

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Trabajo Final para ser presentado para optar al Grado de
Ingeniera Agrónoma

Modalidad: Proyecto

REQUERIMIENTO DE GERMINACIÓN DE
ESPECIES ARBÓREAS NATIVAS DEL BOSQUE
CHAQUEÑO

Alumna: MÓJICA, Claudia Julieta

D.N.I.: 31.248.525

Directora: Prof. Elena M. Fernández

Río Cuarto – Córdoba

Mayo / 2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final:

“Requerimiento de germinación de especies arbóreas nativas del
bosque chaqueño”

Autora: MÓJICA, Claudia Julieta
D.N.I.: 31.248.525

Directora: Prof. Elena M. Fernández

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la
Comisión Evaluadora:

Fecha de Presentación: / /

Secretario Académico

Agradecimientos

Quiero agradecer a mis amigas por estar siempre en las buenas y malas, por su apoyo moral y psicológico; a todas las personas que creyeron en mis capacidades y me alentaron a seguir adelante. Agradezco también a Natalia, Elena y Victorio, quienes me ayudaron en este trabajo. Pero principalmente le doy gracias a mi familia, por creer en mí, por su apoyo incondicional y, sobre todo, por el amor que siempre me han brindado.

INDICE GENERAL

	Página
Certificado de aprobación.....	I
Agradecimientos.....	II
Índice general.....	III
Índice de figuras.....	V
Índice de cuadros.....	VI
Índice de fotos.....	VII
Resumen.....	VIII
Summary.....	IX
Introducción.....	1
Antecedentes.....	2
“Manzano del campo” (<i>Ruprechtia apetala</i>).....	2
“Molle de beber” (<i>Lithraea molleoides</i>).....	3
“Orco quebracho” (<i>Schinopsis marginata</i>).....	4
Germinación y Dormancia.....	5
Objetivos.....	8
Materiales y métodos.....	9
Determinaciones previa a los test.....	9
Pureza del lote.....	9
Contenido de humedad.....	10
Peso de mil semillas.....	10
Realización del ensayo.....	11
Determinación del Poder Germinativo.....	11
Determinación de Número de Semillas Viables/kg.....	12
Análisis de datos.....	12
Resultados y discusión.....	13
Determinaciones previas a las evaluaciones de los test.....	13
Contenido de humedad al momento de la siembra.....	13
Pureza de los lotes.....	14
Peso de mil semillas.....	15
Efectos de los tratamientos implementados en cada especie.....	15
“Manzano del campo”.....	15
“Molle de beber”.....	17
“Orco quebracho”.....	19
Comparación de las tres especies sin tratamiento pre-germinativo.....	20

Comparación del mejor tratamiento de las tres especies	23
Número de Semillas Viables por kilogramo.....	24
“Manzano del campo”.....	24
“Molle de beber”.....	25
“Orco quebracho”.....	25
Consideraciones futuras.....	26
Conclusiones.....	27
Bibliografía.....	28
Anexo.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<u>Figura 1:</u> Contenido de humedad (%).....	13
<u>Figura 2:</u> Pureza (%)	14
<u>Figura 3:</u> Peso de mil semillas (gramos).....	15
<u>Figura 4:</u> Poder Germinativo, Semillas Frescas, Semillas Duras y Semillas muertas (%) de “Manzano del campo”	16
<u>Figura 5:</u> Poder Germinativo, Semillas Duras y Semillas Durmientes (%) de “Molle de beber”	17
<u>Figura 6:</u> Poder Germinativo, Semillas Durmientes y Semillas Muertas (%) de las tres especies sin tratamiento pre-germinativo.....	21
<u>Figura 7:</u> Poder Germinativo y Semillas Durmientes (%) sin tratamiento pre-germinativo según la temperatura.....	22
<u>Figura 8:</u> Poder Germinativo, Semillas Durmientes, Plántulas Vigorosas y Plántulas Anormales (%) para las tres especies con el mejor tratamiento pre- germinativo.....	23

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
<u>Cuadro 1:</u> Porcentaje de <i>Semillas Muertas</i> (SM) de “Molle de beber” según interacción año x temperatura x escarificado.....	32
<u>Cuadro 2:</u> Porcentaje de <i>Poder Germinativo</i> (PG) de “Orco quebracho” según interacción año x temperatura x escarificado.....	32
<u>Cuadro 3:</u> Porcentaje de <i>Semillas Duras</i> (SD) y <i>Semillas Durmientes</i> (SDur) de “Orco quebracho” según la interacción año x temperatura x escarificado.....	32
<u>Cuadro 4:</u> Porcentaje de <i>Semillas Duras</i> (SD), <i>Semillas Frescas</i> (SF) y <i>Semillas Muertas</i> (SM), según la temperatura, para las especies “Manzano del campo”, “Molle de beber” y “Orco quebracho”, para el mejor tratamiento pre-germinativo.....	33

ÍNDICE DE FOTOS

	Página
<u>Foto 1:</u> “Manzano del campo” (<i>Ruprechtia apetala</i>).....	34
<u>Foto 2:</u> “Molle de beber” (<i>Lithraea molleoides</i>).....	35
<u>Foto 3:</u> “Orco quebracho” (<i>Schinopsis marginata</i>).....	36
<u>Foto 4:</u> Plántulas normales.....	37
<u>Foto 5:</u> Plántulas anormales.....	38

Requerimiento de germinación de especies arbóreas nativas del bosque chaqueño

RESUMEN

La cobertura boscosa del Chaco Serrano se ha reducido drásticamente como consecuencia de la expansión de las fronteras agropecuarias, es por ello que en este trabajo se investigaron los requerimientos para la germinación y el almacenamiento de *Ruprechtia apetala*, *Lithraea molleoides* y *Schinopsis marginata*, lo que contribuirá a la conservación del germoplasma nativo, *in situ* y *ex situ*. Se evaluó el efecto de diferentes temperaturas (20 y 25°C) y años de recolección (2010 y 2011) para *R. apetala* y el efecto de escarificado mecánico y húmedo, dos temperaturas (20 y 25°C) y años de recolección (2011 y 2012) para *L. molleoides* y *S. marginata*. Se utilizaron 100 semillas por tratamiento (20 semillas por cada repetición). La germinación se evaluó entre papel durante 30 días. Se determinó humedad, pureza, peso de mil semillas, poder germinativo, plántulas vigorosas y anormales, semillas duras, frescas, durmientes y muertas. Los resultados se analizaron mediante ANAVA y las medias se compararon con el Test de Duncan usando el paquete estadístico INFOSTAT versión 2012. Hay diferencias en los requerimientos para la germinación de las especies. En *R. apetala* la germinación fue influenciada por el tiempo de almacenamiento, aumentando el porcentaje de semillas muertas, frescas y durmientes. En *L. molleoides* la germinación fue influenciada por el método de escarificado, siendo el humedecimiento con agua el más efectivo pues reduce las semillas duras y durmientes. En *S. marginata* los métodos utilizados para quebrar la dormancia no fueron efectivos. En las especies estudiadas, la reducción de la germinación se produce por la dormancia de las semillas, principalmente por la presencia de semillas duras.

Palabras clave: *Ruprechtia apetala*, *Lithraea molleoides*, *Schinopsis marginata*, germinación, dormancia.

Requirement germination of native tree species of Chaco forest

SUMMARY

The Chaco Serrano forest cover has shrunk dramatically as a result of the expansion of agricultural frontiers, it is why in this work requirements for germination and storage of *Ruprechtia apetala*, *Lithraea molleoides* and *Schinopsis marginata* were investigated, contributing the conservation of native germplasm, in situ and ex situ. The effect of different temperatures (20 and 25 ° C) and year of collection (2010 and 2011) for *R. apetala* and the effect of mechanical scarification and humid, two temperatures (20 and 25 ° C) and years of collection was assessed (2011 and 2012) for *L. molleoides* and *S. marginata*. 100 seeds per treatment (20 seeds per replication) were used. Germination was evaluated in paper for 30 days. Humidity, purity, thousand seed weight, germination, vigorous and abnormal seedlings, hard, fresh, sleepers and dead seeds was determined. The results were analyzed by ANOVA and means were compared using the Duncan test using the statistical package version INFOSAT 2012. There are differences in the requirements for germination of species. In *R. apetala* germination is influenced by storage time, increasing the percentage of dead, fresh and dormant seeds. In *L. molleoides* germination is influenced by the method of scarifying wetting with water being the most effective because the hard, reduced dormant seeds. The methods used to break dormancy were not effective in *S. marginata*. Species studied in generally reducing the germination occurs seed dormancy, mainly by the presence of hard seeds.

Keywords: *Ruprechtia apetala*, *Lithraea molleoides*, *Schinopsis marginata*, germination, dormancy.

INTRODUCCIÓN

Las reforestaciones que se han realizado, y que aún se realizan, utilizando principalmente especies exóticas, en la mayoría de los casos no contribuyen al mejoramiento del medio ambiente. Esta tendencia se debe a la escasez de estudios sobre la biología de especies nativas útiles y como consecuencia se desconoce la forma de propagarlas masivamente y de lograr su establecimiento exitoso. Es claro que se necesita de una nueva metodología que incluya la utilización de especies nativas, lo cual no sólo contribuirá a la conservación del germoplasma nativo, *in situ* y *ex situ*, sino también porque al utilizar especies adecuadas a las condiciones ambientales se podría asegurar un mayor éxito de esta práctica, además de despertar el interés de los pobladores al reforestar con plantas que les pueden proporcionar algún beneficio (Arriaga *et al.*, 1994).

Son numerosos y variados los beneficios de la reforestación, entre ellos podemos enumerar:

- Beneficios estéticos: la belleza paisajista que otorga una masa boscosa, y el goce que nos produce el contacto con la naturaleza.
- Beneficios económicos: derivados del turismo y de los productos que se pueden extraer (madera, miel, fauna a través de la caza).
- Beneficios ambientales. Las masas boscosas producen oxígeno purificando el aire y fijando el dióxido de carbono de la atmósfera; aumentan la biodiversidad de la región; captan la humedad atmosférica; aumentan la esponjosidad del suelo, promueven la formación del mismo, protegen de la erosión (Suarez y Volkmann, 2010).

Desde hace más de un siglo, en el Chaco Serrano se ha reducido la cobertura boscosa en forma drástica, debido a la tala irracional, el sobrepastoreo, los incendios forestales y en las últimas décadas el avance de la frontera agropecuaria y urbana, con lo cual resulta imperioso conservar los recursos fitogenéticos de esta región. Para lograrlo, el primer paso es investigar los requerimientos para la germinación y el almacenamiento de las semillas de las especies que allí crecen, siendo algunas de éstas “Manzano del campo” (*Ruprechtia apetala*), “Molle de beber” (*Lithraea molleoides*) y “Orco Quebracho” (*Schinopsis marginata*)¹.

¹ De Luca, N.C. 2011. Secretaría de Promoción Científica, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Gobierno de la Provincia de Córdoba. Comunicación personal.

ANTECEDENTES

“Manzano del campo” (*Ruprechtia apetala*)

El “Manzano del campo” (Foto 1 del Anexo), árbol diclino dioico de la familia de las Poligonáceas. Es endémica de Argentina y de Bolivia. Figura en la Lista Roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) como "casi amenazado" por la pérdida de hábitat. Fue citado en las siguientes 4 áreas protegidas: Copo en Santiago del Estero; General Pizarro en Salta; El Nogalar de los Toldos en Salta y El Rey en Salta (SIB, 2011 a).

El nombre *Ruprechtia* fue dado en homenaje a *Franz Josef Ivanovich Ruprecht* (1814-1870), botánico y médico nacido en Praga (República Checa), nacionalizado austríaco, que trabajó en el herbario de la Academia de Ciencias de San Petersburgo (Rusia) a partir de 1839 y fue Director del Museo de Botánica desde 1855. El término apétala que hace referencia a sin pétalos, alude a la característica que presentan las flores de esta especie (Verde Chaco, 2009).

Respecto a su nombre común “Manzano del campo”, como sucedió con tantas especies locales, debe su nombre al parecido de sus hojas con el manzano Europeo, con el que no está emparentado. En los años de intensa floración, se destacan como manchas coralinas sobre el verde oscuro de las laderas. Al respecto mencionaba el botánico Federico Kurtz (1904): “En el periodo de la fructificación ofrece, pues, un grupo de estos árboles, con sus copas redondas y sus racimos blancos, rosados o purpúreos de sus frutos, aspecto encantador, muy semejante al de un manzano. . .” citado por Demaio *et al.* (2002).

El árbol del “Manzano del campo” es pequeño a mediano, de 2-10 metros de altura. Las hojas son caducas, alternas, de color verde con manchas color herrumbre cuando senescentes, ásperas al tacto. Las hojas son simples, elípticas de bordes ondulados, de 3-12 cm por 2-7 cm con nervaduras hundidas en el haz y notables en el envés, con pelos cortos en ambas superficies y de sabor astringente. Las ramas son nudosas, las más jóvenes cubiertas de pelos cortos, con lenticelas. El tronco posee una corteza lisa de color gris. Las flores son unisexuales, con pedicelos, dispuestas en pies separados (dioicos). Las flores femeninas son muy llamativas, rojizas o amarillentas, de 3-4 mm de longitud. El cáliz posee 3 sépalos libres, ovario súpero. Flores masculinas de color rosado pálido, de 3-4 mm perianto con 6 tépalos, 9 estambres. Están reunidas en racimos de 3-9 cm de longitud. El fruto es un aquenio con forma de pera, de 9 x 3-4 mm, con una semilla rodeada por los sépalos modificados, de color castaño o rojizo y de textura membranosa. Florece entre diciembre y enero, fructificando en febrero y abril. Los frutos permanecen durante muchos meses en el árbol (Demaio *et al.*, 2002).

El “Manzano del campo” es una especie asociada a terrenos montañosos. Parece preferir las laderas cálidas y soleadas. Su crecimiento es relativamente lento (Demaio *et al.*, 2002), en dos años puede llegar a los 60-70 cm (Roca, 2008), pero es fácil de reproducir por semillas (Torres, 2008). En tiempos pasados sus hojas eran machacadas y utilizadas como sustituto del tabaco en el norte de Córdoba (Suarez y Volkmann, 2010), y su madera se utilizaba para realizar utensilios de cocina (Demaio *et al.*, 2002).

“Molle de beber” (*Lithraea molleoides*)

El “Molle de Beber” (Foto 2 del Anexo) es una especie de árbol de porte mediano, perteneciente a la familia de las Anacardiáceas. El origen del nombre científico se debe a que *Lithraea* proviene del nombre popular chileno de la primera especie descrita para este género, “Llithi”; *molleoides*, alude a que es semejante al molle (perteneciente a la misma familia botánica) (Herbotecnia, 2011).

Esta especie posee una altura de 3-8 m, copa globosa, brillante, densa y compacta y ramas oscuras y tortuosas. Las hojas son perennes, alternas, de color verde brillante en la cara superior y pálido en el envés, pinnaticompuesta, de 8-14 cm de largo, con 3-8 x 1-2 cm, lanceolados, con el extremo agudo, de bordes lisos. Las nervaduras secundarias son muy notorias, paralelas entre sí. Las ramas son muy tortuosas, de corteza gris oscura, lisa, sin espinas. La corteza es de color castaño oscuro, rugosa, con láminas pequeñas que se desprenden. Las flores son hermafroditas o unisexuales, dispuestas o no en pie separados (polígamo dioicos), las femeninas poseen un cáliz breve con 5 lóbulos redondeados, corola con 5 pétalos libres, ovario súpero y las masculinas tienen 10 estambres y pistilo rudimentario. Las flores se disponen en racimos compuestos axilares de 4-7 cm de longitud, amarillentos. La época de floración es de octubre a noviembre. El fruto es una drupa globosa, de 6-8 mm de diámetro, con una cáscara blanquecina (epicarpio), traslúcida que deja ver la pulpa negra (endocarpo), carnosa, muy dulce, pero picante, adherida al carozo castaño claro. Se encuentran entre diciembre y marzo (Demaio *et al.*, 2002).

El “Molle de beber” es una especie que se encuentra distribuida en Brasil, Bolivia, Uruguay, Paraguay y Argentina. Está presente en el Chaco Serrano, Chaco Subhúmedo y Paranaense, siendo en el Chaco Serrano una especie dominante junto con *Schinopsis marginata* y secundaria en las Selvas Paranaenses (Demaio *et al.*, 2002). Se distribuyen en las provincias de Catamarca, Córdoba, Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Rioja, Misiones, Salta, San Luis, Santa Fe y Tucumán (SIB, 2011 b).

Se la considera una especie generosa por sus múltiples propiedades, valorada sobre todo por su fruta con la que se puede fabricar la “aloja de molle”, también utilizada para

endulzar el mate, de allí el nombre “Molle de beber”. La intensa floración al final de la primavera es valorada por los apicultores, ya que produce gran cantidad de néctar y polen. Su madera es dura y resistente y muy utilizada para construcciones rurales y como leña. Posee también gran importancia ecológica en los bosques serranos, ya que contribuye a la protección de las cabeceras de cuencas de los cursos de agua, evitando la erosión y facilitando la captación de las lluvias en las nacientes de los ríos (Demaio *et al.*, 2002).

“Orco Quebracho” (*Schinopsis marginata*)

El “Orco Quebracho” (Foto 3 del Anexo) es encontrado en Catamarca, Córdoba, Jujuy, La Rioja, Salta, Santiago del Estero y Tucumán (SIB, 2011 c). Es un árbol corpulento perteneciente a la familia Anacardiáceas, de hasta 20 m de altura, de copa redondeada y ramas principales tortuosas. Las hojas son caducas, alternas o fasciculadas de color verde mate en la cara superior, más claro en la cara inferior, pinnaticompuestas, eje principal de 7-20 cm de longitud (incluido el pecíolo) y 5-15 pares de folíolos ovados, de 20-45 x 7-13 mm, de textura coriácea. Antes de la caída adquieren tonalidades rojizas o amarillentas. Las ramas son tortuosas, de corteza gris, normalmente sin espinas. La corteza es castaño grisáceo y lisa en los ejemplares jóvenes y castaño oscura, muy gruesa, con surcos profundos que delimitan placas irregulares en ejemplares adultos. Las flores son hermafroditas o unisexuales (especie polígamo dioica), pequeñas (4 mm de longitud) y de color verde amarillentas. El cáliz con 5 sépalos ovados, corola con 5 pétalos, 5 estambres del mismo largo que los pétalos y ovario súpero, con tres estilos. Las flores están reunidas en inflorescencias similares a racimos de 5-8 cm de longitud cubiertos de pelos cortos, terminales. La floración ocurre entre enero y febrero. El fruto es una sámara leñosa (27-33 x 8-12 mm), con un ala membranosa y la porción que aloja las semillas ovoide, achatada, de color rojo brillante al principio, tornándose castaño rojiza a la madurez; se presenta desde marzo hasta junio (Demaio *et al.*, 2002).

El “Orco Quebracho” es característico de la porción boreal del Chaco Serrano y parece preferir las laderas orientadas al Norte o al Oeste, de mayor insolación. En toda su área de distribución fue muy explotado por las propiedades de su madera, que comparte las características del “Quebracho colorado santiagueño”: es excelente como leña y carbón, para postes y construcciones rurales en general. Los apicultores lo valoran como especie melífera (Demaio *et al.*, 2002).

Germinación y Dormancia

Considerando que la reforestación implica el desarrollo de las plantas concordamos con Lebed (2002) quien sostiene que la semilla es el origen de la vida y es de vital importancia para la conservación del bosque. Es importante contar con información referente a la calidad de la semilla. En la caracterización de un lote de semillas es primordial determinar la germinación potencial (Varela y Arana, 2010).

Dos aspectos fundamentales deben ser considerados para evaluar el éxito de la germinación de las semillas.

1) *Capacidad de germinación*: Es el número de semillas que germinan en condiciones definidas (bajo un tratamiento específico por ejemplo), puede ser expresado en porcentaje (%) o en números absolutos.

2) *Velocidad de germinación*: Como su nombre lo dice, evalúa la rapidez o tasa con que el proceso germinativo ocurre bajo un tratamiento dado.

Los resultados que se obtienen en cada uno de estos índices permiten evaluar no sólo la viabilidad del lote de semillas, sino también la efectividad de los tratamientos de escarificación y temperatura sobre la germinación y el vigor de las semillas (Arriaga *et al.*, 1994).

Un gran número de semillas de especies forestales no germinan, o lo hacen más lentamente, debido a que la testa o cubierta seminal es dura e impide la entrada de agua (latencia física). Por ello, se necesita hacer una escarificación, denominándose así a cualquier proceso que rompa, raye, altere mecánicamente o ablande las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases (Varela y Arana, 2010).

La escarificación puede ser:

- Escarificación mecánica: consiste en raspar la cubierta con lijas o quebrarlas con una pinza.

- Escarificación química: consiste en remojar las semillas por períodos breves (15 minutos) a 2 horas, en compuestos químicos.

- Escarificación por lixiviación: las semillas son remojadas en agua corriente con la finalidad de remover los inhibidores químicos presentes en la cubierta. Este tratamiento también es empleado con el objetivo de ablandar la testa. Habitualmente el remojo se efectúa con agua a temperatura ambiente, pero también se han obtenido buenos resultados con agua caliente. En este último caso, las semillas se colocan en agua caliente, retirando inmediatamente el recipiente de la fuente de calor y se deja enfriar hasta que alcance la temperatura ambiente (Varela y Arana, 2010).

Arruda *et al.* (2007) evaluaron el efecto de diferentes tratamientos de escarificación y ataque de herbívoros sobre semillas de *Ruprechtia fagifolia*, emparentada con *Ruprechtia apetala*. Los tratamientos consistieron en escarificación mecánica con lija, inmersión en agua caliente (70°C) por 5 minutos y con semillas que presentaron daños en el tegumento causado por ataques de herbívoros. Llegaron a la conclusión de que las semillas aparentemente presentan dormancia impuesta por el tegumento, con mayor porcentaje de germinación en escarificación mecánica.

La gran diversidad en la morfología de los frutos de la familia Anacardiáceas repercute en los procesos de germinación y dormancia que genera un comportamiento diferenciado entre las especies. Dentro de esta familia hay algunas especies que presentan dormancia física, otras mecánicas, algunas no exhiben dormancia y especies cuya información no está explícita en la literatura disponible.

Aguilar Berger (2007) afirma que *Lithraea molleoides* es una de las especies que hoy se encuentra en posición dudosa en cuanto a dormancia por ello realizó un trabajo con la finalidad de estudiar la germinación y emergencia de plántulas recién colectadas y el comportamiento de las mismas después del almacenamiento en cámara fría, llegando a la conclusión de que las semillas son ortodoxas, porque presentan resistencia al almacenamiento en seco y que también presentan dormancia relativa. Según el trabajo realizado por Mattos *et al.* (2010), donde efectuaron tratamientos pre-germinativos de “Molle de beber” consistentes en la inmersión de los frutos en agua caliente a distinta temperatura y diferente tiempo de inmersión y también en autoclave a 100°C con variación del tiempo, indican que no es necesario un tratamiento pre-germinativo para esta especie.

La especie *Schinopsis brasiliensis*, emparentada con *Schinopsis marginata*, según Souza y Lima (1982) presenta dormancia de sus sámaras. Prado-Oliveira (1993), estudiando esa misma especie verificó la presencia de taninos pirogálicos y flavonoides, llegó a la conclusión de que esas sustancias podrían estar actuando como inhibidores de la germinación. Ferreira Alves *et al.* (2007) evaluaron tres métodos de superación de la dormancia, escarificación mecánica, escarificación química e inmersión en agua caliente, donde se concluyó que la escarificación mecánica es la más indicada para romper dormancia, por lo que se pudo inferir que esa dormancia es causada por la impermeabilidad del tegumento, y constata que los otros tratamientos no son eficientes ya que presentaron valores similares o inferiores al testigo.

Gonzaga *et al.* (2003) evaluando la posibilidad de crioconservación de las sámaras de la especie *Schinopsis brasiliensis* en nitrógeno líquido a temperatura de -196°C y en vapor de nitrógeno a -170°C por un período de tiempo de 25 días, llegaron a la conclusión de que los

frutos pueden ser almacenados bajo esas condiciones y que además presentaron un porcentaje de germinación más elevados que los iniciales, indicando que durante este proceso existió un quiebre de la dormancia por frío.

Funes *et al.* (2009) analizaron a la temperatura como principal determinante de la germinación en especies del Chaco Seco de Argentina, llevando a cabo experimentos bajo tres regímenes de temperatura (15/5°C, 25/15°C y 35/20°C), bajo luz (12/12 h luz/sombra) y oscuridad permanente. En general observaron que las semillas de las diferentes especies fueron indiferentes a la luz. La temperatura fue el principal factor regulador del proceso de germinación. Concluyeron que los patrones observados en su estudio apoyan la idea de que la germinación se asocia con las temperaturas del momento del año en el que se concentran las precipitaciones y que en estos sistemas de precipitación fuertemente estacional la luz no sería un factor determinante en el proceso de germinación.

Una de las formas más efectivas de preservar el germoplasma de especies vegetales silvestres es mediante el almacenamiento de semillas en condiciones controladas que permitan conservar la duración de su viabilidad (Arriaga *et al.*, 1994).

Los dos factores que más afectan la longevidad de las semillas en condiciones de almacenamiento son el contenido de humedad de las semillas (CH) y la temperatura del sitio donde se almacenan. La determinación del CH de las semillas antes de su almacenamiento es de gran importancia; si son almacenadas con contenidos de humedad mayores al 13% se puede elevar la temperatura y favorecer la invasión de patógenos, principalmente hongos, que deterioran las semillas reduciendo su viabilidad. Igualmente, si son secadas por debajo del 4-5% del CH, pueden sufrir alteraciones bioquímicas y genéticas. Por ello, es necesario iniciar el almacenamiento con valores de humedad adecuados para lograr la máxima longevidad (Arriaga *et al.*, 1994).

Otro parámetro importante es el peso de 1000 semillas que es un indicador del tamaño de la semilla y en consecuencia de los requerimientos hídricos. Además, este valor se utiliza para determinar la cantidad de semillas que se requiere para la siembra.

OBJETIVOS

General:

Evaluar los requerimientos para la germinación de algunas especies arbóreas nativas del Bosque Chaqueño.

Específicos:

Evaluar el efecto de diferentes temperaturas y años de recolección sobre la germinación de las semillas de “Manzano del campo”.

Evaluar el efecto de diferentes métodos de escarificado, distintas temperaturas y años de recolección sobre la germinación de las semillas de “Molle de beber” y “Orco quebracho”.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el segundo semestre del año 2012 en el Laboratorio de Semillas de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto utilizando frutos de “Manzano del campo” recolectados en Mayo 2010 y Junio 2011, de “Molle de beber” en Febrero de 2011 y 2012, y de “Orco quebracho” recolectadas en Junio de 2011 y 2012 en el Valle de Punilla.

Las semillas recolectadas de los años 2010 y 2011 se encontraban en almacenamiento en frío al momento de la siembra, no así las recolectadas en 2012, las cuales se encontraban en un período de pérdida de humedad natural hasta obtener un equilibrio higroscópico para el almacenamiento en frío.

El Valle de Punilla pertenece a la ecorregión del Chaco Seco, subregión Chaco Serrano que ocupa el piso altitudinal inferior de las Sierras Pampeanas y Subandinas, entre 800 y 1300 msnm. Las lluvias oscilan alrededor de 600 mm anuales, con una tendencia creciente en los faldeos orientales. Las temperaturas medias son de 17 °C en verano y 8 °C en invierno (Demaio *et al.*, 2002).

Determinaciones previas a los test

Previamente a la evaluación de los requerimientos térmicos para germinación se caracterizó el lote de semillas a través de la pureza, el contenido de humedad, peso de 1000 semillas y número de semillas por kilogramo. En este trabajo, cuando se hace referencia a semillas, estamos refiriéndonos a los frutos de las especies analizadas (aquenio en *Ruprechtia apetala*, drupa en *Lithraea molleoides* y sámara en *Schinopsis marginata*), siendo éstos los utilizados para todas las determinaciones (Fotos 1-D, 2-E y 3-D respectivamente del anexo).

La pureza del lote de semillas hace referencia a la proporción de semillas de la especie de interés en relación a la proporción de semillas de otras especies, malezas y materia inerte. Se entiende por material inerte, todo aquel material no germinable como son pedazos de semillas, de ramas, de hojas, piedras, entre otros (Pimentel Bribiesca, 2009).

La pureza se determinó de la siguiente manera:

$$\text{Pureza}(\%) = \frac{\text{Peso de la semilla pura (gr)}}{\text{Peso total de la muestra (gr)}} \times 100$$

El contenido de humedad de las semillas (CH), se determinó por medio de una estufa de circulación de aire forzada y una balanza de precisión, con tres (3) repeticiones, según los siguientes pasos:

- 1) Pesaje del envase (vasija de aluminio) en que se colocaron las semillas.
- 2) Pesaje del envase con una muestra de las semillas
- 3) Colocación del envase con las semillas en la estufa a 105°C durante 24 hs.
- 4) Retirado del envase con las semillas de la estufa y colocado en un desecador, con el objeto de enfriar las semillas sin incrementar su humedad.
- 5) Pesaje del envase con las semillas secas (deshidratadas) y descontado del peso del envase vacío.
- 6) A partir de los datos registrados se estimó el CH según la siguiente fórmula:

$$CH(\%) = \frac{\text{Peso húmedo (gr)} - \text{Peso seco (gr)}}{\text{Peso húmedo (gr)}} \times 100$$

Este procedimiento proporcionó el contenido de humedad en base al peso húmedo. Su ventaja es que el CH expresa la cantidad real de agua de la semilla. Asimismo, permite saber cuánta agua deben perder las semillas para que sean almacenadas (Arriaga *et al.*, 1994).

El peso de 1000 semillas, se determinó en muestras de 100 semillas con cinco (5) repeticiones. La determinación se realizó con las semillas puras.

1. Se contaron 100 semillas por repetición.
2. Se pesaron las muestras de semillas de cada repetición.
3. A partir de los valores registrados se pudo calcular el valor promedio del peso de 100 semillas. Para lo cual se sumó el peso de cada repetición obteniéndose el total, este valor se dividió por el número de repeticiones para determinar el peso promedio, según la siguiente fórmula:

$$\text{Peso promedio (gr)} = \frac{\text{Peso Total (gr)}}{N^{\circ} \text{ repeticiones}}$$

Luego con una simple regla de tres simples se dedujo el peso de las 1000 semillas (Arriaga *et al.*, 1994).

Realización del ensayo

El ensayo para evaluar los requerimientos térmicos para la germinación se realizó utilizando un diseño experimental en bloques completos al azar. El tratamiento fue, para las tres especies, temperatura fija con dos niveles: 20 y 25°C, con cinco (5) repeticiones.

La especie “Manzano del campo” se sembró sin tratamiento previo. Para las especies “Molle de beber” y “Orco quebracho”, se les realizó previamente a la siembra escarificado mecánico lijando las semillas y escarificado húmedo colocándolas en agua a 75°C por 24 horas.

La germinación se evaluó entre papel. La semillas se pusieron a germinar entre dos capas de papel humedecido con agua destilada en una relación de 2:1, previa desinfección de las semillas con alcohol 70% durante 30 segundos, triple lavado, luego O₂H₂ al 7,5% durante 15 minutos.

Se utilizaron 100 semillas por tratamiento (20 semillas por cada repetición), las que se rotularon con la fecha, especie, tratamiento y número de repetición, luego se colocaron en bolsas de polietileno transparente para evitar la pérdida de humedad. Se llevaron a cámaras con una variación de temperatura $\pm 0,5$ °C.

Se evaluó diariamente la germinación durante un periodo de 30 días registrando la fecha y el número de semillas que desarrollaban plántulas normales.

La evaluación de las plántulas se realizó a partir de las características de sus órganos, tales como tamaño, coloración y longitud de raíz, coloración, tamaño y forma de las hojas embrionarias e hipocótilo. Además, se registraron las plántulas normales débiles y vigorosas (Foto 4 del Anexo), plántulas anormales (Foto 5 del Anexo), las semillas duras, frescas y muertas (las que se deterioran durante la evaluación) (ISTA, 2008). Con los valores de las semillas duras y frescas se estimaron las durmientes o latentes.

A partir del número de semillas que desarrollaban una plántula normal se estimó el poder germinativo, según lo siguiente:

Determinación del Poder germinativo (PG)

El PG se estimó a partir del número total de semillas germinadas, que desarrollaron plántulas normales, se expresó en porcentaje, según la siguiente fórmula:

$$PG(\%) = \frac{n \times 100}{N}$$

Donde: n = número de semillas germinadas

N = número de semillas sembradas

Las categorías de cada una de las variables obtenidas del test de germinación se expresaron en porcentaje.

A partir del PG y el número de semillas por kilogramo se determinó el número de semillas viables por kilogramo.

Esta información es útil para calcular el número potencial de plántulas a obtener en un kilogramo de semilla, y se obtuvo aplicando la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ Semillas Viables/kg.} = P(\%) \times PG(\%) \times N^{\circ} \text{ Sem./kg.}$$

Donde: P (%) = Pureza del lote de semillas en porcentaje

PG (%) = Capacidad de germinación de las semillas en porcentaje.

N° Sem./kg. = Número de semillas por kilogramo.

Estos cálculos son útiles para determinar la cantidad de semillas y/o plántulas necesarias para reforestar (Arriaga *et al.* 1994).

Análisis de datos

Los datos se analizaron mediante ANAVA y Test de Duncan usando INFOSTAT versión 2012 (Di Renzo *et al.* 2012) (Balzarini *et al.* 2008). Las variables que se analizaron en el INFOSTAT fueron: humedad de la semilla al momento de la siembra (%), el peso de mil semillas (gramos), pureza de los lotes (%), poder germinativo (%), plántulas normales vigorosas (%), plántulas anormales (%), semillas duras (%), semillas frescas (%), semillas durmientes (%) y semillas muertas (%), de las tres especies individualmente. También, se realizó el análisis de las tres especies del año 2011 en conjunto, utilizándose los testigos. Además, se realizó otro análisis con las tres especies del año 2011 con el tratamiento que produjo los mayores porcentajes de poder germinativo para las especies “Molle de beber” y “Orco quebracho”, siendo el húmedo y el mecánico respectivamente, para ambas temperaturas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DETERMINACIONES PREVIAS A LAS EVALUACIONES DE LOS TEST

Antes de realizar el análisis de los requerimientos de germinación se determinó el contenido de humedad (%) al momento de la siembra, la pureza de los lotes (%) y el peso de mil semillas (gramos) de las tres especies.

Contenido de humedad al momento de la siembra

En el “Manzano del campo” no se encontró variación en el contenido de humedad, (12,62 y 12,67%). Las semillas de esta especie habían alcanzado la humedad de equilibrio debido al largo periodo transcurrido desde su madurez (16 meses, aproximadamente). En cambio se encontró variación en el contenido de humedad de las semillas según año de recolección, en las otras dos especies estudiadas (Figura 1); registrándose valores de 11,25% y 14,46% en el “Molle de beber” y de 8,56% y 9,23% en el “Orco quebracho”, correspondiendo los mayores valores a las recolectadas más recientemente.

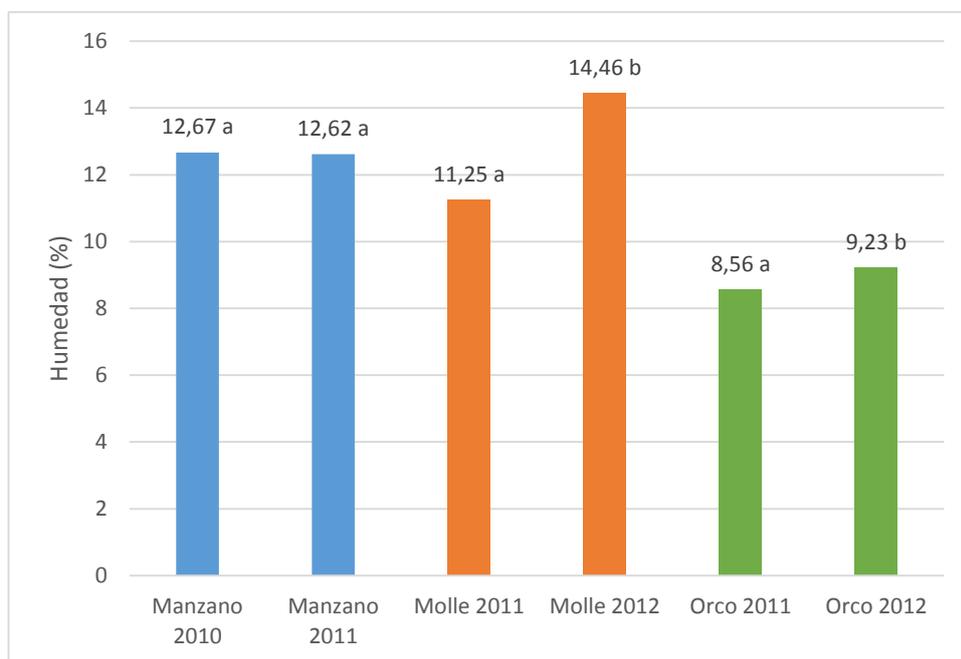


FIGURA 1. Contenido de humedad (%) al momento de la siembra de las especies “Manzano del campo”, “Molle de beber” y “Orco quebracho” según año de recolección de las semillas. Medias con una letra común, en cada especie, no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

El “Orco quebracho” si bien presentó diferencias de humedad en el fruto, entre los dos años, estas son mínimas (0,67%), considerando que sólo transcurrieron dos meses desde su madurez – recolección, posiblemente debido a que el fruto es una sámara con pericarpio muy fino que no restringe la pérdida de agua. El “Molle de beber” fue el que presentó mayor diferencia de humedad entre años (3,21%) a pesar de haber transcurrido seis (6) meses desde su madurez – recolección, esta especie tiene un mayor periodo de fructificación y el fruto es una drupa con una estructura coriácea con una cámara de aire (Foto 2-D del Anexo) que posiblemente reduce la tasa de pérdida de agua.

Pureza de los lotes

La pureza se mantuvo estable, es decir no existió variación entre los diferentes años de recolección en cada una de las especies (Figura 2). Comparando los resultados de cada especie se puede observar que el “Manzano del campo” presentó los menores valores (60,46% y 60,11%) y el “Molle de beber” presentó los mayores valores (94,06% y 93,76%), situándose el “Orco quebracho” en una posición intermedia (92,85% y 92,44%). Los bajos valores de pureza de los lotes de “Manzano del campo”, se debió a la presencia de restos de raquis y pedicelos adheridos a los frutos y a la estructura de éstos, además la presencia de sépalos, que fue necesario extraerlos para realizar las demás determinaciones.

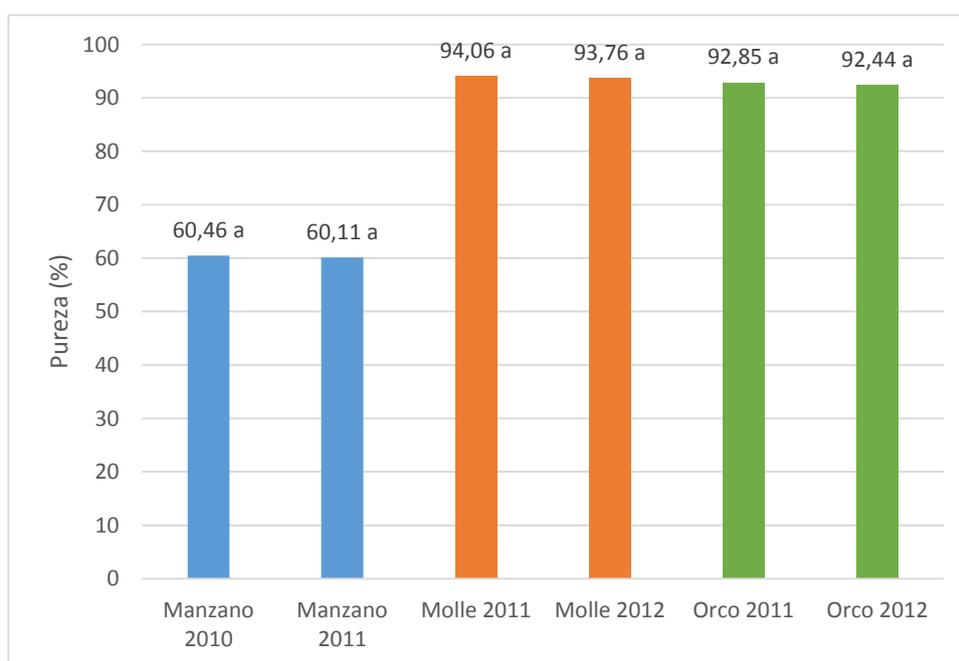


FIGURA 2. Pureza (%) de los lotes de las especies “Manzano del campo”, “Molle de beber” y “Orco quebracho” según año de recolección de las semillas.

Medias con una letra común, en cada especie, no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Peso de mil semillas

El peso de 1000 semillas presentó diferencias estadísticamente significativas en cada una de las especies según fecha de recolección (Figura 3). En el “Manzano del campo” las semillas recolectadas en el año 2011 fueron más pesadas (24,6 gr) que las del año 2010 (18,3 gr), en cambio en el “Molle de beber” las situación presentada fue a la inversa (2011: 111 gr; 2012: 94,4 gr). En tanto que en el “Orco quebracho” la situación fue similar al “Manzano del campo”, las semillas recolectadas en el año 2011 tuvieron menor peso (143,7 gr) que las del año 2012 (164,6 gr). Posiblemente las diferencias entre años se deben a las condiciones ambientales que se registraron en cada uno de ellos. Es necesario especificar que las semillas del año 2012 eran más pequeñas y tenían mayor contenido de humedad (Figura 1).

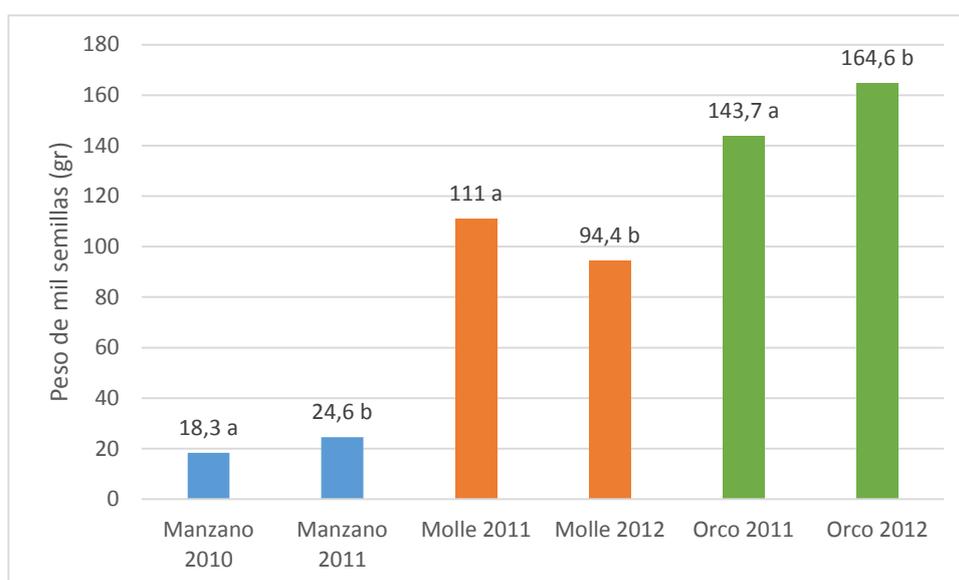


FIGURA 3. Peso de mil semillas (gramos) de las especies “Manzano del campo”, “Molle de beber” y “Orco quebracho” según año de recolección.

Medias con una letra común, en cada especie, no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

EFFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS IMPLEMENTADOS EN CADA ESPECIE

“Manzano del campo”

En esta especie no hubo interacción año x temperatura en la variable *Poder Germinativo* (PG), pero si existieron diferencias entre los años analizados ($p < 0,0001$), siendo mayor en el año 2011 (61%) que en el 2010 (15,5%), indicando que durante el almacenamiento disminuyó el PG de las semillas (Figura 4).

Las *Semillas Duras* (SD) presentaron interacción año x temperatura ($p = 0,0001$). Se pudo observar dos grupos diferentes, el primero con el mayor porcentaje (2011 x 25°C: 6%) y otro grupo con valores de 1 a 0 % (en las restantes interacciones). En las *Semillas Frescas* (SF)

en cambio, no se encontró efecto de interacción año x temperatura pero si de año y temperatura por separado. Las semillas más viejas presentaron el mayor valor (2010: 26,5 %; 2011: 9%) (Figura 4). En cuanto a la temperatura, a 20°C se registró el mayor valor (21,5%) comparativamente con 25°C (14%). En la variable *Semillas Durmientes* (SDur) no existió efecto de interacción año x temperatura ni diferencias entre las temperatura, pero se presentaron diferencias entre los años, siendo mayor en 2010 (27%) que en 2011 (12%) (Figura 4). Las *Semillas Muertas* (SM) también mostraron variación sólo entre los años analizados ($p < 0,0001$), siendo mayor en el 2010 (51,5%) que en el 2011 (17%) (Figura 4).

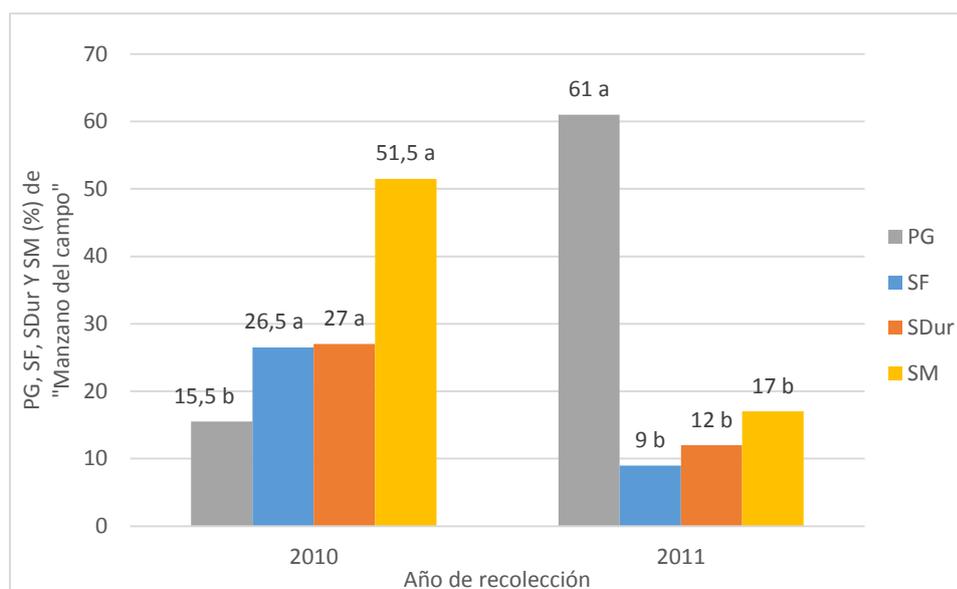


FIGURA 4. Porcentaje de PG, SF, SDur, y SM de “Manzano del campo” según año de recolección de las semillas.

Medias con una letra común, en cada variable, no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Las semillas más viejas presentaron menor germinación debido a que una alta proporción de ellas murieron o embebieron pero no lograron desarrollar una plántula normal, indicando deterioro de las semillas (Delouch y Baskin, 1973) y/o problemas en la reorganización de la membranas (Marcos Filho, 2005), respectivamente.

La variable *Plántulas Anormales* (PA) no presentó interacción año x temperatura, como tampoco hubo efecto de año ni de temperaturas.

Con respecto a la presencia de *Plántulas Vigorosas* (PV) no se observó interacción entre los factores año x temperatura, pero si existió diferencias entre los años analizados ($p < 0,0001$), como así también con las temperaturas ($p = 0,0295$). El almacenamiento favoreció el deterioro de las semillas ya que se observó una reducción de la presencia de PV (2010: 12,5% vs 2011:

55%), siguiendo el mismo comportamiento del PG. Por otra parte, el incremento de temperatura favorece la presencia de PV (25°C: 37,5% vs 20°C: 30%).

“Molle de beber”

En el “Molle de beber”, para realizar el test de germinación, fue necesario desproveer a los frutos de su epicarpio, ya que el mismo sería un impedimento para la imbibición de las semillas.

En la especie “Molle de beber”, en la variable PG, no se encontró interacción estadísticamente significativa entre los factores año x escarificado x temperatura como así tampoco en las otras combinaciones de factores, pero sí existió variación entre los métodos de escarificado ($p < 0,0001$). El escarificado húmedo presentó el mayor valor de PG (39,25%), seguido por el escarificado mecánico (28,00%) y el testigo (9,25%) (Figura 5). Es para destacar los bajos valores de PG independientemente del tratamiento.

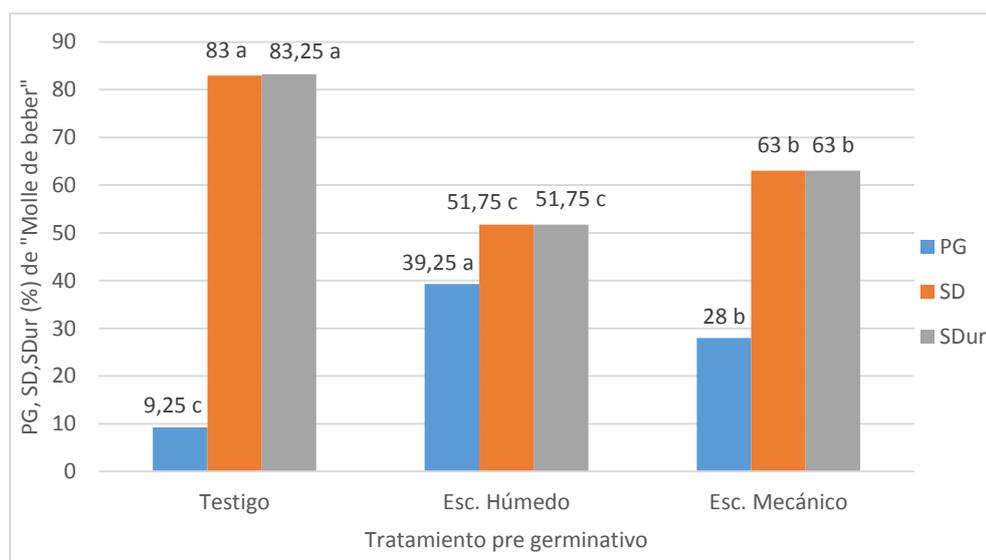


FIGURA 5. Porcentaje de PG, SD y SDur de “Molle de beber”, según tratamiento pre-germinativo.

Medias con una letra común, en cada variable, no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Analizando las SD, no se encontró interacción entre los factores, pero sí diferencias entre los métodos de escarificado ($p < 0,0001$) y en las temperaturas analizadas ($p = 0,0003$). Los menores valores de SD se presentaron con el escarificado húmedo (51,75%), seguido por el mecánico (63%) y por último el testigo (83%) (Figura 5). En el caso de la temperatura, su incremento redujo la proporción de SD (25°C: 61,33 vs 20°C: 70,5%), posiblemente debido a que la baja temperatura reduce la energía cinética del agua y consecuentemente la tasa de

absorción de agua por parte de las semillas (Bewley Black, 1995). Este efecto de la temperatura no se tradujo en la germinación.

Considerando las SF, no existió interacción entre los factores ni efectos de estos, por lo que se podría deducir que tanto el año, como la temperatura y el escarificado no son determinantes de esta variable.

En cuanto a las SDur, no existió interacción entre los factores, pero sí diferencias entre los tratamientos de escarificado ($p < 0,0001$) y temperatura ($p = 0,0004$), presentando el mismo comportamiento que la variable SD. El aumento de la temperatura reduce la dormancia (20°C: 70,5% vs 25°C: 61,5%) (Figura 5). Este efecto de la temperatura no se tradujo en la germinación. En cuanto al escarificado se observó que el tratamiento húmedo tuvo el menor valor (51,75%), seguido por el mecánico (63%) y luego el testigo (83,25%) (Figura 5). Estas diferencias se deben a las diferencias de las SD según los tratamientos, ya que no hubo efecto de estos sobre las SF.

Las diferencias observadas por efecto del escarificado podrían indicar que existen factores químicos y mecánicos que estarían impidiendo la germinación de las semillas, según lo observado por Carmello-Guerreiro y Paoli (2005) en un estudio sobre las características anatómicas del “Molle de beber”. Estos autores encontraron que el fruto de esta especie tiene, en su pericarpio, células con compuestos fenólicos que rodean los canales de secreción, y que el endocarpio, en el fruto maduro, presenta varias capas, una de las cuales está conformada por pequeñas células con cristales prismáticos de oxalato de calcio y que la última capa se engrosa y lignifica. Los fenoles restringen la llegada de oxígeno al embrión (por retención) e inhiben el alargamiento celular (Marcos Filho, 2005), aspectos definitorios para que ocurra la germinación. El escarificado húmedo permitiría eliminar esas sustancias fenólicas y a su vez ablandar la testa para permitir el ingreso de agua a la semilla y así comenzar el proceso de germinación. El aumento de temperatura puede modificar la viscosidad de los fenoles presentes en el fruto.

Analizando la variable PA, se observa que existió diferencias sólo en el factor año ($p = 0,0174$); el mayor valor se encontró en el año 2011 (6,33%) comparativamente con el 2012 (3,17%). Esto podría deberse al deterioro de las semillas durante el almacenamiento favoreciendo el desarrollo de plántulas anormales (Delouch y Baskin, 1973).

Analizando las SM, se advierte que existió interacción entre los factores año x escarificado x temperatura ($p = 0,0035$). La mayor temperatura incremento la proporción de semillas muertas principalmente con el escarificado mecánico y el testigo, en cambio las semillas más viejas (1 año) mueren más fácilmente con el humedecimiento previo de las

semillas (Cuadro 1 del Anexo). Esto indicaría que la mayor temperatura conduciría a un deterioro más rápido de las semillas, principalmente las más viejas, provocando su muerte.

Las PV, como una medida de vigor del lote de semillas, presentaron interacción estadísticamente significativa ($p=0,0180$) entre los factores año x escarificado. El escarificado húmedo presentó los mayores valores (2011: 36% (a); 2012: 30% (ab)) lo que indica la mayor efectividad de este tratamiento de escarificado en esta especie, la imbibición en agua con mayor temperatura del test de germinación favorece el lavado de los inhibidores y consecuentemente el desarrollo de las plántulas. El escarificado mecánico varió entre 13% (2011 (c)) y 24% (2012 (b)).

Los frutos recolectados en el año 2012 tenían mayor contenido de humedad y fueron más pequeños, estos dos aspectos pueden haber contribuido a alcanzar el contenido de humedad necesario para iniciar el proceso de germinación. Además, el mayor contenido inicial de humedad de las semillas permitiría el buen funcionamiento de los mecanismos de reparación de las membranas, ya que en las más secas esos mecanismos serían accionados cuando las semillas son colocados en un sustrato húmedo, implicando consumo de energía y la posibilidad de perjuicio a la germinación (Marcos Filho, 2005). Este conjunto de factores reducirían la duración de las fases del proceso de imbibición (Marcos Filho, 2005), lo que favorecerían el reinicio del crecimiento de la plántula traduciéndose en mayor número de plántulas normales y también las vigorosas.

El testigo mostró un valor muy bajo (2011: 2,5% (d); 2012: 6,5% (cd)) pero demostrando el efecto del contenido inicial de humedad de las semillas.

“Orco quebracho”

En esta especie el análisis estadístico presentó efecto de interacción estadísticamente significativa en la variable PG ($p=0,0016$) entre los factores año x escarificado x temperatura. La interacción año 2012 x escarificado húmedo x 25°C, presentó el mayor valor de porcentaje de germinación (7%). En las otras combinaciones, principalmente germinaron las semillas más viejas pero sólo el 1% de ellas. En el testigo no germinó ninguna semilla independientemente del tratamiento (Cuadro 2 del Anexo).

Analizando las variables SD y SDur se observa que ambas presentaron los mismos valores, existiendo interacción estadísticamente significativa ($p=0,0036$) entre los factores año x escarificado x temperatura. Las diferencias se observaron con el tratamiento de las semillas recolectadas en 2012 con escarificado húmedo y a 25°C, el cual presentó un menor valor de semillas duras, con un valor del 93%, mientras que en los demás tratamientos rondó entre el 98 y 100% de semillas duras, siguiendo el patrón inverso del PG (Cuadro 3 del Anexo). Estos

resultados podrían ser explicados por los estudios realizados por Prado-Oliveira (1993) que encontraron en frutos maduros compuestos pirogálicos, que actuarían inhibiendo la germinación y sugieren que para eliminar esas sustancias las semillas deben ser lavadas. Si bien no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, en las semillas recolectadas en el 2011, estas lograron iniciar el proceso de germinación alcanzando al menos el 1% de PG. Estos resultados se relacionan con los obtenidos por Oliveira y Oliveira (2008) quienes encontraron que las semillas recién recolectadas presentaron menores valores de germinación que aquellas que fueron almacenadas por 30 días en cámara fría y seca ($15\pm 2^{\circ}\text{C}$, 50%HR), sugiriendo que el almacenamiento en frío podría haber producido el ablandamiento del endocarpo, mejorando así la absorción de agua y el intercambio de gases.

Las variables PA, SF y SM no presentaron diferencias estadísticamente significativas con los tratamientos realizados, debido a que no modificaron la dormancia de las semillas.

La presencia de PV se relaciona con el PG, mostrando el mismo comportamiento en la interacción año x escarificado x temperatura, ($p=0,0447$).

COMPARACIÓN DE LAS TRES ESPECIES SIN TRATAMIENTO PRE-GERMINATIVO

La reforestación con plantas nativas puede ser realizada sin medios específicos para acondicionar las semillas y obtener plántulas que serán usadas en el vivero para disponer fácilmente de plantas, por lo que se pensó en evaluar el comportamiento de las diferentes especies sin tratamientos pre-germinativos.

En la variable PG no existió interacción estadísticamente significativa entre los factores especie x temperatura pero sí hubo efecto de los factores independientemente, tanto especies ($p<0,0001$) como temperaturas ($p=0,0455$).

Las tres especies analizadas muestran diferencias estadísticamente significativas en el PG (Figura 6), siendo el “Manzano del campo” la especie que posee mayor PG (61%), seguida de “Molle de beber” (7%) y por último el “Orco quebracho” que sus semillas no germinaron. La temperatura de 25°C es con la que se alcanzan los mayores valores de germinación (24,33%) comparativamente con 20°C (21%) (Figura 7), lo que nos indicaría que estas especies se corresponden con especies estivales, germinando naturalmente en las épocas más cálidas.

En cuanto a las SD y SF existió interacción estadísticamente significativa entre los factores especie x temperatura ($p < 0,0001$ y $p = 0,0005$, respectivamente). El “Orco quebracho” mostró el mayor porcentaje (20°C: 100 (a); 25°C: 99% (a)), luego el “Molle de beber” (20°C: 88 (b); 25°C: 80% (c)) y por último “Manzano del campo” el menor porcentaje (20°C: 0% (e); 25°C: 6% (d)). Se registró lo inverso en la variable SF, donde el “Manzano del campo” presentó el mayor porcentaje (20°C: 14% (a); 25°C: 4% (b)), mientras que las otras especies no tuvieron semillas frescas.

Analizando las SDur, se encontró que no hubo interacción estadísticamente significativa entre los factores especie x temperatura, pero si diferencias entre especies ($p < 0,0001$) y entre temperaturas ($p = 0,0071$). El “Orco quebracho” presentó el mayor valor (99,5%), seguido por el “Molle de beber” (84%) y por último el “Manzano del campo” (12%) (Figura 6). Estos resultados concuerdan con Carmello-Guerreiro y Paoli (2005) quienes señalan que los frutos de las especies pertenecientes a la familia Anacardiáceas (“Molle de beber” y “Orco quebracho”) presentan sustancias químicas que impedirían o retrasarían la germinación. Esto demostraría que estas últimas especies requerirían de un tratamiento previo para mejorar la germinación.

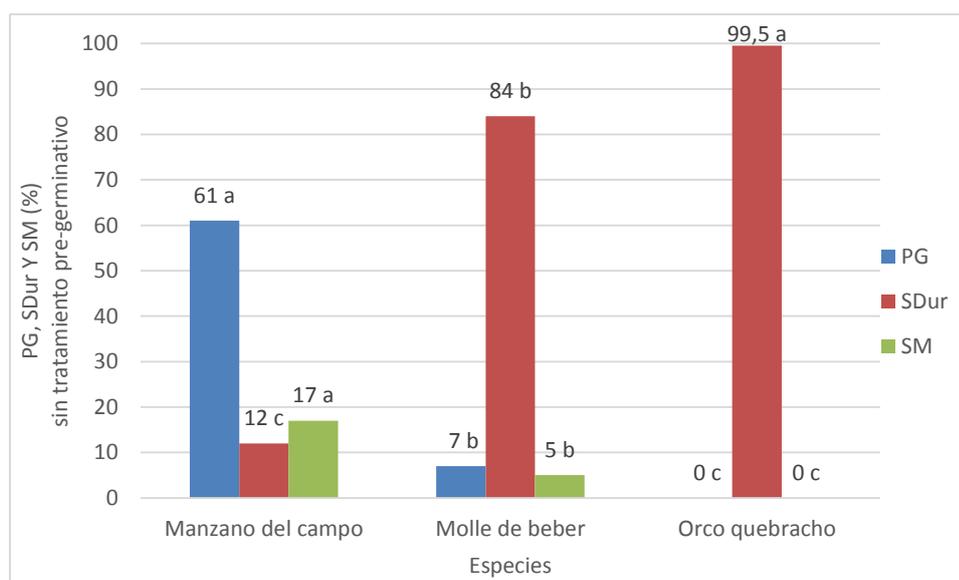


FIGURA 6. PG, SDur y SM (%) según las especies “Manzano del campo”, “Molle de beber” y “Orco quebracho”, sin tratamiento pre-germinativo.

Medias con una letra común, en cada variable, no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

La temperatura también influye en la expresión de SDur, reduciéndose el porcentaje con el incremento de la misma (20°C: 67,33% (a); 25°C: 63% (b)) (Figura 7), demostrando que la temperatura es un factor que interviene en la quiebra de la dormancia como ha sido observado en otras especies (Bewley y Black, 1994).

No se encontró interacción estadísticamente significativa en la variable PA entre los factores especie x temperatura, ni diferencias entre temperaturas, pero sí efecto entre especies ($p=0,0001$), siendo el “Manzano del campo” el que presentó el mayor porcentaje (10%), seguido por “Molle de beber” (4%) y por último “Orco quebracho” (0,5%). Esta tendencia de valores hallados en las variables antes mencionadas, se correlacionan con la variable PG de cada especie.

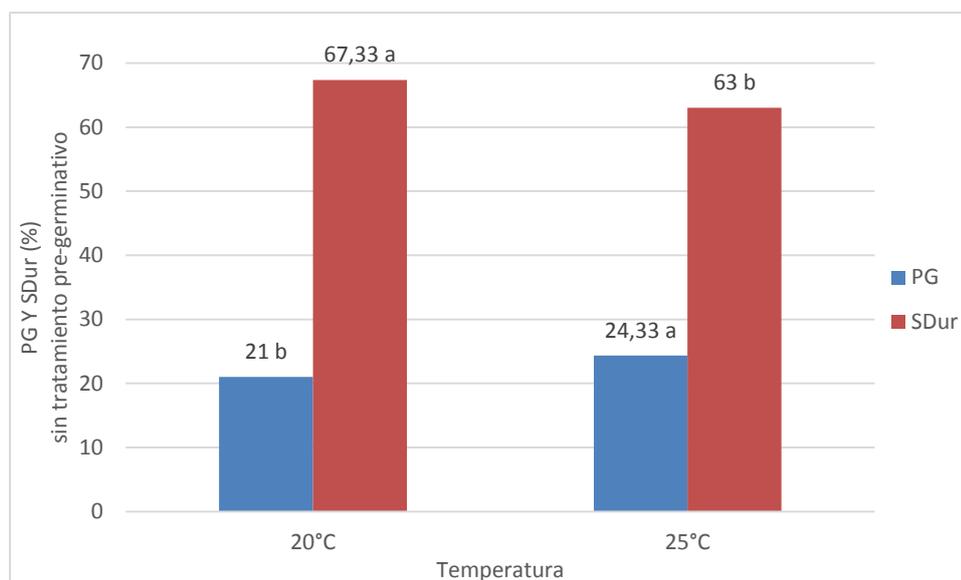


FIGURA 7. PG y SDur (%) sin tratamiento pre-germinativo según la temperatura.

Medias con una letra común, en cada variable, no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

La variable SM, aunque no manifestó interacción estadísticamente significativa entre los factores especie x temperatura, pero si entre especies ($p<0,0001$), tuvo una tendencia similar a las semillas frescas, donde se observó que el “Manzano del campo” presentó el mayor valor de SM (17%), seguida por el “Molle de beber” (5%), mientras que en el “Orco quebracho” no se registró SM (Figura 6). Estos registros se podrían correlacionar con las características de los frutos, recordando que el “Orco quebracho” presenta un tegumento duro y espeso, lo que impediría la difusión de gases y agua, mientras que el “Manzano del campo” presenta un fruto con tegumento fino y con un pequeño orificio en un extremo lo que permitiría una mejor y rápida difusión de agua y gases, en tanto que el “Molle de beber” presenta una cubierta cerosa que retrasaría dicha difusión; estas características morfológicas permitirían por un lado, la generación o no del proceso germinativo, y por otro lado, ocurrirían a similar tasa, procesos de deterioro de los compuestos de las semillas que ocasionarían su muerte.

En la variable PV no se halló interacción estadísticamente significativa entre los factores especie x temperatura, pero se observó diferencias entre las especies ($p<0,0001$). El “Manzano

del campo” presentó el mayor porcentaje de PV (55%), seguido por el “Molle de beber” (36%) y por último el “Orco quebracho” que no presentó PV.

COMPARACIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO DE LAS TRES ESPECIES

El estudio comparativo de las tres especies condujo a analizar el mejor tratamiento pre-germinativo de cada una de ellas. Se observó que no existió interacción estadísticamente significativa entre los factores especie x temperatura para las variables PG, PA, SDur y PV, pero sí en SD, SF y SM ($p < 0,0001$).

Los resultados permiten detectar diferencias entre las especies en la germinación. El “Manzano del campo” fue el que presentó el mejor comportamiento (PG: 61 %; PV: 55%; SDur: 12%; PA: 10%), seguido por el “Molle de beber” (PG: 41 %; PV: 36%; SDur: 48%; PA: 7%), y por último el “Orco quebracho” (PG: 0,5%; PV: 0%; SDur: 99,5%; PA: 0%) (Figura 8). Esto podría haber ocurrido por las condiciones morfofisiológicas de las semillas y debido a que a pesar de analizarse el mejor tratamiento para cada especie, quizás no fue el apropiado para romper la dormancia en el “Molle de beber” ni en el “Orco quebracho”.

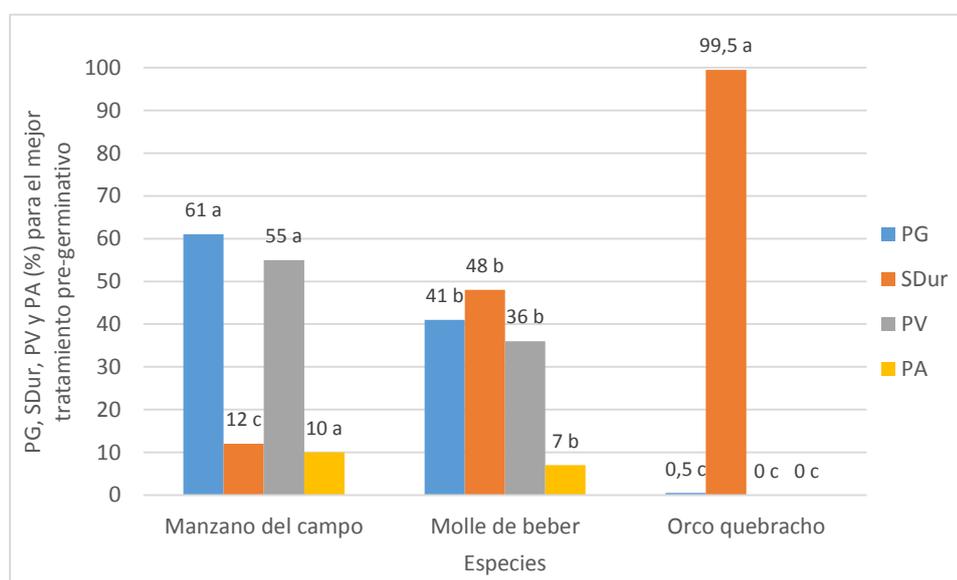


FIGURA 8. PG, SDur, PV y PA (%) según las especies “Manzano del campo”, “Molle de beber” y “Orco quebracho”, con el mejor tratamiento pre-germinativo.

Medias con una letra común, en cada variable, no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Las otras variables, presentaron interacción estadísticamente significativa entre los factores especie x temperatura en las variables SD ($p=0,0005$), SF ($p=0,0005$) y SM ($p=0,0003$).

El “Orco quebracho” presentó valores cercanos a 100% de SD debido a las características de sus semillas. Le sigue “Molle de beber” con valores cercanos a 50% presentándose diferencias con las temperaturas evaluadas (20°C: 54%; 25°C: 42%), esto podría deberse a que a pesar de someter a la semilla al mejor tratamiento pre-germinativo, la temperatura condicionaría la tasa de absorción de agua. El “Manzano del campo” presentó valores bajos de SD ($\leq 6\%$). Con respecto a las SF, esta última especie fue la única que presentó este tipo de semillas observándose diferencias entre las temperaturas (20°C: 14% (a); 25°C: 4% (b)). Con respecto a las SM, solo se registraron en “Manzano del campo” (20°C: 20%; 25°C: 14%) y “Molle de beber” (20°C: 0% (c); 25°C: 8% (b)) (Cuadro 4 del Anexo).

NÚMERO DE SEMILLAS VIABLES POR KILOGRAMO

Para realizar la determinación del *Número de Semillas Viables/kg* (N° Sem Viables/kg), se utilizaron como datos la *Pureza* (P) (promedio de ambos años), el *Número de Semillas por kilogramo* (N° Sem/kg) (estimado en base al *Peso de Mil Semillas* (PMS) promedio de ambos años) y el *Poder Germinativo* (PG) (utilizando los valores obtenidos del mejor tratamiento para cada especie), según la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ Semillas Viables/kg.} = P(\%) \times PG(\%) \times N^{\circ} \text{ Sem./kg.}$$

“Manzano del campo”

En el “Manzano del campo”, primero se determinó que el PMS promedio fue de 0,021 kg (Figura 3), dando como resultado 46.620 Sem/kg, y considerando que la media de P: 60,29% (Figura 2), y que con el mejor tratamiento (semillas de 1 año de almacenamiento a 25°C) se obtuvo un PG: 61% (Figura 4), se llegó a que en un kilogramo de semillas de esta especie, 17.145 son viables, lo que demuestra que con pocos kilogramos de semillas de esta especie un viverista puede lograr muchas plántulas, y consecuentemente plantas para la reforestación.

“Molle de beber”

Para el caso de la especie “Molle de beber”, se consideró los siguientes valores de PMS: 0,1027 kg (Figura 3); N°Sem/kg: 9.737; P: 93,91% (Figura 2); PG: 39,25% (perteneciente al escarificado húmedo) (Figura 5), obteniéndose 3.589 Sem Viabiles/kg. Esto revela que con una considerable cantidad de semillas, se puede disponer de una buena cantidad de plántulas, y por consiguiente, una buena cantidad de plantas.

“Orco quebracho”

En “Orco quebracho” los valores obtenidos para las variables determinantes de Sem Viabiles/kg fueron las siguientes, PMS: 0,154 kg (Figura 3); N°Sem/kg: 6.497; P: 92,65% (Figura 2); PG: 7% (perteneciente al escarificado húmedo x 25°C x año 2012) (Cuadro 2 del Anexo), dando así un total de 421 Sem Viabiles/kg. Esto indica que, utilizando el mejor método analizado en este trabajo, se obtendrían pocas plántulas, revelando que el mismo no es efectivo para la obtención de plantas para la reforestación.

CONSIDERACIONES FUTURAS

En futuras investigaciones se podría evaluar diferentes métodos de escarificado tanto mecánico (lugar, límite de raspado, herramientas a utilizar, granulometría de la lija, pinzas), como húmedo (con diferente tiempo de inmersión), la acción de la amplitud térmica diaria en el proceso germinativo, si las especies responden a la vernalización, como así también el nivel de agua requerido por cada especie para la imbibición.

CONCLUSIONES

Existen diferencias en los requerimientos para la germinación de las especies arbóreas nativas del Bosque Chaqueño: “Manzano del campo”, “Molle de beber” y “Orco quebracho”.

En el “Manzano del campo” la germinación es influenciada por el tiempo de almacenamiento, aumentando el porcentaje de semillas muertas, frescas y durmientes. La temperatura influencia el vigor de las plántulas y las semillas frescas.

En el “Molle de beber” la germinación es influenciada por el método de escarificado, siendo el humedecimiento con agua el más efectivo pues reduce las semillas duras y durmientes. El almacenamiento favorece el deterioro incrementando las plántulas anormales. El mayor contenido inicial de agua favorece el desarrollo de plántulas vigorosas en “Molle de beber”.

En el “Orco quebracho” los métodos utilizados para quebrar la dormancia no fueron efectivos.

En las especies estudiadas, en general, la reducción de la germinación se produce por la dormancia de las semillas, principalmente por la presencia de semillas duras.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AGUIAR BERGER, A.P. 2007. *Variabilidade intra-específica em Lithraea molleoides (Vell) Eng. (Aroeira-branca) a partir dos processos de germinação e emergência*. Tesis de Maestría Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. 65 p.
- ARRIAGA, V.V. CERVANTES y A. VARGAS-MENA. 1994. *Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas*. 1° ed. Ed. Universidad Nacional de México. 187 p.
- ARRUDA, D.M.; D.O. BRANDÃO; W.O. MIRANDA; C.H.P. SILVA; R.F. NUNES y M.D.M. VELOSO. 2007. Germinação de sementes de *Ruprechtia fagifolia* Meisn. (Poligonaceae) sobre efeito de diferentes tratamentos de escarificação e ao ataque de herbívoros. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*. Caxambu-MG.
- BALZARINI M.G.; L. GONZALEZ, M. TABLADA; F. CASANOVES; J.A. DI RIENZO; C.W. ROBLEDO (2008). *Infostat. Manual del Usuario*. Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.
- BEWLEY, J.D. y M. BLACK. 1994. *Seeds: Physiology of development and germination*. Ed. Plenum Press, 2^{da} ed. 560p.
- CARMELLO-GUERREIRO, S.M. y A.A.S. PAOLI. 2005. Anatomy of the pericarp and seed-coat of *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. (Anacardiaceae) with Taxonomic Notes. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 48(4): 599-610.
- CHURQUI. 2015 a. Manzano del campo. En: churqui.org/arboles-nativos-de-cordoba/manzano-del-campo/. Consultado el 17-03-2015
- CHURQUI. 2015 b. Horco quebracho. En: churqui.org/arboles-nativos-de-cordoba/horco-quebracho/. Consultado: 17-03-2015
- DELOUCH, J.C. y C.C. BASKIN. 1973. Accelerated ageing techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci. Technol.* 1(3): 671 – 700.
- DEMAIO, P.H.; U.O. KARLIN y M.J. MEDINA. 2002. *Árboles Nativos del centro de Argentina*. Ed. L.O.L.A. Buenos Aires. Argentina. 210 p.
- DI RIENZO J.A.; F. CASANOVES; M.G. BALZARINI; L. GONZALEZ; M. TABLADA; M. ROBLEDO. *InfoStat versión 2012*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL www.infostat.com.ar
- ECOSISTEMAS ARGENTINOS, 2015. La especie del mes: *Schinopsis marginata*, familia Anacardiaceae. Boletín Informativo Nro. 68. Septiembre de 2012. En:

www.ecosistemasarg.org.ar/index.php?Modulo=boletines&Id=69&Titulo=Orco-Quebracho. Consultado: 17-03-2015.

- FERREIRA ALVES, A.; A. FERREIRA ALVES; M.E. CARVALHO GUERRA y S. MADEIROS FILHOS. 2007. Superación de dormencia de semillas de braúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.). *Revista Ciência Agronômica*, 38(1): 74-77.
- FLORA DE CÓRDOBA, 2015. Flora silvestre de Córdoba: *Lithraea molleoides*. En: www.floradecordoba.com.ar/lithraea-molleoides/. Consultado: 17-03-2015.
- FUNES, G.; S. DÍAZ y P. VENIER. 2009. La temperatura como principal determinante de la germinación en especies del Chaco seco de Argentina. *Revista Ecología Austral*, 19: 129-138.
- GONZAGA, T.C.; M.E. MATA; H. SILVA y M.L.M. DUARTE. 2003. Crioconservação de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* Engl.) e braúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.). *Revista Brasileira de Productos Agroindustriais*, 5(2): 145-154.
- HERBOTECHNIA, 2011. Tecnologías de cultivo y poscosecha de plantas medicinales, aromáticas y tintóreas. En: www.herbotecnica.com.ar/aut-falsomolle.html. Consultado: 15-12-2011.
- INGLEBY, 2015. Molle de beber – *Lithraea molleoides*. En: www.ingleby.com.ar/default.asp?cambiaIdioma=S&idSeccion=23. Consultado: 17-03-2015
- ISTA. 2008. International rules for seed testing. *The International Seed Testing Association*. Bassersdorf, Suiza. s/p.
- LEBED, O. 2002. Producción de Plantas Nativas. *Proyecto Forestal de Desarrollo SAGPyA-INTA*. Hoja divulgativa técnica N° 15. 4 p.
- MARCOS FILHO, J. 2005. *Fisiologia das sementes das plantas cultivadas*. FEALQ. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz. Vol. 12. 495 p.
- MATTOS, L.C.; T.F. DELFIM; R.P. AMICO; L.V. FERREIRA y A.C. SILVA. 2010. Tratamientos para superación de dormencia de semillas de aroeira piriquita (*Schinus molle* L.) e aroeira branca (*Lithraea molleoides* Vell.). XIX Congreso Internacional de Ciencias. XII ENPOS. II Mostra Científica 2010.
- MORENO, E. M. 1984. *Análisis físico y biológico de semillas agrícolas*. 1° Ed. UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México. México. 383 p.
- OLIVEIRA, M.C.P. y G.J. OLIVEIRA. 2008. Superación da dormencia de sementes de *Schinopsis brasiliensis*. *Ciência Rural*, Santa Maria, 38(1): 251-254.

- PIMENTEL BRIBIESCA, L. 2009. *Producción de árboles y arbustos de uso múltiple*. 1º ed. Ed. Mundi Prensa. México. 237 p.
- PRADO-OLIVEIRA, M.C. 1993. Aspectos morfo-anatómicos da unidade de dispersão, germinação e crescimento de *Schinopsis brasiliensis* Engl (barauna)- Anacardiaceae. Dissertação (Maestrado em Botânica)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- ROCA, P.D. 2008. Plantas nativas del centro de la República Argentina: Manzano del campo. En: www.actiweb.es/plantasnativas/manzano_del_campo.html. Consultado: 15-12-2011.
- SIB 2011 a. «Administración de Parques Nacionales. Sistema de Información de Biodiversidad. Proyecto de Conservación de la Biodiversidad En: www.sib.gov.ar/ficha/PLANTAE*ruprechtia*apetala. Consultado: 07-12-2011.
- SIB 2011 b. «Administración de Parques Nacionales. Sistema de Información de Biodiversidad. Proyecto de Conservación de la Biodiversidad En: [www.sib.gov.ar/ficha/PLANTAE* lithraea*molleoides](http://www.sib.gov.ar/ficha/PLANTAE*lithraea*molleoides). Consultado: 15-12-2011.
- SIB 2011 c. «Administración de Parques Nacionales. Sistema de Información de Biodiversidad. Proyecto de Conservación de la Biodiversidad. En: www.sib.gov.ar/ficha/PLANTAE*_schinopsis*marginata. Consultado: 14-12-2011.
- SOUZA, S.M. y P.C.F. LIMA. 1982. Caracterização de sementes de algumas espécies florestais nativas del nordeste. *Congresso Nacional sobre Essências Nativas*, Campos do Jordão, Sao Paulo, Brasil. p: 1156-1167.
- SUAREZ, R. y L.R. VOLKMANN. 2010. *Reforestación en el Ambiente Serrano*. Curso, Proyecto de Conservación y Reforestación en las Sierras de Córdoba. Villa El Chacay, Córdoba, Argentina. Cuadernillo. 26 p.
- TIERRA NATIVA, 2015 a. Manzano de Campo – *Ruprechtia apetala*. En www.tierranativa.com.ar/molledebeber.html. Consultado: 17-03-2015.
- TIERRA NATIVA, 2015 b. Molle de beber – *Lithraea molleoides*. En www.tierranativa.com.ar/molledebeber.html. Consultado: 17-03-2015
- TORRES, R. 2008. La especie del mes: *Ruprechtia apetala* Weddell. Boletín informativo N° 31. Ecosistemas Argentinos – Asociación Civil. En: [www.ecosistemasarg.org.ar/index.php? Modulo=boletines&Id=3&Titulo=Manzano-Del-Campo](http://www.ecosistemasarg.org.ar/index.php?Modulo=boletines&Id=3&Titulo=Manzano-Del-Campo). Consultado: 07-12-2011
- VARELA, S.A. y V. ARANA. 2010. *Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos*. INTA EEA Bariloche. 10 p.

VERDE CHACO. 2009. Verde Chaco: Manzano de campo. En: [arbolesdelchaco.blogspot.com.ar /2009/11/manzano-de-campo.html](http://arbolesdelchaco.blogspot.com.ar/2009/11/manzano-de-campo.html). Consultado: 07-12-2011.

ANEXO

Cuadro 1: Porcentaje de *Semillas Muertas* (SM) de “Molle de beber” según la interacción año x temperatura x escarificado.

Letras distintas al lado de los valores medios indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

	20°C		25°C	
	2011	2012	2011	2012
	% de SM de “Molle de beber”			
Testigo	4 abc	0 d	6 ab	7 a
Esc. Húmedo	0 d	1 cd	8 a	4 abc
Esc. Mecánico	3 abcd	2 bcd	1 cd	9 a

Cuadro 2. Porcentaje de *Poder Germinativo* (PG) de “Orco quebracho” según la interacción año x temperatura x escarificado.

Letras distintas al lado de los valores medios indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

	20°C		25°C	
	2011	2012	2011	2012
	% de PG de “Orco quebracho”			
Testigo	0 b	0 b	0 b	0 b
Esc. Húmedo	1 b	0 b	0 b	7 a
Esc. Mecánico	1 b	0 b	1 b	0 b

Cuadro 3. Porcentaje de *Semillas Duras* (SD) y *Semillas Durmientes* (SDur) de “Orco quebracho” según la interacción año x temperatura x escarificado.

Letras distintas al lado de los valores medios indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

	20°C		25°C	
	2011	2012	2011	2012
	% de SD y SDur de “Orco quebracho”			
Testigo	100 a	100 a	99 a	100 a
Esc. Húmedo	99 a	100 a	100 a	93 b
Esc. Mecánico	98 a	100 a	98 a	100 a

Cuadro 4. Porcentaje de *Semillas Duras* (SD), *Semillas Frescas* (SF) y *Semillas Muertas* (SM), según la temperatura, para las especies “Manzano del campo”, “Molle de beber” y “Orco quebracho”, para el mejor tratamiento pre-germinativo.

Letras distintas al lado de los valores medios, para cada variable, indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

		SD (%)	SF (%)	SM (%)
20°C	Manzano del campo	0 d	14 a	20 a
	Molle de beber	54 b	0 c	0 c
	Orco quebracho	99 a	0 c	0 c
25°C	Manzano del campo	6 d	4 b	14 a
	Molle de beber	42 c	0 c	8 b
	Orco quebracho	100 a	0 c	0 c

Foto 1: “Manzano del campo” (*Ruprechtia apetala*). Porte del árbol (A) (Tierra Nativa, 2015 a), hojas (B) (Churqui, 2015 a), racimo de flores (C) (Churqui, 2015 a) y frutos (D).

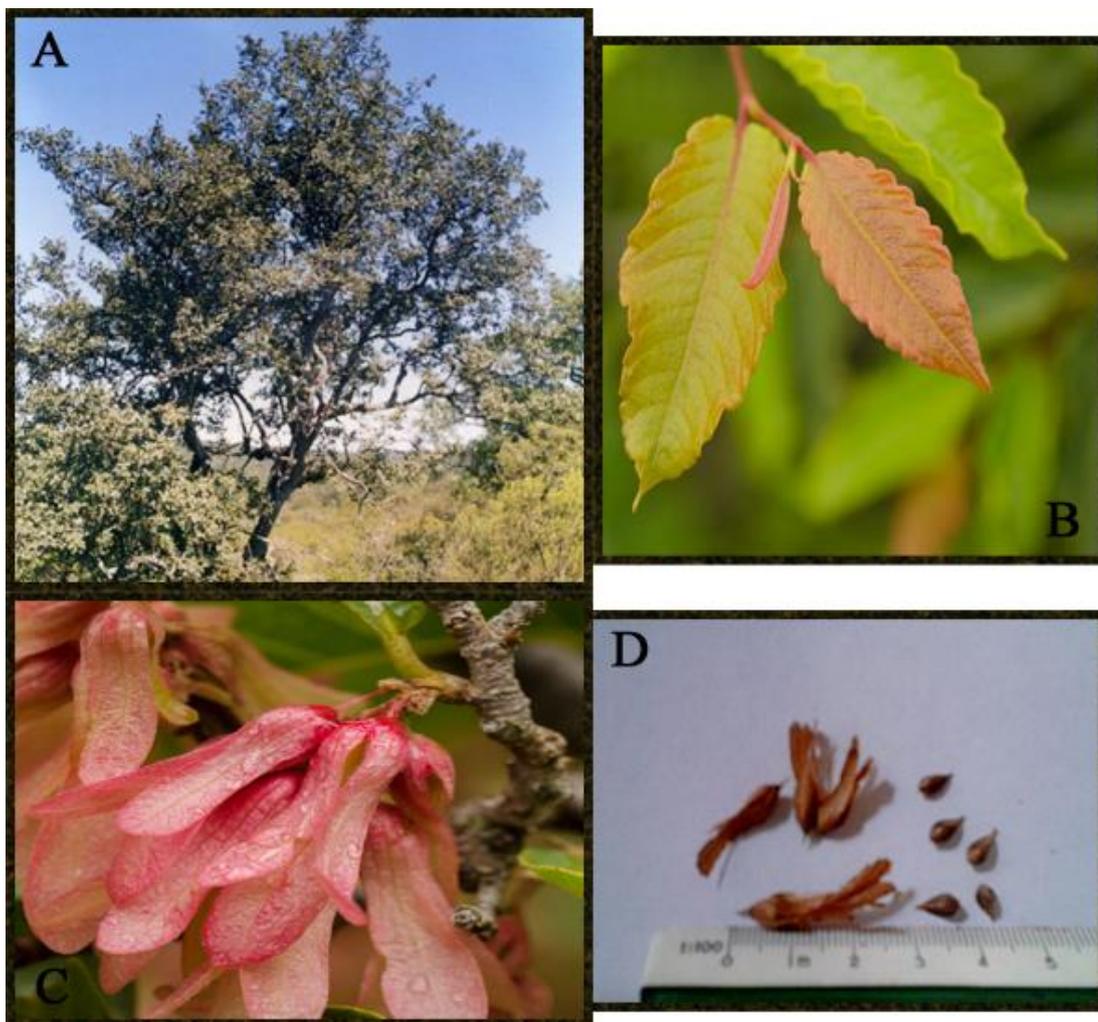


Foto 2: “Molle de beber” (*Lithraea molleoides*). Porte del árbol (A) (Tierra Nativa, 2015 b), hojas (B) (Ingleby, 2015), racimo de flores (C) (Flora de Córdoba, 2015), frutos en planta (D) (Flora de Córdoba, 2015), frutos (E).

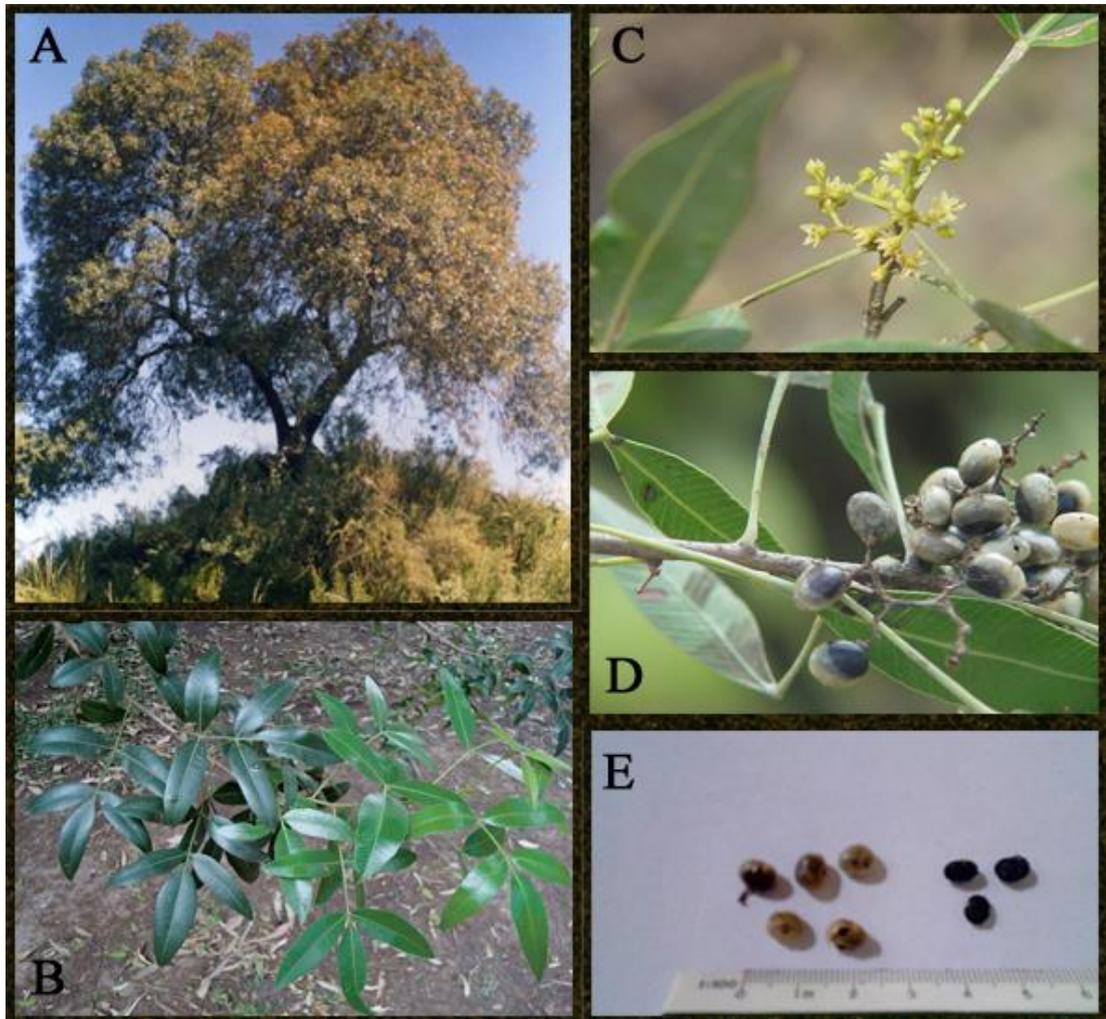


Foto 3: “Orco quebracho” (*Schinopsis marginata*). Porte del árbol (A) (Ecosistemas Argentinos, 2015), detalle de tronco enlazado (B) (Churqui, 2015 b), hojas jóvenes (C) (Churqui, 2015 b) y frutos (D).

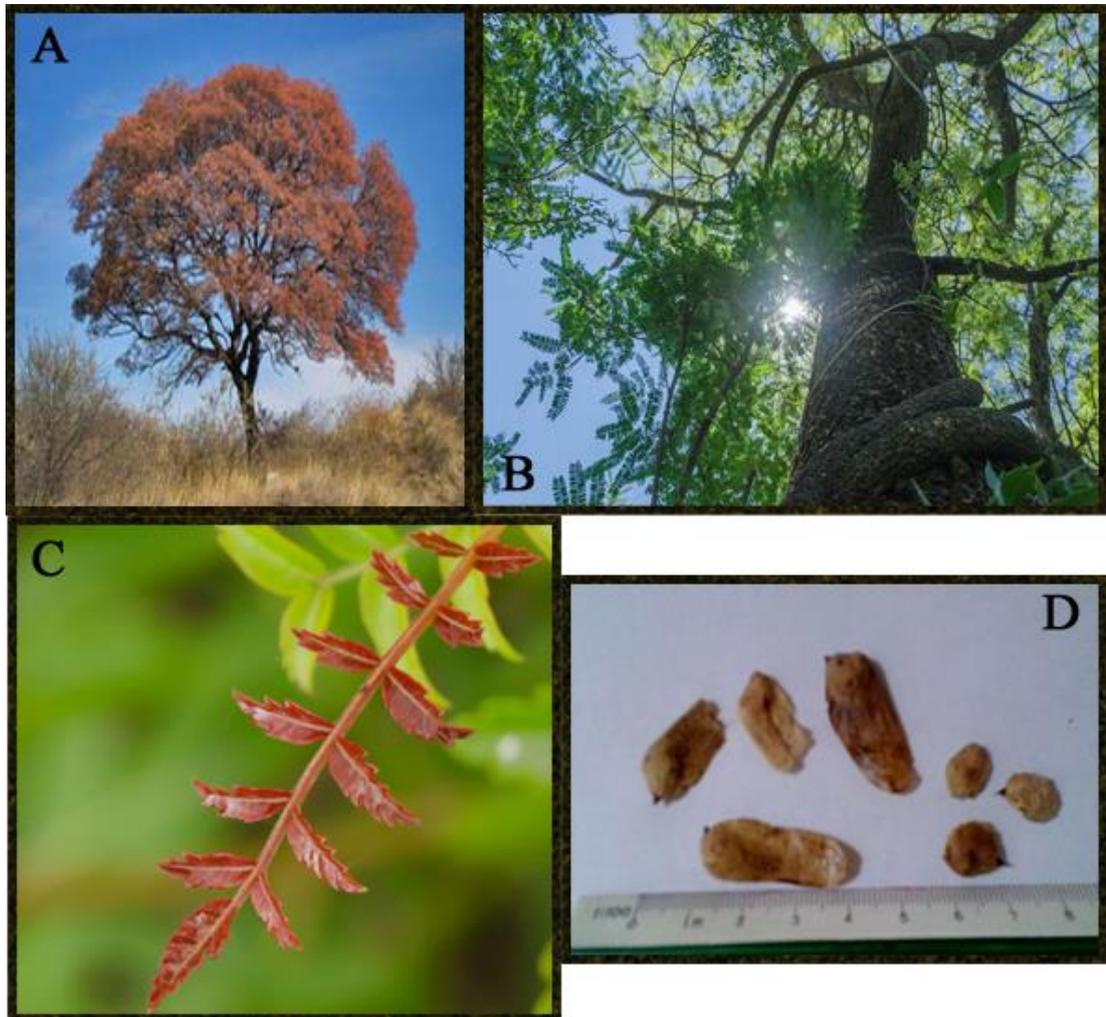


Foto 4: Plántulas normales de “Manzano del campo” (A), “Molle de beber” (B) y “Orco quebracho” (C).

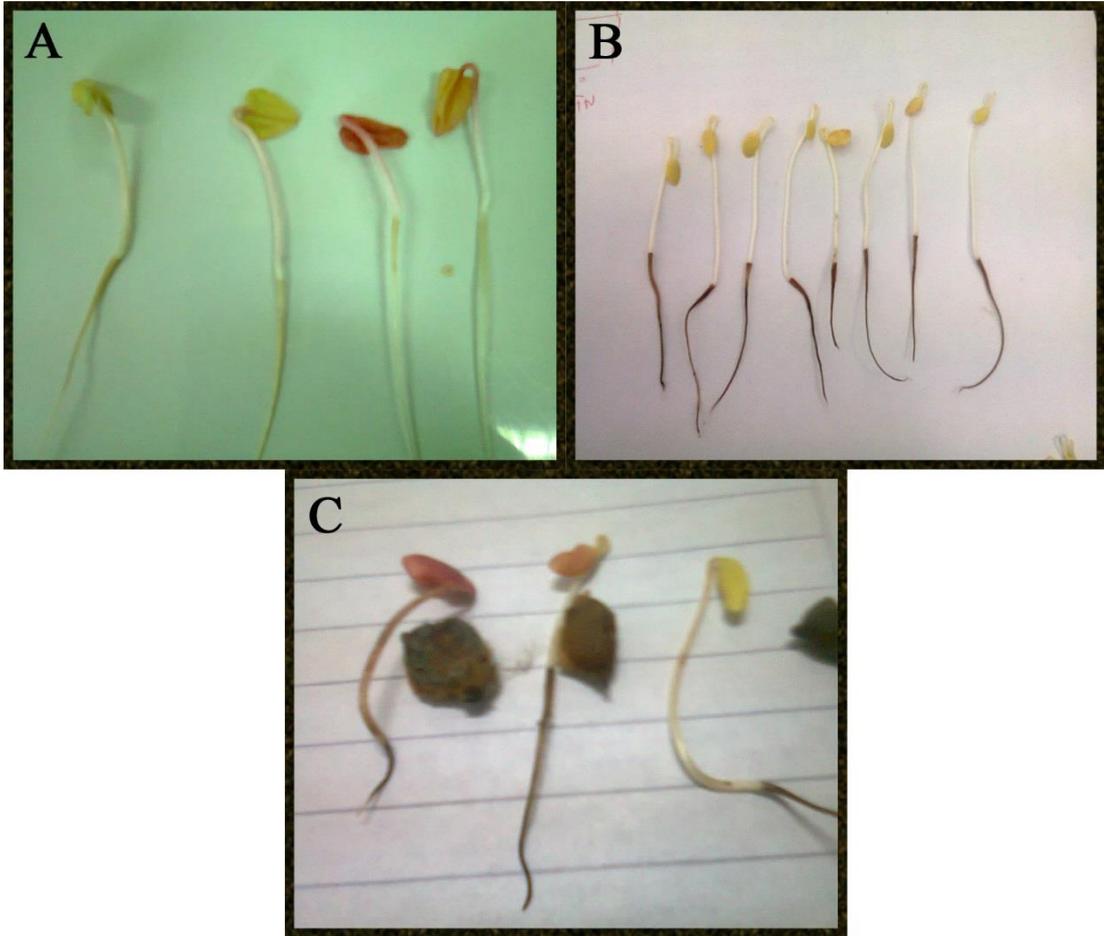


Foto 5: Plántulas anormales de “Manzano del campo” (A), “Molle de beber” (B) y “Orco quebracho” (C).

