las varetas recolectadas, como también las condiciones de almacenamiento (Temperatura y humedad).

*Las púas con yema apical tendrían mejor respuesta a la injertación en fases tempranas de crecimiento del PI.

*Púas de diámetros variables para obtener I/PI menores a 1. Ante reducciones en el diámetro del PI, esto aumentará las posibilidades de éxito del injerto debido a la mayor coincidencia de los componentes. Cuando dos capas de cambium no coinciden bien, puede retardarse la unión o si es deficiente no llega a efectuarse la unión de injerto (Hartmann y Kester, 1996).

*Capacitación del personal en la técnica injertativa mediante prácticas previas. Esto se realiza ya que estarán frente a la manipulación de material muy pequeño y de alta fragilidad.

*Control fitosanitario de la germinación, para evitar la presencia de plagas o enfermedades que puedan dañar el brote (Babosas, caracoles, hormigas).

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que efectivamente la técnica de injerto en semilla nodriza es factible para obtener plantas de nogal en tiempo breve. Se esperaba con la aplicación de esta metodología llegar a producir estiones en menos de un año, en cantidad y calidad. Es de destacar la importancia que tiene contar con una infraestructura que permita el control de las condiciones ambientales, para lograr porcentajes de éxito mayores con la técnica. En base a lo anteriormente dicho, experiencias futuras cuentan con evidencias para manejar las temperaturas y humedad dentro de valores óptimos, en pos de obtener plantas injertadas de calidad.

Los nuevos mecanismos de propagación agámica, la sistematización del proceso tanto para la obtención del PI, púa para injertación, como la técnica de injerto en sí misma, aún se encuentran en una faceta temprana de investigación. Sin embargo podemos decir que las conclusiones de este trabajo sientan un precedente sobre los aspectos importantes a tener en cuenta e incentivan a la realización de futuros ensayos similares, en donde la relación I/PI es el parámetro medido más importante, debido a que se encontró que los injertos que han brotado son aquellos en los que la relación es menor a 1, y en los no brotados es mayor a 1. Este valor se corresponde a fechas de germinación tardías (26 nov – 11 dic) y diámetros de PI reducidos (3 mm.) provocados por las altas temperaturas en invernáculo que han ocurrido en esas fechas (Figura 4). Entonces ésta relación es afectada por la fecha de siembra, germinación, las temperaturas luego de la germinación y el diámetro de las púas recolectadas. Estos futuros ensayos deberán cuidar los aspectos antes mencionados y estar orientados a la producción de plantas en un tiempo más acotado. Esto permitirá a la nogalicultura Argentina cubrir con la demanda creciente de plantas tanto para renovación, como para la instalación de nuevos montes.

BIBLIOGRAFÍA

- **Avanzato, D.; Atefi, J.** (1997). Walnut grafting by heating the graft-point directly in the field. *Acta Hort.* 442: 291-294.
- **Bistoni; Iriarte; Matías; Vega.** (2017). Invernadero para obtención de plantas injertadas de nogal con colectores solares de bajo costo. Resultados preliminares. EEA INTA Catamarca.
- **Cólica, Juan José.** (2015). III Simposio internacional de nogalicultura del noroeste argentino. Producción de nueces en Argentina y Catamarca.
- **Botti, Claudia; Muñoz, Carlos.** (1978). Estudio anatómico de la formación de callo en estacas e injertos de nogal (*Juglans regia* L). XXVII Jornadas agronómicas. Valdivia, Chile.
- **Ebrahimi Aziz; Vahdati Kourosch; Fallahi, Esmail.** (2007). Improved Success of Persian Walnut Grafting Under Environmentally Controlled Conditions. Queensland University of Technology.
- **Flores, P.; Poggi, D.; Garcia, S; Catraro, M. & Gariglio, N.** (2017). Ruptura de la dormición y exigencias de luz para la germinación de semillas de *Juglans nigra*. FAVE. Sección Ciencias agrarias. vol.16 N°2. Santa Fé.
- **Font Quer** (1953). Diccionario de Botánica. Editorial Labor. Pp. 526
- **Forte; Spina Fernández.** (2016) Pautas de manejo para un monte de nogales en las Sierras de Córdoba. Facultad de Ciencias agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba.
- **Fuller, J y Rinchie, D.** (1984). Citado por Ledesma, G. 2010. Tesis de Grado. Ing. Forestal. Evaluación de tres tratamientos pregerminativos y cuatro tipos de sustratos para la propagación de pumanqui (*Oreopanax ecuadorensis* Kunt).
- **GANDEV, S. and V. ARNAUDOV.** (2011). Propagation method of epicotyl grafting in walnut (*Juglans regia* L.) under production condition. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 17: 173-176.
- **Gil Salaya, Gonzalo.** (1999) El potencial productivo. 2da edición. Alfaomega grupo editor. Cap IV, pp 135.
- **Hartmann, H. & D. Kester.** (1996). Propagación de plantas: Principios y prácticas. 7ª ed. México D.F.: Compañía Editorial Continental S.A. Cap. XII, pp 464-465. Cap VI, pp 162. Cap XI, pp 377, 376, 386. Cap. VI, pp 148, 149, 153.

- **Hurrel Julio, Delucchi Gustavo, Keller Héctor.** (2011). *Caryaillinoiensis* (Juglandaceae) adventicia en la Argentina. Conicet digital. Vol. 20, No. 1, pp. 48.
- **Iannamico, Luis.** (2009). El cultivo del nogal en climas templado fríos. –Primera edición - Buenos Aires. Inst. Nacional de Tecnología Agropecuaria – Cap I, pp 15-17, Cap III, pp 35.
- **Iannamico, Luis.** (2015). El cultivo del nogal. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Patagonia Norte. Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle Ediciones INTA. Pp. 5.
- **Jaldo Alvaro, Delia Mariana.** (2014). Situación actual, potencial y perspectivas de la nogalicultura en Argentina. <https://inta.gob.ar/documentos/situacion-actual-potencial-y-perspectivas-de-la-nogalicultura-en-argentina> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (Última visita marzo de 2018)
- **Lemus, Gamalier** (2015). El cultivo del nogal: plantación y requerimientos para su desarrollo. III Simposio internacional de nogalicultura del noroeste argentino.
- **Luna Lorente, Francisco.** (1990). El nogal. Ediciones Mundiprensa. Madrid. pp 155.
- **Martínez Rodríguez, O.A** (1987) Estratificación de semillas de nogal en la producción de portainjertos. Congreso Nacional de Horticultura. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. pp 98.
- **Martínez Rodríguez, O.A.** (1996) Evaluación de tratamientos pregerminativos en semillas de nogal pecanero (*Caryaillinoensis* Koch) cv. Apache.
- **Muncharaz Pou** (2012). El nogal: técnicas de producción de fruto y madera. Ediciones Mundi-prensa. Cap. I, pp 15-25. Cap. V, pp 79-86. Cap. VII, pp 118-121.
- **Mir, Muzzafar & Kumar, Ajay.** (2011). Effect of different methods, time and environmental conditions on grafting in walnut. Division of pomology, Sher-e-Kashmir University of Agricultural Sciences and Technology, Shalimar, Campus, Srinagar, J&K.
- **R. Rezaee, K. Vahdati, V. Grigoorian & M. Valizadeh** (2008). Walnut grafting success and bleeding rate as affected by different grafting methods and seedling vigour, The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 83:1, 94-99.
- **Romero, M, Dessy, S. Mattía, V.** (2001). Evaluación de la injertación precoz en la obtención de plantas de ciruelo (*Prunus salicina*, Lindt) Agrícola Vergel. pp. 422-424. ISSM 0211-2728.

- **Seleme, Felisa.** (2011). El Nogal, serie didáctica N°1. Catedra de fitopatología. Ed. Universidad Nacional de Catamarca.
- **Sitton B. G.** (1931). Vegetative propagation of the black walnut. Tech. Bul. 119. Michigan State University.
- **Tarango Rivero; Chávez Sánchez.** (2011). Daño salino en nogal pecanero. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto técnico No. 38.
- **Vahdati, K.; Lotfi N.; Kholdebarin B.; Hassani D.; Amiri R.; Reza Mozaffari M.; Leslie C.** (2009). Screening for Drought-tolerant Genotypes of Persian Walnuts (*Juglans regia* L.) During Seed Germination. HORTSCIENCE 44(7):1815–1819.
- **Vega; Matías; González; Iriarte.** (1999). Obtención de plantas injertadas de nogal bajo condiciones controladas: resultado preliminares. Congreso de desarrollo regional. Universidad de Catamarca.
- **Westwood, N. H** (1982). Fruticultura en zonas templadas. Cap I. pp. 71. Ed. Mundiprensa.
- **Willan, R. L.** (1991). Guía de Manipulación de Semillas Forestales con especial referencia a los Trópicos. Centro de Semillas Forestales de DANIDA. Estudio FAO MONTES 20/2. pp 510.

ANEXO:

Tabla 6: Registros climáticos en la ciudad de La Plata para el mes de octubre

Fecha	Temperatura del aire			Temp. Suelo h=(-0,05 m) °C	Radiación Solar Wat./m2	Presión Barométrica Hpa.	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P. mm	Humedad %
	Media °C	Máx. °C	Min. °C				Velocidad Km/H.	Dom.	Cantidad mm.	Max. Intensi mm/h		
01/10/2015	14.1	18.7	8.6	13.3	1699.0	1011.0	12.2	NE	9.6	2.5	3.1	69
02/10/2015	10.8	13.5	4.7	13.0	795.0	1012.7	15.2	SSO	16.0	2.0	1.5	86
03/10/2015	7.7	14.1	0.9	11.1	2230.0	1020.8	8.2	SSO	0.0	0.0	3.1	69
04/10/2015	10.4	15.9	4.7	11.9	2070.0	1020.2	9.3	E	0.0	0.0	3.1	75
05/10/2015	13.8	17.0	11.1	12.8	1260.0	1014.8	11.7	NE	0.0	0.0	2.6	68
06/10/2015	14.5	17.4	13.1	13.9	777.0	1009.5	9.2	SSE	5.9	4.6	1.3	89
07/10/2015	14.4	19.4	10.4	14.4	2235.0	1010.1	12.4	SE	0.0	0.0	3.7	77
08/10/2015	14.0	20.9	8.0	14.6	2661.0	1013.9	10.6	SE	0.5	0.0	4.8	63
09/10/2015	10.4	15.3	6.9	13.5	1524.0	1023.4	11.3	SE	0.0	0.0	2.6	71
10/10/2015	10.7	15.1	6.8	13.0	1960.0	1027.8	11.6	SE	0.0	0.0	3.2	72
11/10/2015	11.7	17.0	7.4	13.2	1688.0	1024.6	9.5	SSE	0.0	0.0	2.8	76
12/10/2015	11.5	17.7	7.5	13.4	2048.0	1017.3	5.9	NE	0.0	0.0	2.7	77
13/10/2015	13.8	20.3	5.9	13.5	2406.0	1012.7	8.1	NE	0.0	0.0	4.1	69
14/10/2015	16.3	20.2	12.8	14.7	1862.0	1002.6	13.4	NE	8.6	5.8	3.5	74
15/10/2015	13.8	17.4	9.2	14.6	1579.0	1003.0	12.3	OSO	0.0	0.0	2.8	78
16/10/2015	10.1	15.6	5.5	13.2	2618.0	1018.8	8.6	SSO	0.0	0.0	3.9	65
17/10/2015	10.3	16.8	2.3	12.7	2984.0	1026.5	7.8	S	0.0	0.0	4.6	57
18/10/2015	12.6	18.4	5.9	13.0	2961.0	1021.0	9.0	NNE	0.0	0.0	4.6	58
19/10/2015	15.7	19.9	13.0	14.3	1387.0	1008.0	8.3	N	11.6	1.5	2.7	68
20/10/2015	15.3	19.9	12.0	15.2	1892.0	1003.3	7.0	OSO	3.0	0.8	2.9	84
21/10/2015	16.9	23.2	9.9	15.7	2737.0	1007.2	4.9	ENE	0.0	0.0	4.0	74
22/10/2015	17.2	25.1	11.2	16.7	2441.0	1011.2	7.8	SSE	0.0	0.0	4.1	72
23/10/2015	10.8	15.4	5.2	15.1	2947.0	1021.6	8.9	S	0.0	0.0	4.3	58
24/10/2015	10.4	14.9	4.2	13.6	1650.0	1023.1	11.2	E	0.0	0.0	2.8	68
25/10/2015	15.0	18.5	12.4	14.4	1649.0	1018.9	12.5	E	0.6	0.0	3.1	73
26/10/2015	17.8	22.9	14.2	16.4	2224.0	1013.2	6.9	E	0.0	0.0	3.4	83
27/10/2015	18.2	24.5	13.6	17.7	2778.0	1014.8	7.7	E	0.0	0.0	4.3	83
28/10/2015	19.4	24.4	15.2	18.6	2966.0	1012.5	11.2	NE	0.0	0.0	4.7	82
29/10/2015	18.5	21.2	16.6	18.6	542.0	1010.5	8.2	NE	12.0	2.8	0.9	93
30/10/2015	15.3	20.0	8.2	17.7	2045.0	1012.7	10.4	SE	0.0	0.0	3.4	61
31/10/2015	12.4	19.5	6.7	15.9	2707.0	1018.9	8.6	ESE	0.0	0.0	4.7	48
Media	13.7	18.7	8.8	14.5	2042.6	1015.0	9.7	E				72
Total					63322.0				67.8	5.8	103.3	
Normal de Mes	16.5								96.4			

Tabla 7: Registros climáticos en la ciudad de La Plata para el mes de noviembre.

Fecha	Temperatura del aire			Temp. Suelo h=(-0,05 m) °C	Radiación Solar Wat./m2	Presión Barométrica Hpa.	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P. mm	Humedad %
	Media °C	Máx. °C	Min. °C				Velocidad Km/H.	Dom.	Cantidad mm.	Max. Intensi mm/h		
01/11/2015	13.3	19.8	5.2	15.2	4780.0	1020.3	6.7	ESE	0.0	0.0	4.6	41
02/11/2015	14.3	18.8	7.1	15.1	5080.0	1016.3	8.4	ENE	0.0	0.0	4.9	47
03/11/2015	16.6	22.1	10.8	16.2	3636.0	1014.4	6.0	ENE	0.0	0.0	3.4	61
04/11/2015	14.2	20.2	7.4	16.2	6315.0	1019.9	8.5	SE	0.0	0.0	5.7	43
05/11/2015	13.9	23.0	4.6	15.8	5867.0	1018.5	3.6	ESE	0.0	0.0	4.5	45
06/11/2015	17.5	25.6	8.3	16.5	5350.0	1017.3	3.9	ENE	0.0	0.0	4.4	42
07/11/2015	19.4	26.3	11.9	17.7	6578.0	1013.3	7.0	ENE	0.0	0.0	5.9	43
08/11/2015	21.0	26.2	16.5	18.8	5815.0	1007.9	9.5	N	0.0	0.0	6.3	37
09/11/2015	19.8	26.1	15.9	19.0	3204.0	1006.7	8.7	NE	7.6	14.0	3.5	61
10/11/2015	20.7	26.7	16.4	19.7	4200.0	1009.7	7.5	S	0.8	0.0	4.0	71
11/11/2015	19.1	27.0	11.3	19.6	6884.0	1011.6	6.7	ENE	0.0	0.0	5.8	48
12/11/2015	17.1	21.6	13.4	18.0	2000.0	1004.5	8.9	NE	27.2	8.4	2.4	61
13/11/2015	17.1	20.4	12.9	17.8	2151.0	999.2	12.4	SSO	9.4	18.3	2.3	75
14/11/2015	19.6	26.7	11.0	17.9	6236.0	1007.5	5.6	N	0.0	0.0	5.5	56
15/11/2015	22.2	27.8	16.3	19.7	6601.0	1006.1	9.2	NNO	0.0	0.0	6.7	49
16/11/2015	21.5	25.6	15.6	20.0	5892.0	1003.4	10.3	NE	0.0	0.0	6.0	47
17/11/2015	19.7	22.2	16.4	20.0	1979.0	1001.5	6.7	SE	17.4	2.5	1.9	71
18/11/2015	18.3	22.1	16.2	19.4	2614.0	1002.3	7.0	S	0.2	0.0	2.3	60
19/11/2015	14.7	17.5	12.5	18.0	738.0	1002.9	5.5	S	21.6	4.6	0.9	81
20/11/2015	14.1	19.6	7.8	16.7	6345.0	1010.6	7.0	S	0.0	0.0	5.0	43
21/11/2015	17.9	23.3	10.7	17.2	6520.0	1008.0	11.4	N	0.0	0.0	6.8	34
22/11/2015	18.5	25.5	12.4	18.4	6702.0	1009.2	6.0	E	0.0	0.0	5.8	47
23/11/2015	17.5	21.8	14.5	18.8	5663.0	1010.4	10.0	E	0.0	0.0	5.6	46
24/11/2015	18.1	21.9	13.9	18.6	6780.0	1007.8	13.2	NE	0.0	0.0	6.9	42
25/11/2015	19.5	23.6	15.8	19.4	6650.0	1008.6	13.3	NE	0.0	0.0	6.8	49
26/11/2015	19.8	23.4	17.2	19.9	4073.0	1007.8	11.0	NE	0.0	0.0	4.4	57
27/11/2015	18.6	20.8	15.6	19.6	1738.0	1001.8	10.1	SSO	45.8	7.4	1.7	82
28/11/2015	18.0	23.2	13.0	18.8	6284.0	1006.4	8.9	SO	0.0	0.0	5.7	49
29/11/2015	17.3	24.2	8.4	18.4	5734.0	1012.6	5.3	OSO	0.0	0.0	5.3	39
30/11/2015	20.6	28.4	10.8	19.3	5574.0	1011.7	6.3	NNO	0.0	0.0	6.0	38
Media	18.0	23.4	12.3	18.2	4932.8	1009.3	8.2	ENE				52
Total					147983.0				130.0	18.3	140.8	
Normal de Mes	19.2								98.4			

Tabla 8: Registros climáticos en la ciudad de La Plata para el mes de diciembre.

Fecha	Temperatura del aire			Temp. Suelo h=(-0,05 m) °C	Radiación Solar Wat/m2	Presión Barométrica Hpa.	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P. mm	Humedad*	
	Media °C	Máx. °C	Min. °C				Velocidad Km/H.	Dom.	Cantidad mm.	Intensi- dad mm/h		mm	%
01/12/2015	22,7	28,6	15,5	20,8	5871,0	1010,8	8,6	NE	0,0	0,0	5,0	56	
02/12/2015	20,7	26,6	14,3	21,1	8029,0	1012,7	7,6	E	0,0	0,0	4,7	72	
03/12/2015	21,1	26,4	17,0	21,4	5225,0	1008,1	8,8	NE	7,0	2,5	4,0	77	
04/12/2015	20,6	24,8	17,4	21,5	3384,0	1003,5	5,8	ENE	9,2	13,0	2,4	92	
05/12/2015	18,5	23,4	11,8	20,7	5475,0	1010,2	8,2	S	0,0	0,0	3,9	83	
06/12/2015	13,8	20,8	8,4	19,0	7205,0	1013,8	6,5	S	0,0	0,0	4,4	81	
07/12/2015	17,0	24,3	8,8	18,9	8128,0	1009,5	6,0	N	0,0	0,0	4,3	68	
08/12/2015	21,9	28,7	16,4	20,3	6440,0	1003,5	10,1	N	1,8	0,3	5,6	58	
09/12/2015	21,3	27,4	16,3	21,4	6713,0	1003,5	5,2	SSO	0,2	0,0	4,7	68	
10/12/2015	24,0	31,5	13,3	21,7	7071,0	1001,7	7,9	ONO	0,0	0,0	6,0	54	
11/12/2015	25,2	31,9	13,3	22,2	6752,0	998,8	13,6	NNO	0,0	0,0	7,2	59	
12/12/2015	25,7	31,3	19,7	23,4	4976,0	997,6	8,9	NNO	0,0	0,0	4,7	60	
13/12/2015	24,4	31,2	16,5	23,3	6347,0	997,0	4,8	N	0,0	0,0	5,1	66	
14/12/2015	21,9	26,2	17,7	22,9	4425,0	1000,9	7,5	SE	4,8	7,6	3,6	84	
15/12/2015	20,6	27,4	14,4	22,0	6647,0	1010,3	9,2	SSE	0,2	0,0	5,1	73	
16/12/2015	22,0	28,7	14,1	21,9	6773,0	1008,2	12,1	NE	0,0	0,0	5,9	69	
17/12/2015	22,7	27,2	19,1	22,3	2846,0	998,9	9,6	ONO	0,8	0,0	3,2	74	
18/12/2015	20,0	24,8	14,1	21,5	6670,0	1004,0	10,5	SSO	0,0	0,0	5,8	59	
19/12/2015	16,8	24,2	9,0	20,2	7183,0	1013,2	6,6	SSO	0,0	0,0	5,0	51	
20/12/2015	19,0	25,5	10,6	20,5	6792,0	1012,2	8,8	ENE	0,0	0,0	5,2	64	
21/12/2015	23,3	29,3	17,7	22,4	5487,0	1003,7	11,4	NE	0,8	0,3	4,8	72	
22/12/2015	21,3	23,3	17,6	22,2	2121,0	999,5	9,4	N	14,2	8,4	2,0	90	
23/12/2015	22,5	27,2	17,9	21,9	4050,0	1000,7	5,4	SO	0,0	0,0	3,1	83	
24/12/2015	22,0	28,4	14,7	21,9	6974,0	1008,9	8,1	E	0,0	0,0	5,6	58	
25/12/2015	23,7	29,7	18,7	22,8	7042,0	1009,3	9,4	N	0,0	0,0	5,8	68	
26/12/2015	24,5	29,7	18,7	23,6	8984,0	1004,6	8,7	N	0,0	0,0	5,6	62	
27/12/2015	26,7	32,6	19,4	24,3	8755,0	999,6	7,6	N	0,0	0,0	5,6	62	
28/12/2015	26,8	33,5	19,3	25,0	6488,0	1000,5	7,7	N	0,0	0,0	5,8	69	
29/12/2015	26,2	32,9	20,4	24,9	3867,0	1001,6	5,2	NE	0,0	0,0	3,5	74	
30/12/2015	25,4	30,6	20,9	24,9	4306,0	1000,2	5,0	N	0,0	0,0	3,5	80	
31/12/2015	24,1	28,6	18,7	24,9	5191,0	1002,5	6,6	E	0,0	0,0	4,1	81	
Media	22,1	28,0	15,8	22,1	5748,5	1004,8	8,0	N				69	
Total					178204,0				38,6	13,0	145,0		
Normal de Mes	22,3								78,9				

Tabla 9: Registros climáticos en la ciudad de La Plata para el mes de enero.

Fecha	Temperatura del aire			Temp. Suelo h=(-0,05 m) °C	Radiación Solar Wat/m2	Presión Barométrica Hpa.	Viento (h=3.6 m)		Precipitaciones		E.T.P. mm	Humedad*	
	Media °C	Máx. °C	Min. °C				Velocidad Km/H.	Dom.	Cantidad mm.	Máx. Intensi- dad mm/h		mm	%
01/01/2016	23,1	26,3	20,3	24,4	3717,0	1004,5	8,1	E	10,8	5,6	3,1	83	
02/01/2016	24,7	29,3	20,6	24,3	5837,0	1006,4	11,1	N	0,0	0,0	5,3	77	
03/01/2016	24,7	28,3	21,2	24,3	4465,0	1005,1	11,3	NE	0,0	0,0	4,4	77	
04/01/2016	25,0	29,3	23,8	24,3	2711,0	1002,9	8,6	NNE	1,0	7,6	2,4	81	
05/01/2016	24,9	30,0	18,6	24,6	5458,0	1004,9	10,9	SSE	0,0	0,0	5,2	80	
06/01/2016	20,8	27,1	14,3	22,9	6927,0	1009,8	10,1	SSE	0,0	0,0	5,8	63	
07/01/2016	20,1	29,1	12,1	22,0	7014,0	1009,8	6,8	ENE	0,0	0,0	5,5	66	
08/01/2016	21,7	28,5	15,4	22,8	4987,0	1006,1	4,3	ENE	0,2	0,0	3,9	65	
09/01/2016	20,3	25,6	15,6	22,4	4608,0	1009,0	9,1	SE	0,0	0,0	4,1	75	
10/01/2016	22,0	26,8	18,2	22,8	3122,0	1005,9	4,3	SE	1,4	0,3	2,6	82	
11/01/2016	23,3	29,9	15,7	23,0	6923,0	1002,3	4,8	SE	0,0	0,0	5,2	74	
12/01/2016	24,2	28,6	19,7	23,3	1890,0	998,2	7,0	SSO	0,6	0,8	2,4	68	
13/01/2016	21,8	28,4	13,6	22,4	6903,0	1005,9	9,2	NE	0,0	0,0	5,9	67	
14/01/2016	25,5	31,3	18,9	23,3	6670,0	1004,0	15,0	NNO	0,0	0,0	7,6	51	
15/01/2016	24,2	32,1	17,0	23,5	6075,0	1003,9	9,0	ESE	0,0	0,0	5,9	53	
16/01/2016	21,7	30,9	11,9	22,7	5500,0	1006,4	7,5	NE	0,0	0,0	4,9	65	
17/01/2016	26,8	33,3	19,3	24,2	4904,0	1002,9	8,6	S	0,0	0,0	5,3	60	
18/01/2016	23,3	29,4	17,8	23,9	6706,0	1008,3	10,5	E	0,0	0,0	6,2	61	
19/01/2016	21,9	29,2	14,0	23,0	5932,0	1009,0	7,7	NE	0,0	0,0	5,3	59	
20/01/2016	22,3	25,7	19,0	22,9	2074,0	1008,7	10,0	E	23,2	20,3	2,6	81	
21/01/2016	24,1	29,3	19,8	23,1	4812,0	1008,6	8,9	NE	0,0	0,0	4,4	76	
22/01/2016	28,0	34,1	22,6	24,5	6139,0	1002,8	14,9	NNO	0,0	0,0	6,9	68	
23/01/2016	22,6	27,7	18,8	23,8	5044,0	1006,0	12,0	E	16,4	14,0	4,3	72	
24/01/2016	26,9	35,3	20,3	24,1	6034,0	996,9	14,2	NE	0,0	0,0	6,2	71	
25/01/2016	23,7	28,3	18,2	23,8	5390,0	997,2	11,9	SSO	1,4	2,8	5,5	61	
26/01/2016	20,6	26,0	15,9	22,9	5544,0	1006,1	7,8	SE	0,0	0,0	5,2	53	
27/01/2016	19,2	25,8	10,8	21,8	6896,0	1010,4	6,8	E	0,0	0,0	5,2	61	
28/01/2016	22,0	27,9	15,9	22,4	3933,0	1008,0	8,1	N	0,0	0,0	3,9	68	
29/01/2016	22,4	29,2	17,6	22,6	2323,0	1006,1	5,3	ESE	12,2	10,7	2,2	77	
30/01/2016	22,6	28,1	18,5	23,0	3844,0	1007,9	6,2	SE	0,2	0,0	3,2	82	
31/01/2016	19,7	25,1	14,5	22,6	5221,0	1012,3	8,4	S	0,0	0,0	4,2	68	
Media	23,0	28,9	17,4	23,3	5077,5	1005,7	9,0	NE				69	
Total					157403,0				67,4	20,3	145,0		
Normal del Mes (1964-2014)	23,8								105,7				

Fecha de medición	12 Nov	19 nov	26 nov	3 dic	10 dic	17 dic	23 dic	30 dic	6 dic	13 dic
Temperatura Invernáculo	26,7	29,3	32,1	34°C	39,3	40,3	37,6	38,9	34,6	32,6

Registros para el tratamiento sembrado el 15/10 (Cajón I).

FECHA DE GERMINACIÓN	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F1	16/12/2015		26/11/2015	10/12/2015	19/11/2015	03/12/2015
F2	30/12/2015	16/12/2015		19/11/2015	12/11/2015	
F3	10/12/2015					
F4			26/11/2015	19/11/2015	03/12/2015	
F5	16/12/2015	19/11/2015				26/11/2015
F6		10/12/2015	26/11/2015	12/11/2015	19/11/2015	26/11/2015
F7	26/11/2015	26/11/2015				
F8	30/12/2015	19/11/2015		10/12/2015	30/12/2015	23/12/2015
F9					19/11/2015	12/11/2015
F10	10/12/2015		12/11/2015		23/12/2015	12/12/2015

FECHA DE INJERTACIÓN	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F1	23/12/2015		03/12/2015	17/12/2015	19/11/2015	03/12/2015
F2	06/01/2016	23/12/2015		19/11/2015	19/11/2015	
F3	17/12/2015					
F4			03/12/2015	26/11/2015	10/12/2015	
F5	23/12/2015	26/11/2015				26/11/2015
F6		17/12/2015	23/12/2015	19/11/2015	26/11/2015	26/11/2015
F7	03/12/2015	03/12/2015				
F8	06/01/2016	26/11/2015		23/12/2015	06/01/2016	03/12/2015
F9					19/11/2015	19/11/2015
F10	17/12/2015		19/11/2015		23/12/2015	17/12/2015

SOLDADO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F1	30/12/2015				26/11/2015	
F2				26/11/2015		
F3						
F4				03/12/2015	17/12/2015	
F5	30/12/2015					26/11/2015
F6			30/12/2015	26/11/2015		26/11/2015
F7	26/11/2015					
F8	06/01/2016	26/11/2015		30/12/2015	06/01/2016	
F9					26/11/2015	26/11/2015
F10					30/12/2015	

BROTADO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F1					X	
F2		X		X		
F3						
F4						
F5	X	X				
F6				X		
F7		X				
F8						
F9						X
F10	X					

Registros para el tratamiento sembrado el 22/10 (Cajón II).

FECHA DE GERMINACION	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F1			03/12/2015			26/11/2015
F2	12/11/2015			12/11/2015		
F3						
F4			12/11/2015		10/12/2015	23/12/2015
F5	12/11/2015	12/11/2015			03/12/2015	
F6					23/12/2015	
F7		26/11/2015	30/12/2015			
F8					12/11/2015	26/11/2015
F9				03/12/2015		
F10		19/11/2015				26/11/2015

FECHA DE INJERTACIÓN	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F1			03/12/2015			03/12/2015
F2	19/11/2015			19/11/2015		
F3						
F4			19/11/2015		17/12/2015	23/12/2015
F5	19/11/2015	26/11/2015			10/12/2015	
F6					23/12/2015	
F7		03/12/2015	13/01/2016			
F8					19/11/2015	02/12/2015
F9				10/12/2015		
F10		26/11/2015				02/12/2015

SOLDADO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F1			10/12/2015			10/12/2015
F2						
F3						
F4			10/12/2015			23/12/2015
F5	26/11/2015				06/01/2016	
F6					23/12/2015	
F7		10/12/2015				
F8						09/12/2015
F9					26/11/2015	
F10		03/11/2015				09/12/2015

BROTADO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F1						
F2				X		
F3						
F4			X			X
F5	X	X			X	
F6						
F7						
F8						
F9						
F10						

Planilla de registro para el tratamiento sembrado el 30/10 (Cajón III).

FECHA DE GERMINACIÓN	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F1	06/01/2016					
F2				12/11/2015		
F3		05/11/2015				
F4						
F5	23/12/2015		03/12/2015		23/12/2015	23/12/2015
F6		23/12/2015				
F7						
F8		19/11/2015	03/12/2015		03/12/2015	
F9	26/11/2015					10/12/2015
F10			12/11/2015			12/11/2015

FECHA DE INJERTACIÓN	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F1	23/12/2015					
F2				26/11/2015		
F3		19/11/2015				
F4						
F5	23/12/2015		10/12/2015		06/01/2016	23/12/2015
F6		06/01/2016				
F7						
F8		26/11/2015	10/12/2015		10/12/2015	
F9	10/12/2015					23/12/2015
F10			26/11/2015			19/11/2015

SOLDADO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F1						
F2				03/12/2015		
F3						
F4						
F5	30/12/2015		17/12/2015			30/12/2015
F6						
F7						
F8		30/12/2015	17/12/2015		17/12/2015	
F9						
F10						

BROTADO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F1						
F2						
F3						
F4						
F5						X
F6	X					
F7						
F8		X			X	
F9						
F10						

1) Poder germinativo:

Tratamiento	Cajón I	Cajón II	Cajón III
Semillas germinadas	34	18	15

Tratamiento	Poder germinativo
Cajón 1	57%
Cajón 2	30%
Cajón 3	25%

2) Días a germinación:

fecha siemb	Resultado	días a germinación
15-oct	brotado	21
22-oct	brotado	21
22-oct	brotado	21
30-oct	brotado	27
15-oct	brotado	28
15-oct	brotado	28
22-oct	brotado	28
15-oct	brotado	35
22-oct	brotado	35
30-oct	brotado	40
15-oct	brotado	42
22-oct	brotado	48
30-oct	brotado	53
30-oct	brotado	54
15-oct	brotado	56
15-oct	brotado	62
15-oct	brotado	62
22-oct	brotado	62

30-oct	no brotado	6
30-oct	no brotado	13
30-oct	no brotado	13
30-oct	no brotado	13
22-oct	no brotado	21
22-oct	no brotado	21
15-oct	no brotado	28
15-oct	no brotado	28
15-oct	no brotado	28
22-oct	no brotado	28
30-oct	no brotado	34
30-oct	no brotado	34
15-oct	no brotado	35
15-oct	no brotado	35
15-oct	no brotado	35
15-oct	no brotado	35
15-oct	no brotado	35
22-oct	no brotado	35
22-oct	no brotado	35
30-oct	no brotado	39
15-oct	no brotado	42
15-oct	no brotado	42
15-oct	no brotado	42
15-oct	no brotado	42
15-oct	no brotado	42
22-oct	no brotado	42
22-oct	no brotado	42
22-oct	no brotado	48
22-oct	no brotado	48
22-oct	no brotado	48
15-oct	no brotado	49
15-oct	no brotado	49
30-oct	no brotado	53
15-oct	no brotado	55
15-oct	no brotado	56
15-oct	no brotado	56
15-oct	no brotado	56
15-oct	no brotado	56
15-oct	no brotado	62
15-oct	no brotado	69
15-oct	no brotado	69
22-oct	no brotado	69
30-oct	no brotado	70
15-oct	no brotado	76
15-oct	no brotado	76
15-oct	no brotado	76

Análisis de la varianza de días a germinación respecto a su fecha de siembra.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
DÍAS A GERMINACIÓN	59	0,13	0,1	38,39	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2222,34	2	1111,17	4,33	0,0178
FECHAS DE SIEMBRA	2222,34	2	1111,17	4,33	0,0178
Error	14371,32	56	256,63		
Total	16593,66	58			
Test: Tukey Alfa: =0,05 DMS: =12,89487					
Error: 256,6307 gl: 56					
FECHAS DE SIEMBRA	Medias	n			
15/10	47,22	32		B	
22/10	37,07	15	A	B	
30/10	32,92	12	A		
Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)					

3. Diámetro del PI según la fecha de germinación:

Diámetro de los componentes de cada individuo y su fecha de siembra.

Diametros mm(injertos BROTADOS)	Porta injerto	Injerto
F2C4 (15/10)	6,84	5,62
F5C2 (15/10)	7,02	5,9
F6C4 (15/10)	6,04	5,85
F5C2 (22/10)	6,48	5,25
F4C3 (22/10)	6,39	5,48
F2C4 (22/10)	7,19	6,12
F8C2 (30/10)	5,89	5,17

Diametros mm(injertos Fallidos)	Porta injerto	Injerto
F7C1 (15/10)	3,89	5,32
F10C1 (15/10)	3,8	5,36
F4C4 (15/10)	2,93	4,65
F9C5 (22/10)	3,77	5,22
F1C3 (22/10)	3,85	4,96
F5C3 (30/10)	3,28	4,15
F2C4 (30/10)	2,96	3,84

Relación I/PI de cada individuo, resultado de la injertación y su fecha de siembra.

INJERTOS BROTADOS	15-oct	22-oct	30-oct
F2C4	0,821637427		
F5C2	0,84045584		
F6C4	0,968543046		
F5C2		0,81018519	
F4C3		0,85758998	
F2C4		0,8511822	
F8C2			0,877758913

INJERTOS FALLIDOS	15-oct	22-oct	30-oct
F7C1	1,367609254		
F10C1	1,410526316		
F3C4	1,587030717		
F9C5		1,38461538	
F1C3		1,28831169	
F5C3			1,2652439
F2C4			1,2972973

Tabla utilizada para realizar la figura 7.

Fecha Germ.	Diam. PI	Diám. PI	Temp. Invernáculo °C
12-nov	6,04	2,96	26,7
12-nov	6,48		
12-nov	6,39		
12-nov	7,19		
19-nov	6,84	2,93	29,3
19-nov	7,02		
19-nov	5,89		
26-nov		3,89	32,1
03-dic		3,77	34,0
03-dic		3,85	
03-dic		3,28	
10-dic		3,8	39,3

4. Injertación.

a. Resultado de la injertación en relación con la fecha de siembra y los días a germinación.

Datos utilizados para la realización de la regresión logística.

brotación	días a germinación	0	42		
0	62	0	69		
0	76	0	28		
0	56	0	21		
0	28	0	35	1	62
0	76	0	28	1	62
0	56	0	42	1	56
0	56	0	69	1	42
0	35	0	42	1	35
0	42	0	48	1	28
0	42	0	48	1	21
0	42	0	21	1	28
0	28	0	35	1	21
0	56	0	70	1	21
0	35	0	6	1	28
0	55	0	53	1	48
0	49	0	34	1	35
0	35	0	34	1	62
0	76	0	13	1	27
0	35	0	13	1	40
0	69	0	39	1	53
0	49	0	13	1	54
0	42				

Datos utilizados para la figura 9

	Injertos soldados	Injertos brotados
Cajón 1	18	9
Cajón 2	12	6
Cajón 3	7	4
	Injertos soldados	Injertos brotados
Cajón 1	53%	26%
Cajón 2	67%	33%
Cajón 3	47%	27%

5. Relación I/PI:

Datos utilizados para la figura 10.

Fecha germinacion	I/PI	Fecha germinacion	
19-nov	0,822	26-nov	1,368
19-nov	0,840	10-dic	1,411
12-nov	0,969	19-nov	1,587
12-nov	0,810	03-dic	1,385
12-nov	0,858	03-dic	1,288
12-nov	0,851	03-dic	1,265
19-nov	0,878	12-nov	1,297