

Calidad de semillas de especies nativas del bosque andino patagónico de la provincia de Chubut y su importancia para la producción de plantines

Urretavizcaya, María Florencia^{1,2,4}; Liliana Contardi^{1,3}; María Florencia Oyharçabal¹; Mariela Pasquini^{1,3}

¹Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP) Ruta 259 Km 16,24, CC 14, Esquel (9200) Chubut Argentina; ²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); ³Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Ruta 259 Km 16,24, CC 14, Esquel (9200) Chubut Argentina; ⁴mfurretavizcaya@ciefap.org.ar

Urretavizcaya, María Florencia; Liliana Contardi; María Florencia Oyharçabal; Mariela Pasquini (2016) Calidad de semillas de especies nativas del bosque andino patagónico de la provincia de Chubut y su importancia para la producción de plantines. Rev. Fac. Agron. Vol 115 (1): 9-18

El potencial de una semilla para desarrollar una plántula es conocido como calidad de la semilla y es estimada analizando sus características físicas y biológicas. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la calidad de semillas de especies nativas recolectadas por el programa de cosecha de la provincia del Chubut. Se utilizó para ello la metodología indicada por las Reglas Internacionales de Análisis de Semillas. Se analizaron 33 lotes de semillas de 12 especies de las familias *Cupresaceae*, *Nothofagaceae*, *Celastraceae*, *Proteaceae* y *Anacardiaceae*. El valor promedio de la capacidad germinativa para cada familia fue de 51, 7, 8, 64 y 63 %, respectivamente. Los resultados se ubican en los rangos de valores publicados principalmente en Chile. Si bien las especies analizadas presentan potencialidad para programas de restauración y producción, la periodicidad en la semillazón y la calidad de las semillas podrían condicionar su desarrollo. Entre las especies más importantes, el ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Ser. et Bizzarri), presenta de buena a muy buena calidad de sus semillas. No sucede lo mismo con los *Nothofagus*, especialmente con la lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser) que presenta temporadas sin producción de semillas o con producción de baja a nula calidad. Es recomendable entonces incrementar la recolección considerando diversas áreas geográficas y aprovechando años de buena semillazón. Es necesario además avanzar en el conocimiento y la elaboración de protocolos de conservación de las semillas de cada especie para consolidar la viverización y el establecimiento de las especies nativas.

Palabras clave: Bosques Templados, Patagonia, análisis de semillas, análisis ISTA, viabilidad, capacidad germinativa

Urretavizcaya, María Florencia; Liliana Contardi; María Florencia Oyharçabal; Mariela Pasquini (2016) Seed quality of native species of Patagonian forests of the province of Chubut and its importance for seedlings' production. Rev. Fac. Agron. Vol 115 (1): 9-18

The potential for a seed to develop a seedling is known as seed quality, and is estimated by analyzing its physical and biological characteristics. The aim of this study was to characterize the quality of seeds of native species collected by the Harvest Seeds Program of Chubut Province in Patagonia, Argentina. The methodology used followed the International Rules of the Seed Testing Association. Thirty three seed lots of 12 species each, belonging the *Cupresaceae*, *Nothofagaceae*, *Anacardiaceae*, *Celastraceae*, and *Proteaceae* families, were analyzed. The germination average was 51, 7, 8, 64 and 63%, for each family, respectively. The results coincide with the range of values published for the same species in Chile. The species analyzed have potential for restoration and production programs; however, the periodicity of seed production and seed quality could condition their development. Among the most important species, cypress (*Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Ser. Et Bizzarri) presents seeds from good to very good quality. The *Nothofagus* species, by contrast, and especially lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. Et Endl.) Krasser), presents years without seed production or of low quality. In order to increase seed stocks, it is advisable to increase the collection areas, taking also advantage of high seed production years. It is also necessary to advance in the knowledge of rules and protocols for conservation of seeds of each species to consolidate production and further native species establishment.

Key words: Temperate forests, Patagonia, seed analysis, ISTA analysis, viability, germination capacity

Recibido: 16/09/2014

Aceptado: 09/12/2015

Disponibile on line: 1/07/2016

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUCCIÓN

La semilla es para la mayoría de los árboles y otras especies leñosas el principal medio para la perpetuación de una generación a la siguiente. La vida de la semilla comprende una compleja serie de eventos biológicos que comienzan con la iniciación de la flor y concluyen con la germinación de la semilla madura (Krugman et al., 1974). La producción de semillas de árboles se caracteriza por presentar patrones interanuales que pueden incluir sincronía espacial, periodicidad y alta variabilidad entre individuos dentro de una población (Allen et al., 2012). En muchas especies de zonas templadas la periodicidad de semillazón es una limitante para la recolección de semillas si se pretende desarrollar un programa de producción de plantas. Como el período que transcurre entre dos años de buena producción no siempre es regular, diversos autores recomiendan que cuando una especie produzca semillas en abundancia, se recolecte la cantidad necesaria para atender las necesidades de siembra de por lo menos tres años (Willan, 1991).

El potencial de una semilla para desarrollar una plántula es conocido como calidad de la semilla y es usualmente estimada usando distintos análisis. A través de estos análisis se miden las características físicas y biológicas de un lote de semillas, lo que permite evaluar su calidad (Bonner, 1974). Un programa de forestación y/o restauración exitoso depende de la disponibilidad continua de plantines. Estos deben cumplir, asimismo, con condiciones mínimas de calidad entendida ésta como el conjunto de atributos que permitan garantizar su capacidad para establecerse y crecer exitosamente en el terreno. Este proceso comienza con una adecuada colecta y posterior almacenamiento de semillas. Sin embargo, tanto la cantidad como la calidad de las cosechas de semilla pueden verse considerablemente afectadas por factores externos, tanto climáticos como biológicos. Desde el momento de la iniciación del brote floral hasta que los frutos o conos están maduros, las flores y las semillas en desarrollo están sometidos a las adversidades causadas por el clima local (Krugman et al., 1974). En regiones templadas las heladas de finales de primavera y las temperaturas anormalmente elevadas, así como las sequías, pueden tener un efecto negativo sobre la producción y calidad de las semillas. Aun cuando no se produzca la muerte o caída prematura de frutos, es posible que posteriormente aborte una parte de las semillas (Willan, 1991). Los fuertes vientos también pueden destruir flores y frutos en cualquier momento durante la estación de crecimiento.

El conocimiento sobre la producción y calidad de semillas de las especies nativas de los bosques andino patagónicos de Argentina es acotado. Los antecedentes publicados sobre semillas corresponden a las especies de mayor distribución como ciprés de la cordillera, lenga y ñire, así como a otras de relevancia forestal como raulí y roble pellín. Estos trabajos se refieren principalmente a aspectos ecológicos del banco de semillas (Damascos et al., 1999; Raffaele & Gobbi, 1996; Urretavizcaya & Defossé, 2004; Varela et al., 2006) y del proceso de regeneración (Bahamonde et al., 2011; Martínez Pastur et al., 2008; Rusch, 1989), a aspectos de variación geográfica y genética

(Breitembücher & Gallo, 1995; Marchelli & Gallo, 1999; Mondino et al., 2013; Pastorino & Gallo, 2000, 2009), y a la producción y dispersión (Cellini, 2010) de semillas. Son escasos, sin embargo, los trabajos específicos sobre calidad de semillas bajo normas estandarizadas (Contardi, 1995), como así también sobre los factores que pueden afectar su formación. Si bien existe mayor cantidad de antecedentes de las especies que también crecen en Chile (Donoso Zegers et al., 2006a) las diferencias en las condiciones ambientales, no permiten la extrapolación directa de la información.

En Argentina, la reglamentación de la Ley Nacional N° 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, así como la Ley 25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados, promocionan la plantación de especies nativas de la región. La primera, a través de los planes de manejo sostenible y de conservación para recuperar el potencial productivo o de conservación en la modalidad de enriquecimiento y restauración. La segunda, a su vez, mediante los planes de enriquecimiento. Para alcanzar las metas de plantación propuestas para estas operatorias es necesario contar con información técnica para promover las pautas que garanticen el éxito de la política de apoyo. Debe asegurarse no solamente la concreción de las diversas prácticas a implementarse, sino también el mantenimiento o incremento de las funciones y servicios del bosque nativo (SAyDS et al., 2012). En la Patagonia Argentina, desde hace ya cierto tiempo, las actividades de restauración ecológica así como el uso de especies nativas con fines productivos han ido paulatinamente en aumento. Es recomendado para el desarrollo de estos programas, que el material de propagación a utilizar sea de origen conocido y de procedencia local (Bischoff et al., 2010; Bozzano et al., 2014; Pastorino & Gallo, 2009).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la calidad de las semillas de especies arbóreas nativas de los bosques templados de la Patagonia Argentina y aportar conocimientos sobre las mismas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Se analizaron 33 lotes de semillas correspondientes a 12 especies. El número de lotes por especie fue heterogéneo (Tabla 1). Todos los lotes de semilla se cosecharon en la provincia del Chubut, salvo uno de coihue, y los de roble pellín y raulí que se cosecharon en la provincia de Neuquén. La cosecha en Chubut fue realizada durante los años 2006 y 2007 por personal interviniente en el "Programa de cosecha de semillas de árboles y arbustos del bosque nativo de la provincia del Chubut", así como en el Programa de Desarrollo Rural "Utilización y aprovechamiento de productos forestales para el desarrollo social". La distribución geográfica de los sitios de cosecha abarcó gran parte de la provincia entre los paralelos 42° 02' y 43° 49' LS y los meridianos 71° 36' y 71° 27' LO (Figura 1). Los lotes de Neuquén provinieron de un vivero ubicado en Junín de los Andes y fueron cosechados en el año 2006 en una reserva ubicada a los 40° 7' LS y 71° 31' LO, aproximadamente. Los métodos de cosecha de las semillas variaron según la especie. En ciprés, radial y maitén se realizó con

tijeras de poda de altura montadas en pértigas. Para lenga y coihue se colocaron redes de malla media sombra debajo de árboles semilleros, donde se colectó la semilla dispersada (Figura 2). En otras especies, como ñire y notro, directamente se agitaron las ramas sobre liencillos. Las áreas de cosecha comprendieron Reservas Provinciales, Nacionales y predios de particulares. En los dos años, el período de cosecha se extendió desde febrero hasta abril. El material obtenido en el campo se dejó orear en lonas extendidas en ambiente seco y bajo techo, según las recomendaciones de Willan et al. (1991). Posteriormente se realizó la limpieza de los lotes en forma manual, separando las semillas de otros materiales, como ramitas, hojas y/o frutos por medio de zarandas de malla metálica de diferente tamaño. Dependiendo de la especie, esta tarea demandó de 1 a 2 meses. Cada lote fue identificado por especie, ubicación geográfica, altitud y fecha de recolección, conservándose en heladera hasta el inicio de los análisis.

Método

La metodología utilizada para la realización de los ensayos de análisis de calidad de las semillas fue, en general, la indicada en las Reglas Internacionales de Análisis de Semillas elaboradas por la Internacional Seed Testing Association (ISTA, 2003). Cabe mencionar que, con excepción del roble pellín, las especies analizadas no figuran en los protocolos de ISTA. Por lo cual, para llevar a cabo los análisis se adoptó la metodología empleada por Oyharçabal (2011) y las recomendaciones del Laboratorio de Análisis de Semillas UNPSJB - CIEFAP (LAS). Los análisis se

iniciaron en junio del mismo año de la cosecha de los lotes (2006 y 2007 respectivamente) y fueron: *Pureza*

Se utilizó el método de división manual (ISTA, 2003). El peso de la muestra fue de 25 g para todas las especies con excepción del coihue y el alerce que fue de 10 g. Estos pesos de muestra se definieron considerando antecedentes de análisis realizados en el LAS. Cada lote, previamente bien mezclado, se dividió en cuatro fracciones y luego en ocho, para posteriormente tomar y mezclar porciones alternas hasta obtener el peso requerido. A posteriori se separaron con espátula plástica las semillas enteras, que constituyeron la fracción de semillas puras, de la materia inerte como restos de ramitas, frutos, hojas y fragmentos de semillas. Según ISTA (2003) la semilla pura es la fracción de semillas enteras, libre de impurezas. Se pesaron las distintas fracciones con balanza electrónica de 0,01 g de precisión. El porcentaje de pureza (P %) se calculó con la siguiente fórmula: $P = (\text{Peso de semilla pura} / \text{peso de semillas con impurezas}) * 100$.

Contenido de humedad

El contenido de humedad determina la actividad fisiológica y bioquímica de las semillas y es importante para su almacenamiento por lo que determinar su contenido es vital para su manejo posterior (Poulsen, 1999). La determinación de la humedad se llevó a cabo mediante el Método de Estufa a temperatura constante a 103 ± 2 °C, durante $17 + 1$ hora (ISTA, 2003). De cada lote se acondicionaron dos muestras de semilla pura, de 4 g cada una, en cajas de petri de vidrio con tapa y se llevaron a estufa. Transcurrido el tiempo establecido se retiraron de la estufa, se estabilizaron durante unos minutos en un desecador y se pesaron.

Tabla 1. Detalle de especies y cantidad de lotes de semillas analizados.

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Nº Lotes
<i>Cupresaceae</i>	<i>Fitzroya cupressoides</i> (Molina) I.M. Johnst	Alerce	1
	<i>Austrocedrus chilensis</i> (D. Don) Pic. Ser. et Bizzarri	Ciprés de la cordillera	10
	<i>Pilgerodendron uviferum</i> (D. Don) Florin.	Ciprés de las Guaitecas	1
<i>Nothofagaceae</i>	<i>Nothofagus dombeyi</i> (Mirb.) Oerst.	Coihue	4
	<i>Nothofagus pumilio</i> (Poepp. et Endl.) Krasser	Lenga	5
	<i>Nothofagus antartica</i> (G. Forst.) Oerst.	Ñire	1
	<i>Nothofagus nervosa</i> (Phil.) Dim. et Mil.	Raulí	1
	<i>Nothofagus obliqua</i> (Mirb.) Oerst.	Roble pellín	1
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Schinus patagonicus</i> (Phil.) Johnst.	Laura	2
<i>Celastraceae</i>	<i>Maytenus boaria</i> Molina	Maitén	3
<i>Proteaceae</i>	<i>Embothrium coccineum</i> J. R. Forst. et G. Forst	Notro	2
	<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels ex J.F. MacBride	Radal	2

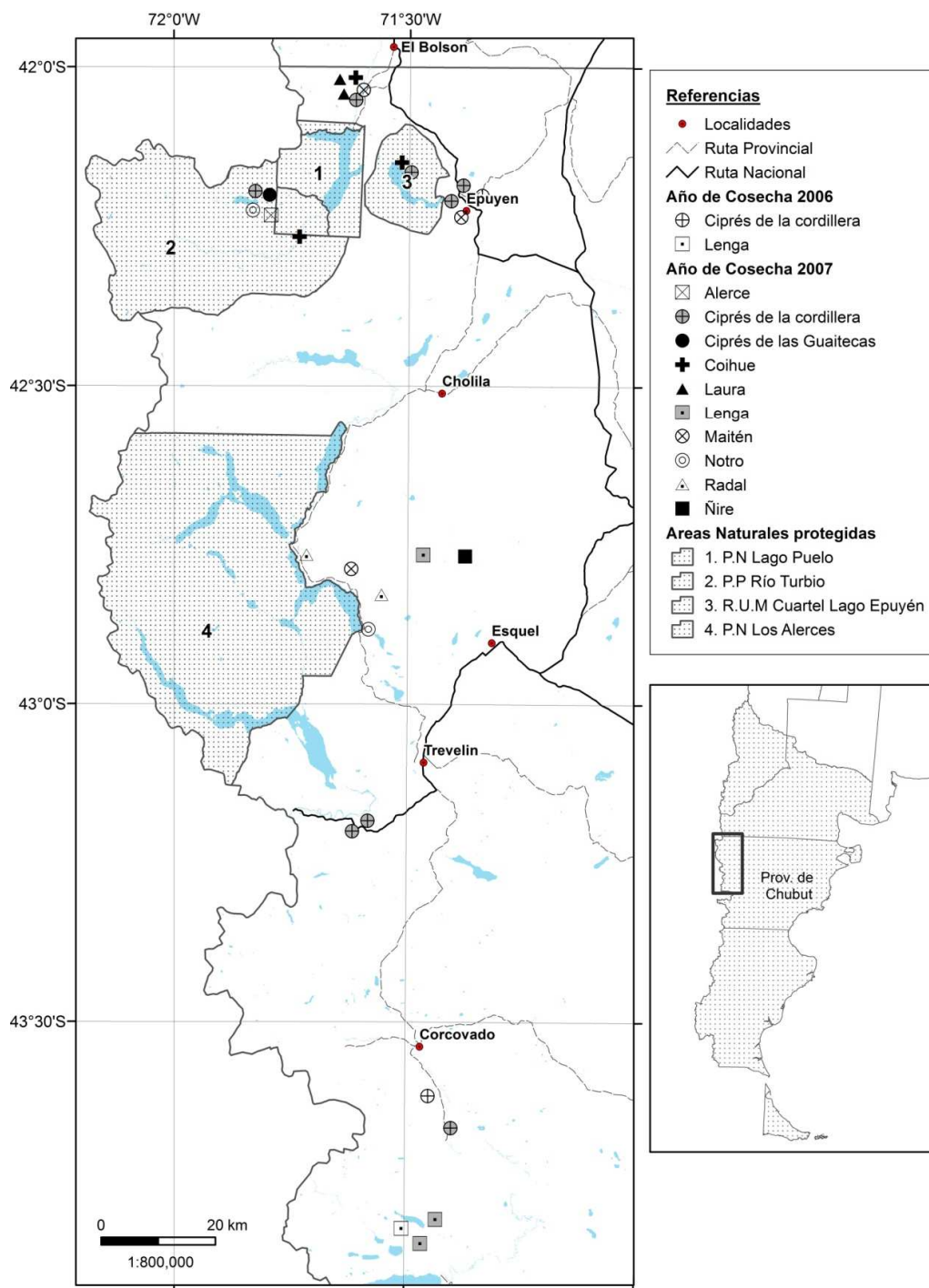


Figura 1. Ubicación de los sitios de cosecha identificados por año y especie. En leyenda PN, PP, y RUM corresponde a Parque Nacional, Parque Provincial y Reserva de Usos Múltiples, respectivamente.



Figura 2. Red de cosecha en bosque de lenga

En los lotes de roble pellín, raulí y coihue de procedencia Neuquén no se realizó este análisis dado que los mismos eran reducidos. El contenido de humedad (CH %) se calculó con la siguiente fórmula: $CH (\%) = (\text{Peso húmedo de la muestra} - \text{Peso seco de la muestra}) / \text{Peso seco de la muestra} * 100$.

Peso de 1000 semillas

A partir de la muestra de semilla pura se contaron 8 repeticiones de 100 semillas y se pesaron en balanza analítica con una precisión de 0,0001 g. Se calculó el promedio y se lo multiplicó por 10 obteniendo el peso de 1000 semillas. Se determinó el coeficiente de variabilidad y la cantidad de semillas por kilogramo se obtuvo al realizar el cálculo en base al peso de 1000 semillas.

Viabilidad

Este análisis se realizó mediante el ensayo de corte. Se tomaron al azar 200 semillas de cada lote y se sumergieron en agua durante 24 horas. Posteriormente se seccionaron longitudinalmente con bisturí, clasificándolas como semillas viables o no viables. Se clasificaron como viables las semillas con el endosperma de color normal y el embrión bien desarrollado, y como no viables las semillas con embrión y/o endosperma lechoso, poco firme, mohoso, podrido, o sin embrión (Bonner, 1974). El resultado se expresó en porcentaje. Dado el pequeño tamaño de las semillas de alerce, coihue, ñire y radial, sus lotes no fueron analizados mediante esta prueba.

Porcentaje de germinación o capacidad germinativa

Para determinarlo se sembraron cuatro repeticiones de 100 semillas por especie. Como tratamiento pre-germinativo se utilizó la estratificación frío-húmeda para todas las especies en estudio. Las semillas se hidrataron entre 24 y 48 horas, posteriormente se escurrieron, se colocaron en bolsas de polietileno de 30 micrones de grosor y se mantuvieron en heladera a 3-5 °C. El tiempo de estratificación para cada especie se cumplió teniendo en cuenta las recomendaciones de Contardi (1995); Donoso Zegers (2006), y las experiencias del propio LAS, y varió de 60 a 90 días. La siembra se realizó en bandejas plásticas, sobre un sustrato de arena volcánica esterilizada. Cada bandeja se regó con 250 cc de agua y se protegió con una bolsa

de polietileno, de 30 micrones de grosor, para evitar la desecación. Las semillas de maitén se sembraron sin arilo; en la procedencia Epuyén, éste se removió al momento de la cosecha y limpieza, en cambio en los otros dos lotes se removió antes de iniciar la estratificación. Las bandejas se colocaron en cámara de germinación Hoffman programada con 8 horas de luz a 25 °C y 16 horas de oscuridad a 20 °C, durante 28 días. Cada 7 días se registró la cantidad de plántulas emergidas. A los 28 días las semillas no germinadas se evaluaron por ensayo de corte y se clasificaron en frescas (buen estado del endosperma y embrión), vanas (vacías) y muertas (endosperma y embrión oscuros, en mal estado) (Figura 3). El número de plántulas normales más el de semillas frescas, transformado en porcentaje, se expresó como el poder germinativo (PG). Se asumió que las semillas frescas darían plantas normales si el ensayo se prolongara por más tiempo, o se empleara mayor tiempo de estratificación.

Análisis de Resultados

En todos los casos los resultados de los ensayos se dieron por aceptados si se ajustaron a las tolerancias impuestas en las reglas ISTA. Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva. Para los casos particulares de las semillas de ciprés de la cordillera y de lenga, de las cuales se analizaron 10 y 5 lotes respectivamente, se analizó la correlación lineal entre el peso de mil semillas y el número de semillas por kilo con la viabilidad y el porcentaje de germinación. Este análisis se realizó con el programa InfoStat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis se muestran en la Tabla 2 y se discuten según las familias *Cupresaceae*, *Nothofagaceae* y el grupo *Anacardiaceae*, *Celastraceae* y *Proteaceae*.

Cupresaceas

La calidad de semillas de ciprés de la cordillera se ubica dentro de los rangos presentados para la especie en Contardi (1995) y Donoso Zegers et al. (2006a). La pureza promedio de los lotes fue levemente superior al 50 %. Este valor relativamente bajo se debió a la dificultad que se encontró para separar adecuadamente las hojas secas de las semillas maduras, por no contar con un equipamiento adecuado. Este valor se podría mejorar realizando la separación de ramitas y hojas verdes en los días siguientes a la cosecha, evitando que se sequen y se mezclen con las semillas maduras. El valor de la pureza toma importancia al momento de planificar la siembra en vivero, ya que permite estimar el rendimiento en plantas y la densidad apropiada de siembra (Poulsen, 1999). En cuanto al contenido de humedad, el mismo fue de 8,3 %.

El peso promedio de 1000 semillas de ciprés de la cordillera se encuentra dentro del rango de variación presentado por Pastorino & Gallo (2000). Estos autores analizaron 11 procedencias de Argentina, desde los 40° 36' hasta los 42° 02' de latitud sur, al norte del área de este trabajo, y obtuvieron un valor medio de peso de 1000 semillas sanas y llenas de 3,94 g. El número

promedio de semillas por kilogramo fue cercano a 270 mil con un coeficiente de variación entre los lotes de 4,5 %.

En esta especie el peso de mil semillas se correlacionó positivamente ($p < 0,05$) con la viabilidad y el porcentaje de germinación (Figura 4). Por otra parte, la correlación entre la cantidad de semillas por kg y la viabilidad, así como con el PG fue negativa ($p < 0,05$) (Figura 4). La correlación entre estas variables da una pauta de la calidad del lote y vincula semillas pesadas a la presencia de embrión, semillas llenas y sin daños causados por agentes biológicos. La viabilidad y el PG se correlacionaron positivamente entre sí.

En el año 2006 la producción de semillas de ciprés de la cordillera en el noroeste de la provincia de Chubut fue muy baja, determinándose una menor calidad. Como referencia se puede mencionar el lote de procedencia Epuyén, el cual presentó el menor peso de 1000 semillas así como la menor viabilidad y porcentaje de germinación de todos los analizados. Asimismo, se observó un alto porcentaje de semillas dañadas, con signo similar al que producen los microlepidópteros

que parasitan las semillas de ciprés durante su formación, los cuales comen parcial o totalmente el gametofito femenino (Gomez & Klasmerr, 1997). En cambio en 2007, se registró una buena producción de semillas y en ese año la procedencia que presentó mejor calidad fue El Turbio, donde se obtuvieron los valores máximos de peso de 1000 semillas, de viabilidad y de poder germinativo.

En ciprés de las guaitecas y alerce, los lotes fueron de alto nivel de pureza debido a que la reducida cantidad cosechada permitió realizar una limpieza manual muy minuciosa. El contenido de humedad post-cosecha en ambas especies fue levemente superior al del ciprés de la cordillera. El peso de mil semillas y el número de semillas por kilogramo fueron similares a los valores promedio presentados en Lara et al. (2006) y Donoso Zegers et al. (2006b), no encontrándose antecedentes para sitios de Argentina. Las semillas de alerce son muy livianas y un kilogramo puede contener más de 900 mil semillas. La viabilidad y el porcentaje de germinación del ciprés de las guaitecas así como la germinación del alerce, fueron levemente superiores

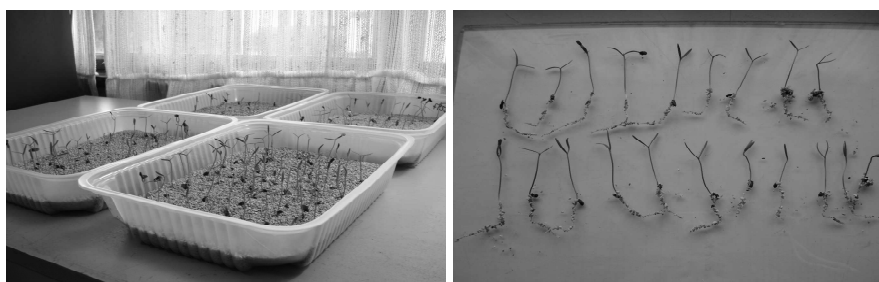


Figura 3. Ensayo de germinación de ciprés de la cordillera (izquierda) y plántulas evaluadas (derecha) a los 28 días de la siembra

Tabla 2. Calidad de los lotes de semillas analizadas. En las especies con más de un lote se presentan los valores promedios \pm el error estándar.

Especie	n	Pureza (%)	Cont. Humedad (%)	Peso 1000 sem (g)	N° Semillas/kg	Viabilidad (%)	Porcentaje Germinación (%)
Ciprés de la cordillera	10	52 \pm 8	8,3 \pm 0,7	3,8 \pm 0,2	269160 \pm 12200	63,6	57,2
Alerce	1	100	11	1,1	916100	sd	26,0
Ciprés de las guaitecas	1	100	9	1,7	566100	76,0	79,0
Lenga	5	99	10,9 \pm 1,1	16,4 \pm 2,5	64370 \pm 11500	25,2	18,2
Raulí	1	100	sd	8,3	119900	12,0	6,0
Roble pellín	2	75 \pm 25	sd	6,0 \pm 0,0	164800 \pm 2300	0	0,2
Coihue	4	69 \pm 11	11,2 \pm 0,2	1,8 \pm 0,1	554100 \pm 16600	sd	1,5
Ñire	1	39	10,0	1,5	652600	sd	7,0
Laura	2	98	13,0 \pm 1,0	31,1 \pm 2,1	32000 \pm 2000	sd	8,5
Maitén	3	93	6,0 \pm 0,6	17,2 \pm 1,2	58670 \pm 4100	79,3	64,3
Notro	2	72	11,5 \pm 0,5	11,9 \pm 0,3	83500 \pm 2500	70,0	67,0
Radal	2	54	14,0 \pm 0,1	3,7 \pm 0,5	272500 \pm 39500	sd	60,0

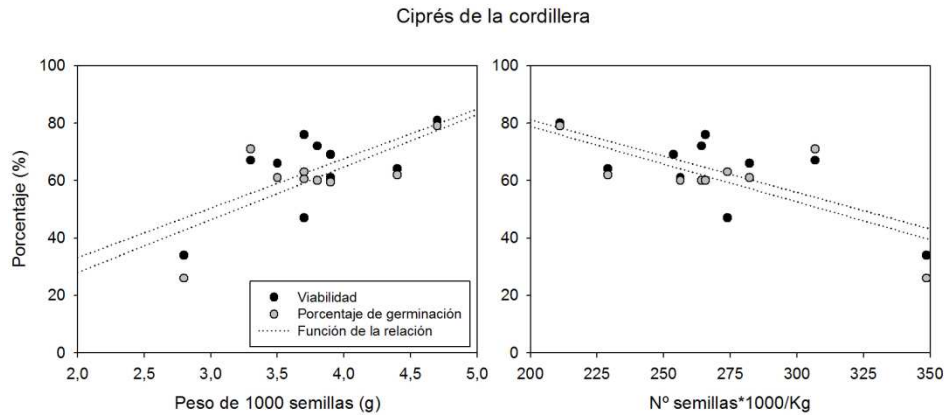


Figura 4. Variación del porcentaje de viabilidad y germinación en función del peso de mil semillas (izquierda) y del número de semillas por kilo en ciprés de la cordillera (derecha), para los 10 lotes. Las líneas corresponden a la relación ($p < 0,05$) entre las variables.

respecto a lo informado por los autores mencionados para estas especies cosechadas en Chile. Donoso Zegers et al. (1993) luego de cuatro años seguidos de estudio reportaron que la viabilidad de las semillas de alerce, estimada a través de la prueba de corte, varió de 0 a 12,5 %. En ese estudio el año en que las semillas presentaron menor viabilidad coincidió con el periodo de menor producción y comprobaron también una alta variación de la calidad a nivel de árboles individuales.

Nothofagaceas

En este grupo de especies, las semillas de ñire y de coihue que son las de menor tamaño, presentaron menor pureza. Esto se explica por la similitud entre el tamaño de las semillas y las impurezas que dificulta la limpieza manual.

Las semillas de lenga son las más grandes y pesadas de las 5 especies consideradas. El peso promedio de mil semillas resultó superior al registrado por Mondino et al. (2013). Estos autores obtuvieron un valor de 13,6 g al analizar 14 poblaciones, algunas de las cuales están cercanas a los sitios de cosecha de este trabajo. Los cinco lotes de lenga analizados incluyeron dos procedencias (Huemules y Lago Guacho) y dos años de cosecha (2006 y 2007). Al igual que en el ciprés de la cordillera, se halló una correlación positiva ($p < 0,05$) entre el peso de 1000 semillas y la viabilidad y el PG (Figura 5). Asimismo, la correlación entre la cantidad de semillas por kg y la viabilidad, así como con el PG fue negativa ($p < 0,05$) (Figura 5). Se destacó el lote de Lago Guacho, cosecha 2006, que presentó 50 % de viabilidad y 46 % de germinación, representando valores altos para la especie. En general los valores que se encuentran en la literatura suelen ser más bajos (Rusch, 1989), si bien se han reportado valores de viabilidad de 63 % en Tierra del Fuego utilizando la prueba de tinción del tetrazolium (Martínez Pastur et al., 2008).

El número de semillas por kilo de roble pellín y raulí los ubica en una posición intermedia respecto a los otros *Nothofagus* que crecen en Argentina. Los valores determinados en este trabajo están en los rangos definidos para las especies (Azpilicueta et al., 2010; Marchelli & Gallo, 1999). Ambas especies presentaron bajos valores de viabilidad y de PG. Es común que las mismas produzcan, en algunos años en las poblaciones de Argentina, una alta proporción de semillas vanas mostrando gran variación en la capacidad germinativa, tanto entre poblaciones como entre individuos (Azpilicueta et al., 2010; Marchelli & Gallo, 1999). Coihue y ñire presentan semillas más pequeñas y por lo tanto un mayor número de semillas por kilo que las especies de *Nothofagus* mencionadas anteriormente. En las muestras de coihue el promedio de semillas por kilo fue comparable a datos reportados por Donoso et al. (1991) para la X Región de Chile, donde fluctuó entre 500 y 700 mil semillas por kg. En ñire, por su parte, el número de semillas por kilo se ubicó en el amplio rango de 500.000 hasta 1.000.000 encontrado por Premoli (1991). El PG en coihue fue muy reducido debido a la presencia de semillas vanas en el lote. Este resultado está por debajo de los valores de capacidad germinativa en laboratorio, de entre 8% y 35%, indicado por Donoso et al. (2006c). El PG obtenido para el ñire se ubica en el rango de valores hallado por otros autores que estudiaron esta especie en Argentina. Premoli (1991) determinó un promedio de PG del 5% analizando 8 procedencias de las cuales se destacó una con un valor del 18,4 %. En ese trabajo se constató que la baja germinación se debía a la falta de embriones viables y en algunas procedencias al alto porcentaje de semillas atacadas por insectos. Bahamonde et al. (2011) al estudiar la calidad de semillas en relación con la regeneración en tres sitios durante 5 años, encontraron que la germinación promedio no fue mayor al 10 %, salvo en un año de máxima semillazón donde registraron 43 % para un sitio.

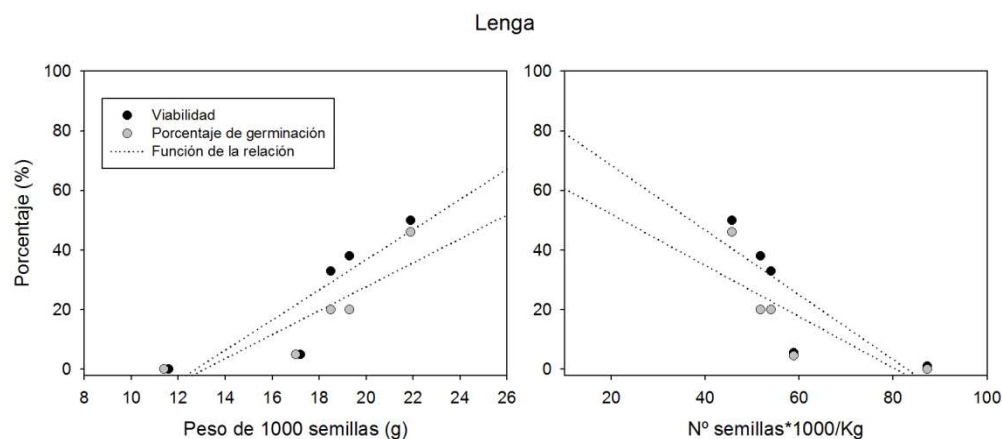


Figura 5. Variación del porcentaje de viabilidad y germinación en función del peso de mil semillas (izquierda) y del número de semillas por kilo en lenga (derecha), para los cinco lotes. Las líneas corresponden a la relación ($p < 0,05$) entre las variables.

Las especies de *Nothofagus* analizadas tienen periodicidad en la producción de semillas, como sucede con otras especies del mismo género de Nueva Zelanda (Allen et al., 2012; Richardson et al., 2005) y de Australia (Read & Brown, 1996). La naturaleza esporádica de la producción de semillas, además de condicionar la obtención de semillas para un programa de producción de plantas en vivero y posterior implantación en el terreno, tendría un efecto perjudicial en la colonización de sitios que han sido disturbados durante los períodos que no fructifican.

Anacardiaceas, Celastraceas y Proteaceas

La laura presentó las semillas más pesadas dentro del grupo de estas especies, con sólo 32.000 por kg. El bajo valor de PG determinado podría deberse a la presencia de un alto porcentaje de las semillas perforadas por insectos en ambos lotes analizados. El número de semillas/kg de maitén y notro están en los rangos mencionados para Chile, en cambio para el radial, el valor determinado fue más elevado, indicando además que eran semillas más pequeñas (Donoso Zegers & Cabello, 1978).

El maitén registró altos valores de viabilidad (79,3 %) para los tres lotes, mientras que el PG (64,3 %), si bien fue elevado, mostró una alta variabilidad (CV 26,2 %) entre lotes. Esto se debió al bajo PG que presentó el lote al cual se le extrajo el arilo al momento de la cosecha. Considerando este resultado, sería deseable mantener el arilo de las semillas hasta el momento de la estratificación para mantener la capacidad de germinación.

Los porcentajes de germinación del notro y radial, cercanos al 70 % en las dos especies, son acordes a los que se presentan en otros trabajos (Donoso Zegers & Cortés, 1988; Donoso & Escobar, 2006; Escobar et al., 2006).

CONCLUSIONES

Las especies nativas analizadas en este trabajo presentan potencialidad para programas de

restauración, tanto con objetivos de conservación como de producción. En el caso del ciprés de la cordillera y la mayoría de los *Nothofagus* se cuenta con numerosas experiencias que así lo confirman.

La calidad de semillas y la periodicidad en su producción son aspectos relevantes dado que pueden ser limitantes para la concreción de programas de cultivo. En el caso del ciprés de la cordillera estos aspectos no serían condicionantes dado que, salvo en años de baja producción, la calidad de semillas es de buena a muy buena. Sin embargo, no sucede lo mismo con las especies del género *Nothofagus*, y especialmente con la lenga, donde la periodicidad supera los 4-5 años con temporadas sin semillas o con producción de baja a nula calidad.

Finalmente, sería recomendable incrementar el esfuerzo en la recolección de semillas considerando diversas áreas geográficas y además aprovechar la oportunidad que ofrecen los años de buena semillazón. Asimismo, avanzar en el conocimiento y elaboración de protocolos de conservación de las semillas de cada especie para mantener su calidad, dado que no hay trabajos específicos que evalúen sus condiciones de almacenamiento (temperatura y contenido de humedad) para conservar su viabilidad. Trabajando en esta temática, la viverización y el ritmo de establecimiento de las especies nativas podrían tener continuidad y las metas propuestas tendrían mayor probabilidad de alcanzarse.

Agradecimientos

Deseamos agradecer a todos los que colaboraron y participaron en el desarrollo de ambos proyectos de cosecha: Víctor Mondino, Franco Todone, Mario Guzmán, Eduardo Nuñez, personal técnico y brigadistas de incendios de la Dirección de Bosques y Parques del Chubut, así como a los alumnos de la Universidad Nacional de la Patagonia que participaron en la cosecha y el acondicionamiento. A Patricio Dowbley y Martín Escudero por incentivar la ejecución de ambos proyectos y a la Provincia del Chubut por el financiamiento. Gracias también a Silvia Focarazzo y

Javier del Vas, así como a Fernanda Ríos y Guillermo Defossé por su colaboración para la publicación de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R.B., N.W. Mason, S.J. Richardson & K.H. Platt.** 2012. Synchronicity, periodicity and bimodality in inter-annual tree seed production along an elevation gradient. *Oikos*, 121(3): 367-376.
- Azpilicueta, M.M., S. Varela, A. Martínez & L. Gallo.** 2010. Manual de viverización, cultivo y plantación de Roble Pellín en el norte de la región Andino Patagónica. Bariloche.
- Bahamonde, H.P., L.M. Peri & G. Martínez Pastur.** 2011. Aspectos ecológicos de la regeneración por semillas en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* en Patagonia Sur, Argentina. *Bosque*, 32(1): 20-29.
- Bischoff, A., T. Steinger & H. Müller-Schärer.** 2010. The importance of plant provenance and genotypic diversity of seed material used for ecological restoration. *Restoration Ecology*, 18: 338-348.
- Bonner, F.T.** 1974. Seed Testing. In C. S. Schopmeyer (Ed.), *Seeds of woody plants in the United States* (pp. 136-152). Washinton, D.C.: Forest Service, US Department of Agriculture.
- Bozzano, M., R. Jalonen, E. Thomas, B. David, L. Gallo & S. Cavers.** 2014. Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species. Rome. FAO and Bioversity International.
- Breitembücher, A.M. & L.A. Gallo.** 1995. Variación individual de la capacidad germinativa en raulí In AUSMA-UNC (Ed.), IV Jornadas Forestales Patagónicas I: 181-187. San Martín de los Andes.
- Cellini, J.** 2010. Estructura y regeneración bajo distintas propuestas de manejo de bosques de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser en Tierra del Fuego, Argentina. (PhD), Universidad Nacional de La Plata, La Plata 157pp.
- Contardi, L.** 1995. Morfología, estructura, y calidad de semillas de *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Flor. et Boutl. Esquel: CIEFAP. Retrieved from Publicación Técnica 23.
- Damascos, M.A., L. Ghermandi & A. Ladio.** 1999. Persistence of the Native Species of a Patagonian *Austrocedrus chilensis* forest in Bariloche, Argentina. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 25: 21-35.
- Donoso Zegers, C.** (2006). Las especies arbóreas de los bosques templados de Argentina y Chile. Autoecología. Valdivia-Chile: Marisa Cuneo.
- Donoso Zegers, C. & A. Cabello.** 1978. Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. *Ciencias Forestales*, 1 (2): 31-41.
- Donoso Zegers, C. & M. Cortés.** 1988. Semillas y técnicas de vivero para las especies nativas de los tipos forestales de la Décima Región. Informe de Convenio n°149. Proyecto CONAF Décima Región - UACH, 56 p.
- Donoso Zegers, C., M. Cortes & B. Escobar.** 1993. Efecto del árbol semillero y la época de cosecha de semillas en la capacidad germinativa en vivero de *Fitzroya cupressoides*. *Bosque*, 14 (1): 63-71.
- Donoso Zegers, C., B. Escobar, M. Pastorino, L. Gallo & J. Aguayo.** 2006a. *Austrocedrus chilensis*. In D. C. (Ed.), *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología* ed. Valdivia - Chile: Marisa Cuneo. pp. 54-67.
- Donoso Zegers, C., A. Lara, B. Escobar, A. Premoli, & C. Souto.** 2006b. *Fitzroya cupressoides*. In C. Donoso Z (Ed.), *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología* Valdivia, Chile: Marisa Cuneo. pp. 68-81.
- Donoso, P., C. Donoso, C. Navarro & B. Escobar,** 2006c. *Nothofagus dombeyi*. In C. Donoso Z (Ed.), *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología*, Valdivia, Chile: Marisa Cuneo. pp. 423-432.
- Escobar, B., C. Donoso, C. Souto, M. Alberdi & A. Zuñiga.** 2006. *Embothrium coccineum*. In C. Donoso Z (Ed.), *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología*. Valdivia, Chile: Marisa Cuneo. pp. 233-245.
- Gomez, C. & P. Klasmerr.** 1997. Ciclo biológico de un mocoilepidóptero que ataca los frutos y semillas del ciprés de la cordillera [*Austrocedrus chilensis* (D. Don) Fl. et Boutl.]. *Bosque*, 18: 31-37.
- ISTA (Internacional Seed Testing Association).** 2003. *International Rules for Seed Testing Rules 2003*, Seed Science and Technology, 31.
- Krugman, S.L., W.I. Stein & D.M. Schmitt.** 1974. Seed Biology. In C. S. Schopmeyer (Ed.), *Seeds of woody plants in the United States Vol. Agriculture Handbook*, Washington, D.C.: Forest Service, US Department of Agriculture. pp. 5-40.
- Lara, A., C. Donoso, B. Escobar, A. Rovere, A. Premoli, D. Soto & J. Bannister.** 2006. Pilgerodendron uviferum. In C. Donoso Z (Ed.), *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología*. Valdivia Chile: Marisa Cuneo. pp. 82-91.
- Marchelli, P. & L.A. Gallo.** 1999. Annual and geographic variation in seed traits of Argentinean populations of southern beech *Nothofagus nervosa* (Phil.) Dim. et Mil. *Forest Ecology and Management*, 121(3): 239-250.
- Martínez Pastur, G., M.V. Lencinas, P. Peri & J.M. Cellini.** 2008. Flowering and seeding patterns in unmanaged and managed *Nothofagus pumilio* south Patagonian forests. *FORSTARCHIV*, 79(Jahrgang): 60-65.
- Mondino, V.A., M. Pastorino, P. Marchelli & L.A. Gallo.** 2013. Variación geográfica en caracteres seminales de lenga (*Nothofagus pumilio*) en la provincia de Chubut. En P. L. Peri Ed., II Jornadas Forestales de Patagonia Sur INTA, Calafate. pp. 29.
- Oyharçabal, M.F.** 2011. Parque y Reserva Provincial "Río Turbio" (Chubut): caracterización de la vegetación post-fuego, calidad de semillas y desarrollo de plántulas de seis especies nativas. (Ingeniería Forestal Tesis de grado), Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Esquel.
- Pastorino, M.J. & L.A. Gallo.** 2000. Variación geográfica en peso de semilla en poblaciones naturales argentinas de "Ciprés de la Cordillera". *Bosque*, 21: 95-109.
- Pastorino, M.J. & L.A. Gallo.** 2009. Preliminary operational genetic management units of a highly fragmented forest tree species of southern South America. *Forest Ecology and Management*, 257: 2350 - 2358.

Poulsen, K. 1999. Análisis de semillas. En: Técnicas para la escarificación de semillas forestales. PROSEFOR (Ed.), Costa Rica, Danida Forest Seed Centre. pp. 1-34.

Premoli, A. 1991. Morfología y capacidad germinativa en poblaciones de *Nothofagus antarctica* (Forster) Oerst. del noroeste andino patagónico. Bosque 12(2): 53-59.

Raffaele, E., & M.E. Gobbi. 1996. Seed Bank Composition and Variability in *Austrocedrus chilensis* Forest Sites in Patagonia Argentina. International Journal of Ecology and Environmental Sciences, 22: 59-72.

Richardson, S.J., R.B. Allen, D. Whitehead, F.E. Carswell, W.A. Ruscoe & K.H. Platt. 2005. Climate and net carbon availability determine temporal patterns of seed production by *Nothofagus*. Ecology, 86(4): 972-981.

Rusch, V. 1989. Estudio sobre la regeneración de la lenga (*Nothofagus pumilio*) en la cuenca del Río Manso Superior, Río Negro Informe Final Beca de Iniciación

Bariloche: CONICET. pp. 113.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), Dirección de Producción Forestal (DPF) & Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2012. El enriquecimiento en bosques nativos para la conservación ambiental y el desarrollo económico: Oportunidades en el marco de las Leyes N° 25.080 y N° 26.331 Bariloche.

Urretavizcaya, M.F. & G. Defossé. 2004. Soil seed bank of *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Serm. et Bizarri related to different degrees of fire disturbance in two sites of southern Patagonia, Argentina. Forest Ecology and Management, 187: 361-372.

Varela, S.A., M.E. Gobbi, & F. Laos. 2006. Banco de semillas de un bosque quemado de *Nothofagus pumilio*: efecto de la aplicación de compost de biosólidos. Ecología Austral, 16: 63-78.

Willan, R.L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales, estudio con especial referencia a los trópicos. FAO Montes 20/2 Roma. 502 pp.