

GERMINACION DE SEMILLAS DE MAITEN (*Maytenus boaria*) Y PRODUCCION DE PLANTAS EN VIVERO¹

Angel Cabello²
María Eugenia Camelio³

RESUMEN

Con semillas de maitén colectadas en abril de 1993, en el Campo Experimental Rinconada de Maipú, Región Metropolitana, se estudió, en el laboratorio, el efecto del arilo, de la temperatura de cultivo, de tratamientos pregerminativos, y del período y tipo de almacenamiento sobre la germinación. Además, en el vivero Antumapu, se analizó el efecto de la época de siembra, directa en bolsas de polietileno o en almácigos y posterior repique, sobre la germinación y la calidad de las plantas.

Se estableció que: el arilo inhibe la germinación muy significativamente y que su eliminación por frotación con arena permite superar este problema; la estratificación a 5°C, previa escarificación, mejora el porcentaje y la velocidad de la germinación a medida que se prolonga el período húmedo frío, aunque a partir de los 45 días de estratificación parte de las semillas (8%) germinan durante el tratamiento mismo, llegando a un 89,3% en 90 días (92,0% de capacidad germinativa); la temperatura de cultivo afecta muy significativamente tanto al porcentaje como la velocidad de germinación, las temperaturas óptimas fueron 10 y 15°C, con capacidades germinativas, en 90 días de ensayo, entre 54,7% y 74,7% para semillas sin arilo, y entre 4,0% y 18,7% para semillas con arilo, siendo 30°C letal.

El tipo de almacenamiento más adecuado fue el frío-húmedo (5°C, en arena húmeda) por un período de hasta 90 días, en que la germinación alcanzó a 52%, estadísticamente distinto al resto de los tratamientos (condición ambiente, frío en bolsas herméticas, para semillas con y sin arilo, durante 45 a 270 días). Posteriormente, a los 135 días la germinación fue de 4% y de 180 días en adelante, 0%.

En el vivero se realizaron siembras directas en macetas y en almácigos el 10 de mayo, el 28 de junio y el 9 de agosto de 1993. En general, los mejores resultados se obtuvieron con la siembra de mayo; algunos de ellos fueron: capacidad germinativa (12 a 36%), altura de la planta (57,4 a 82,3 cm), diámetro del cuello (3,2 a 4,6 mm), peso seco total (5,6 a 8,6 g).

Palabras claves: tratamientos pregerminativos, almacenamiento de semillas, temperaturas de germinación, épocas de siembra, *Maytenus boaria*.

SUMMARY

Maiten seeds were collected in April of 1993, in the Experimental Field Rinconada de Maipú, Región Metropolitana. In the laboratory, the effects of aril, cultivation temperature, pregerminative treatments, and period and type of storage on germination were studied. Also, in the Antumapu nursery, the effect of sowing time, both in polyethylene bags and wooden flats, on germination and the quality of the plants was analyzed.

Results of these studies established several things. Aril significantly inhibit germination, and their removal by rubbing with sand allows this problem to be overcome. Scarification and stratification at 5°C, improve germinative capacity and speed of germination as long as there is a period of humid cold. Although part of the seed (8%) under the same treatment germinates within the first 45 days of stratification, 89,3% germination (92,0% of germinative

¹ Proyecto "Propagación de Plantas Leñosas Forestales y Ornamentales". Depto. de Silvicultura, Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile.

² Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Casilla 9206, Santiago.

³ Instituto Forestal. Huérfanos 554, Santiago.

capacity) is reached in 90 days. Cultivation temperature very significantly affects as much the percentage of germination as it does germination speed. Optimal temperatures were 10°C and 15°C, with germinative capacities, in 90 days of tests between 54,7% and 74,7% for seeds without aril, and between 4,0% and 18,7% for seeds with aril; a temperature of 30°C was lethal.

The most adequate type of storage was cold-humid (5°C, in humid sand) for a period of up to 90 days, in that the germination levels reached 52%. The differences compared to the other treatments (storage under ambient conditions and cold storage in hermetic bags, seeds with and without aril, periods from 45 to 270 days) were statistically significant. Subsequent observation showed 4% germination at 135 days and 0% at 180 in cold-humid storage.

Direct sowings in pots and wooden flats were done in the nursery on May 10, June 28 and August 9 of 1993. In general, improved results were shown with the May sowings; among these were germinative capacity (12 to 36%), plant height (57.4 to 82.3 cm), neck diameter (3.2 to 4.6 mm), and total dry weight (5.6 to 8.6 g).

Key words: pregerminative treatments, seed storage, germination temperatures, sowing time, *boaria*.

INTRODUCCIÓN

El maitén es una de las especies forestales chilenas que presenta una de las distribuciones más amplias. Según Rodríguez *et al.* (1983) habita entre los paralelos 29°S (Provincia del Huasco, III Región) y 43°S (Provincia de Chiloé, X Región); sin embargo, Donoso y Wendler (1985) señalan que se extiende más al sur de Cochrane (XI Región). En Argentina se le encuentra entre los 39°S y los 43°40'S, formando masas importantes en los lugares poco alterados, y vuelve a aparecer a los 49°S, como árbol pequeño asociado a lenga (*Nothofagus pumilio*) (Tortorelli, 1956). En Chile, según Gajardo, en su límite norte crece en quebradas, cajas de ríos y terrenos inundables; en la zona central crece especialmente en los llanos, y en la zona centro-sur en la precordillera; en la zona sur se le encuentra como elemento marginal del bosque y en su límite sur, en situaciones semejantes a las de su límite norte.

Tanto en Chile (Muñoz, 1962; Donoso, 1978; Navas, 1976; Rodríguez *et al.*, 1983) como en Argentina es considerada una importante especie forrajera. Sus hojas, además de constituir un buen forraje complementario, presentan contenidos importantes de hidratos de carbono, ácidos orgánicos, sustancias grasas, taninos, glucósidos y lignina (Tortorelli, 1956), y son empleadas en medicina popular para preparar infusiones febrífugas y para curar erupciones cutáneas (Muñoz *et al.*, 1981). Según Kupchan *et al.*, de sus frutos se ha aislado un antileucémico (maytensina) y también de la planta (dulcitol), además de un citotóxico (β -citosterol) y otras sustancias (daucosterina, ácido palmítico, ácido oleanólico, β -amyrin, hetriacontanol, σ -spinasterol y n-nonacoseno) (Bhakini *et al.*, 1973). De sus semillas se extrae cerca de un 40% de aceite, que puede ser usado en consumo humano, o en medicina, o como reemplazo del aceite de lizana (Tinto, 1979). Su corteza y el arilo verde de sus semillas se utilizan para teñir lana (Ortiz,

4 Rodolfo Gajardo. Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Comunicación Personal.

1966). Su madera blanco-rosácea, de textura fina, homogénea, y suave vetado, se asemeja a la madera de abedul, por lo que podría emplearse en la fabricación de chapas y en piezas talladas (Tortorelli, 1956; Donoso, 1978); en Argentina es usada en carpintería, mueblería, juguetería, embalajes, zócalos, y para la fabricación de tacos de calzado (Tinto, 1979). Su polen, producido en gran cantidad por sus flores masculinas, es cosechado por las abejas (Ortiz, 1966). Por último, es una excelente especie ornamental, especialmente los ejemplares que presentan ramas péndulas, y los individuos femeninos (que normalmente inician la floración a los tres años de edad) son una importante fuente de alimento a través de sus semillas, de algunas aves nativas (por ej.: zorzal, diucón).

A pesar de todos sus usos potenciales, y de su amplia distribución, lo que demuestra su gran adaptabilidad a condiciones distintas de sitio, el maitén en Chile no es cultivado, y sólo es escasamente plantado como especie ornamental.

Si se necesitara propagar masivamente al maitén, probablemente los viveristas se encontrarían con problemas serios. Por un lado, aparentemente, la semilla es de vida corta o recalcitrante, lo que implica una baja capacidad de almacenamiento (Cabello y Vita, 1980; Cabello, 1990; 1993); y por otro, presenta latencia.

La latencia se debería en parte a la presencia de un arilo que envuelve a las semillas de maitén (Hoffmann y Kummerow, 1962; Donoso y Cabello, 1978; Cabello, 1990) y, además, a la existencia de algún mecanismo interno. Esta última afirmación se basa en los altos porcentajes de germinación obtenidos por Wendler (1982), con semillas estratificadas durante 90 días, y en los antecedentes proporcionados por Cabello (1990), quien indica que el maitén debe ser sembrado en otoño o previamente estratificado.

Basándose en los antecedentes expuestos

se establecieron ensayos cuyos objetivos fueron los siguientes:

- Evaluar el efecto del arilo, de la temperatura y del sustrato de germinación sobre el porcentaje y velocidad de germinación de sus semillas.
- Evaluar los efectos de distintos tratamientos pregerminativos sobre el porcentaje y velocidad de germinación.
- Comparar el efecto de diferentes condiciones y períodos de almacenamiento sobre el porcentaje y velocidad de germinación.
- Probar en el vivero, el efecto de tres épocas de siembra, en macetas y en almácigos, sobre el porcentaje y velocidad de germinación, y el desarrollo de las plantas.

MATERIAL Y METODO

Las semillas se colectaron en abril de 1993 y de 1994, en el Campo Experimental Rinconada de Maipú, Región Metropolitana, y se procesaron, trataron y analizaron en el Laboratorio de Semillas del Departamento de Silvicultura, y parte de ellas fueron sembradas en el Vivero Antumapu. Todos los ensayos se iniciaron pocos días después de la colecta de semillas.

Laboratorio

Los ensayos de germinación tuvieron una duración de 90 días, y salvo el primero, una temperatura de cultivo de 15°C (en oscuridad) y papel filtro como sustrato. El arilo de las semillas se extrajo mediante frotación manual con arena fina. A cada tratamiento aplicado (constituido por tres repeticiones de 25 semillas) se le determinó el porcentaje y la velocidad de germinación. Al término de cada ensayo se determinó el porcentaje de semillas muertas mediante un ensayo de corte.

Efecto del arilo, de la temperatura de cultivo y del sustrato, sobre la germinación

Se pusieron a germinar semillas con y sin arilo, en discos petri con papel filtro o

arena como sustrato, en oscuridad, a temperaturas de 5, 10, 15, 20, 25 y 30°C.

Efecto de la estratificación sobre la germinación

Las semillas, sin arilo, se remojaron 24 horas en agua, se mezclaron con arena húmeda, se colocaron en bolsas de polietileno en refrigerador, a 5°C, por períodos de 30, 45, 60 y 90 días, y se pusieron a germinar en cámara de cultivo.

Efecto del almacenamiento sobre la germinación

Semillas con arilo y sin él, se sometieron a 4 tipos de almacenamiento, entre 1 y 8 períodos de 45 días:

- A condición ambiente (en el interior del Laboratorio, en bolsas de papel).
- A temperatura ambiente y humedad constante (en el interior del Laboratorio, en bolsas de polietileno selladas).
- A 5°C y humedad constante (en bolsas de polietileno selladas).
- A 5°C en húmedo (semillas mezcladas con arena húmeda, en bolsas de polietileno).

Vivero

Se sembraron semillas sin arilo, directas a bolsas o en almácigos, determinándose el porcentaje y velocidad de germinación, la sobrevivencia, y el crecimiento parcial de las plantas; al término del período vegetativo se evaluó el desarrollo de ellas (altura, diámetro del cuello, peso seco, etc.). Las semillas en almácigos se sembraron en cajas de madera, empleando arena fina de río como sustrato, colocadas en mesones en una almaciguera techada con planchas de fibra de vidrio transparentes; una vez emergidas las plántulas, se repicaron a bolsas. Las bolsas, de polietileno negro, de 10x20 cm, una vez llenas con sustrato, se dispusieron en platabandas bajo

nivel, cubiertas con malla sombreadora negra 50% (Raschell). Al sustrato, de textura franco arenosa (mezcla de tierra, materia orgánica descompuesta y arena de río), se le adicionó: urea (320 g/m³), superfosfato triple (1.200 g/m³), Captan (40 g/m³), Pomarsol (80 g/m³), y Curaterr (160 g/m³). Durante el cultivo se aplicaron los cuidados culturales normales, incluyendo poda de raíces.

Efecto de la época y del tipo de siembra sobre la germinación y el desarrollo de las plantas

Se probaron tres épocas de siembra (10 de mayo, 28 de junio y 9 de agosto de 1993) tanto directa a las macetas como en almácigo con posterior repique en tres platabandas (bloques, con 25 semillas por tratamiento y dos hileras de bolsas para evitar el efecto de bordes).

Análisis estadístico

En los ensayos de germinación, tanto en laboratorio como en vivero, se aplicó un análisis de varianza y un test de comparación de medias, a los resultados de capacidad germinativa y velocidad de germinación, esta última medida a través del Valor Máximo (Czabator, 1962). También fueron analizados estadísticamente los parámetros relacionados con el desarrollo de las plantas en vivero.

RESULTADOS Y DISCUSION

Previo a la instalación de los diferentes ensayos, las semillas fueron analizadas en el laboratorio obteniéndose los siguientes resultados:

- Porcentaje frutos con una semilla	60,5
- Porcentaje frutos con dos semillas	38,5
- Porcentaje frutos con tres semillas	1,0
- Número de frutos/kg	20.326
- Número de semillas/kg	66.247
- Contenido de humedad (%)	
- Semillas sin arilo	27,5
- Arilo	35,9
- Total	33,4

Efecto del arilo, de la temperatura de cultivo y del sustrato, sobre la germinación

Los análisis estadísticos realizados, demostraron que tanto el arilo como las temperaturas de cultivo influyeron significativamente en la germinación de las semillas de maitén, pero no ocurrió lo mismo con los dos sustratos ensayados; sin embargo, se produjo una interacción significativa entre los tres factores.

El arilo presentó un efecto inhibitorio muy significativo sobre la germinación de las semillas (Cuadro 1) y su eliminación mediante frotación con arena húmeda resultó ser un método bastante eficiente para mejorar tanto el porcentaje como la velocidad de germinación. En las semillas sin arilo, independiente del sustrato utilizado, la germinación se inició entre el día 20 y 30; en las semillas con arilo ello ocurrió entre los 40 y 60 días. Al finalizar el ensayo (90 días) la germinación, para las temperaturas de 10 y 15°C, había declinado pero no cesado totalmente.

Aunque las semillas de maitén sin arilo germinaron en todo el rango de temperaturas de cultivo probadas (Cuadro 1), la capacidad germinativa a 5°C fue bastante baja, alcanzando los mayores porcentajes a 10 y 15°C, para luego declinar abruptamente, siendo 30°C prácticamente letal. Las mayores velocidades de germinación también se produjeron con 10 y 15°C, sólo para semillas sin arilo, por lo tanto ambas corresponden a las temperaturas óptimas de germinación para el lote de semillas ensayado, ya que también obtuvieron las mayores capacidades germinativas.

Al emplear papel filtro como sustrato de germinación, entre 5 y 15°C, el porcentaje de semillas muertas al término del ensayo

fue bastante bajo (2,7 a 22,7%), y algo mayor para 25 y 30°C (22,7 a 32%), en este último caso sólo para semillas con arilo; sin embargo, entre 20 y 30°C para semillas sin arilo fue muy elevado (74,7 a 94,7%). Al utilizar arena como sustrato los porcentajes de semillas muertas fueron muy altos (entre 66,7 y 100%), salvo para las cultivadas sin arilo a 10 y 15°C (36%). A 20°C se observó una mayor presencia de hongos sobre las semillas, con una mortalidad entre (74,7 a 94,7%), lo que causó una disminución significativa de la germinación (Cuadro 1).

Efecto de la estratificación sobre la germinación

La estratificación tuvo un efecto significativo tanto sobre el porcentaje como en la velocidad de germinación (Cuadro 2); ambos parámetros aumentaron a mayor período húmedo frío. Los más altos valores de capacidad germinativa se obtuvieron con 60 y 90 días de estratificación, 81,3 y 92,0% respectivamente, sin que difirieran estadísticamente entre ellos. La máxima velocidad de germinación ocurrió con 90 días de estratificación, sin embargo, el 89,3% de las semillas se encontraban ya germinadas al término del tratamiento pregerminativo. Este último antecedente lleva a concluir que, para el lote de semillas ensayado, el período de estratificación más adecuado para su aplicación en el vivero sería de 60 días; con él, al sacar las semillas de la cámara fría, el 22,7% se encontraba germinada.

En relación a la mortalidad de las semillas determinada al término del ensayo de germinación, se verificó una disminución a mayor período húmedo-frío, alcanzando a sólo 8,0% con 90 días de estratificación (Cuadro 2).

Cuadro 1. Efecto de la temperatura, del arilo y del tipo de sustrato, sobre el porcentaje y la velocidad de germinación de semillas de *Maytenus boaria*.

Temperatura de germinación (°C)	Cubierta de la semilla	Sustrato	Capacidad germinativa (%)	Valor máximo	Energía germinativa (%)	Período de energía (días)	Semillas muertas (%)
5	Con arilo	Papel filtro	0,0 g*	0,00 f	0,0	-	2,7
		Arena	0,0 g	0,00 f	0,0	-	80,0
	Sin arilo	Papel filtro	17,3 de	0,19 cd	17,3	90	14,7
		Arena	10,7 def	0,12 cde	10,7	90	82,7
10	Con arilo	Papel filtro	6,7 f	0,08 de	6,7	84	10,7
		Arena	4,0 f	0,05 e	4,0	80	84,0
	Sin arilo	Papel filtro	54,7 b	0,88 ab	49,3	73	22,7
		Arena	62,7 ab	0,83 a	54,7	66	36,0
15	Con arilo	Papel filtro	18,7 de	0,67 ab	18,7	28	4,0
		Arena	4,0 f	0,05 e	4,0	76	84,0
	Sin arilo	Papel filtro	74,7 a	0,95 a	65,3	70	18,7
		Arena	64,0 ab	0,81 a	62,8	79	36,0
20	Con arilo	Papel filtro	0,0 g	0,00 f	0,0	-	94,7
		Arena	4,0 f	0,06 e	4,0	67	85,3
	Sin arilo	Papel filtro	8,0 ef	0,14 cde	8,0	57	89,3
		Arena	22,7 cd	0,49 b	20,0	31	76,7
25	Con arilo	Papel filtro	10,7 def	0,19 cd	10,7	54	22,7
		Arena	0,0 g	0,00 f	0,0	-	84,0
	Sin arilo	Papel filtro	17,3 def	0,26 c	12,0	50	74,7
		Arena	33,3 c	0,68 ab	30,7	51	66,7
30	Con arilo	Papel filtro	0,0 g	0,00 f	0,0	-	32,0
		Arena	0,0 g	0,00 f	0,0	-	90,7
	Sin arilo	Papel filtro	4,0 f	0,12 cde	4,0	33	94,7
		Arena	0,0 g	0,00 f	0,0	-	100,0

* Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos

Cuadro 2. Efecto del período de estratificación, a 5°C, sobre el porcentaje y la velocidad de germinación de semillas de *Maytenus boaria*.

Período de estratificación (días)	Capacidad germinativa (%)	Valor máximo	Energía germinativa (%)	Período de energía (días)	Semillas muertas (%)
30	48,0 c *	0,92 d	30,7	28	33,3
45	64,0 bc	8,00 c	8,0	1	34,7
60	81,3 ab	22,67 b	22,7	1	16,0
90	92,0 a	89,33 a	89,3	1	8,0

* Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos

Efecto del almacenamiento sobre la germinación

Entre los tratamientos de almacenamiento, hubo diferencias muy significativas para la capacidad germinativa y el valor máximo. Se produjo, además, una fuerte interacción entre el período y el tipo de almacenamiento.

El mejor resultado se obtuvo mediante el almacenamiento frío-húmedo por 45 días de semillas sin arilo (capacidad germinativa 56,0%; energía germinativa 41,3% en 17 días); aunque 90 días de frío-húmedo no difirió significativamente de él (Cuadro 3), se produjo un 32,0% de germinación durante el período de almacenamiento. Sólo hubo otros resultados rescatables en el período de 45 días de almacenamiento, todos ellos para semillas sin arilo: frío-humedad constante (42,7%), condición ambiente (37,3%) y temperatura ambiente-humedad constante (20,0%).

Salvo para las semillas almacenadas en frío-húmedo por 90 días, la germinación del resto de los tratamientos fue muy baja o nula.

Aunque para los tratamientos de almacenamiento donde se produjo germinación los resultados generalmente fueron significativamente superiores para las semillas sin arilo, este último probablemente las protege durante el almacenamiento. Efectivamente, el ensayo de corte efectuado al término del ensayo de germinación arrojó para la mayoría de los tratamientos de almacenamiento de semillas con arilo, un porcentaje de semillas vivas sobre 50% (Cuadro 3), que aparentemente no germinaron por el efecto inhibitorio de esta cubierta. Esto lleva a pensar la necesidad de probar el almacenamiento de semillas de maitén con arilo, y extraerlo antes de efectuar la siembra.

Cuadro 3. Efecto del tipo y del período de almacenamiento sobre el porcentaje y la velocidad de germinación de semillas de *Maytenus boaria*.

Almacenamiento		Capacidad germinativa (%)	Valor máximo	Energía germinativa (%)	Período de energía (días)	Semillas muertas (%)
Días	Tipo					
45	CA/A	9,3 cdfg*	0,15 efgh	9,3	60	6,7
	CA/SA	37,3 b	0,63 d	29,3	47	41,3
	TA/A	4,0 fgh	0,06 fgh	4,0	69	8,0
	TA/SA	20,0 c	0,39 def	17,3	43	65,3
	F/A	6,7 defgh	0,12 fgh	6,7	5846	12,0
	F/SA	42,7 ab	0,93 d	42,7		57,3
90	FH/A	14,7 cde	6,67 b	6,7	1	28,0
	FH/SA	56,0 a	2,45 c	41,3	17	44,0
	CA/A	8,0 defg	0,16 efgh	8,0	55	10,7
	CA/SA	16,0 cde	0,26 efgh	14,7	56	68,0
	TA/A	0,0 i	0,00 i	0,0	-	21,3
	TA/SA	10,7 cdefg	0,26 efgh	9,3	39	76,0
135	F/A	0,0 i	0,00 i	0,0	-	25,3
	F/SA	17,3 cd	0,32 efg	16,0	50	77,3
	FH/A	12,0 cdef	0,17 efgh	10,7	59	32,0
	FH/SA	52,0 ab	32,00 a	32,0	1	48,0
	CA/A	2,7 gh	0,06 efgh	2,7	57	21,3
	CA/SA	12,0 cdef	0,23 efgh	12,0	52	73,3
180	TA/A	0,0 i	0,00 i	0,0	-	25,3
	TA/SA	1,3 h	0,03 gh	1,3	57	88,0
	F/A	0,0 i	0,00 i	0,0	-	30,7
	F/SA	14,7 cde	0,25 efgh	14,7	60	82,7
	FH/A	6,7 defgh	0,37 def	4,0	20	38,7
	FH/SA	4,0 fgh	1,67 c	2,7	21	96,0
225	CA/A	4,0 fgh	0,20 efgh	4,0	59	25,3
	CA/SA	9,3 cdefg	0,17 efgh	9,3	54	85,3
	TA/A	0,0 i	0,00 i	0,0	-	33,3
	TA/SA	0,0 i	0,00 i	0,0	-	90,7
	F/A	0,0 i	0,00 i	0,0	-	32,0
	F/SA	10,7 cdefg	0,17 efgh	10,7	68	88,0
270	FH/A	0,0 i	0,00 i	0,0	-	78,7
	FH/SA	0,0 i	0,00 i	0,0	-	100,0
	CA/A	0,0 i	0,00 i	0,0	-	36,0
	CA/SA	1,3 h	0,02 i	1,3	60	92,0
	TA/A	0,0 i	0,00 i	0,0	-	42,7
	TA/SA	0,0 i	0,00 i	0,0	-	98,7
270	F/A	0,0 i	0,00 i	0,0	-	38,7
	F/SA	6,3 fgh	0,27 efgh	5,3	60	94,7
	FH/A	0,0 i	0,00 i	0,0	-	82,7
	FH/SA	0,0 i	0,00 i	0,0	-	100,0
	CA/A	0,0 i	0,00 i	0,0	-	38,7
	CA/SA	0,0 i	0,00 i	0,0	-	96,0
270	TA/A	0,0 i	0,00 i	0,0	-	54,7
	TA/SA	0,0 i	0,00 i	0,0	-	98,7
	F/A	0,0 i	0,00 i	0,0	-	44,0
	F/SA	1,3 h	0,03 gh	1,3	74	98,7
	FH/A	0,0 i	0,00 i	0,0	-	97,3
	FH/SA	0,0 i	0,00 i	0,0	-	100,0

C : condición ambiente; T : temperatura ambiente; F : frío y humedad constante; FH : frío húmedo; /A: semillas con arilo; /SA: sin arilo

* Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos

Efecto de la época y del tipo de siembra sobre la germinación y el crecimiento de las plantas

El tipo de siembra tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre el porcentaje y la velocidad de germinación de las semillas de maitén sembradas en el vivero (Cuadro 4); sin embargo, no se produjo una interacción entre el tipo y la época de siembra.

Los más altos porcentajes de germinación se obtuvieron mediante la siembra en almácigos (36,0 a 37,3%), aunque con valores muy inferiores a los mejores resultados obtenidos en el laboratorio. La mayor velocidad de germinación también ocurrió para las semillas sembradas en almácigos (Cuadro 4), pero sólo para las siembras realizadas en junio y agosto. Los períodos de energía fueron mayores que los registrados en el laboratorio, no sólo como

consecuencia de las diferencias en temperaturas y sustratos de germinación a que estuvieron sometidas las semillas, sino también, a que en el laboratorio se consideró la emergencia de la radícula como evidencia de germinación y en el segundo la de los cotiledones por sobre la superficie del sustrato.

La emergencia de cotiledones de las plántulas en vivero se produjo entre mediados de agosto y la primera quincena de septiembre, con temperaturas medias de 10,1 y 10,8°C, máximas medias de 17,5 y 17,6°C, mínimas medias de 2,8 y 4,0°C, y mínimas absolutas de -6,4 y -3,2°C, respectivamente (Estación Experimental La Platina, distante a un par de kilómetros del vivero); de lo anterior se puede deducir que el proceso de germinación se habría iniciado con temperaturas aún más bajas.

Cuadro 4. Efecto de la época y del tipo de siembra en vivero, sobre el porcentaje y la velocidad de germinación de semillas de *Maytenus boaria*.

Siembra		Capacidad germinativa (%)	Valor máximo	Energía germinativa (%)	Período de energía (días)	Sobrevivencia al repique (%)
Tipo	día/mes					
Directa	10/05	12,0 a	0,10 b	12,0	138	-
	28/06	14,7 a	0,13 b	14,7	114	-
	9/08	14,7 a	0,24 a	13,3	99	-
Almácigo	10/05	36,0 a'	0,24 b'	33,3	139	61,3 a'
	28/06	37,3 a'	0,28 a'b'	37,3	135	57,3 a'
	9/08	37,3 a'	0,29 a'	37,3	94	30,7 b'

Fecha de repique: 19/10; 28/11; 14/12

Las plántulas obtenidas en almácigo fueron repicadas a bolsas con resultados diferentes; las provenientes de las dos primeras épocas presentaron sobrevivencias significativamente mayores (mayo: 61,3%; junio: 57,3%) a la tercera (agosto: 30,7%).

Las fechas de repique también variaron, acortándose el tiempo transcurrido con

respecto a la época de siembra, para aquellas más tardías:

Fecha de siembra	Fecha de repique	Tiempo transcurrido
10 de mayo	19 de octubre	159 días
28 de junio	24 de noviembre	151 días
9 de agosto	14 de diciembre	127 días

Tanto la época como el tipo de siembra tuvo un notorio efecto sobre el crecimiento

parcial de las plantas de maitén en el vivero (Figura 1): las plantas originadas por siembras más tempranas alcanzaron alturas de tallo mayores que las de almácigo-repique; las plantas provenientes de siembras directas a los recipientes (bolsas) tuvieron crecimientos parciales de tallo superiores a las de almácigo-repique.

Cabe hacer notar la tasa de crecimiento presentado por la primera época de siembra directa, y en menor grado por la segunda, que aunque inicialmente (entre diciembre y febrero) presentaron una menor altura que las plantas de almácigo-repique, posteriormente las superaron marcadamente. Es probable que la estratificación que sufrieron en el vivero las semillas sembradas directamente a bolsas haya mejorado el crecimiento de las plantas; se ha observado un efecto semejante en plántulas de hualo (*Nothofagus glauca*) provenientes de semillas estratificadas, sembradas en el vivero Pantanillo (Centro Experimental Forestal "Justo Pastor León", Constitución, VII Región). Las plántulas provenientes de almácigo-repique, al estar dentro de una almaciguera

desde la siembra hasta el trasplante, estuvieron sometidas a temperaturas distintas que las ocurridas en el vivero. Se podría pensar que el repique mismo podría haber afectado el crecimiento de las plantas, pero al observar las alturas promedio de las curvas de la Figura 1, se aprecia que entre las dos primeras mediciones las plántulas de la primera época de repique crecieron más que las de siembra directa.

Se debe destacar que aunque la tasa de crecimiento alcanzó su máximo a fines de marzo (entre 4,6 y 7,7 mm diarios) para la mayoría de los tratamientos (Figura 1), este último nunca cesó y las plantas no entraron en receso vegetativo. El crecimiento registrado al levantar el ensayo a fines de julio (las temperaturas mínimas absolutas fueron: mayo -2,6°C; junio -5,4°C; julio -4,6°C, y las temperaturas medias: 11,4; 10,2; y 8,5°C, respectivamente) fue superior o semejante al observado a fines de diciembre (entre 0,04 y 0,1 mm diarios).

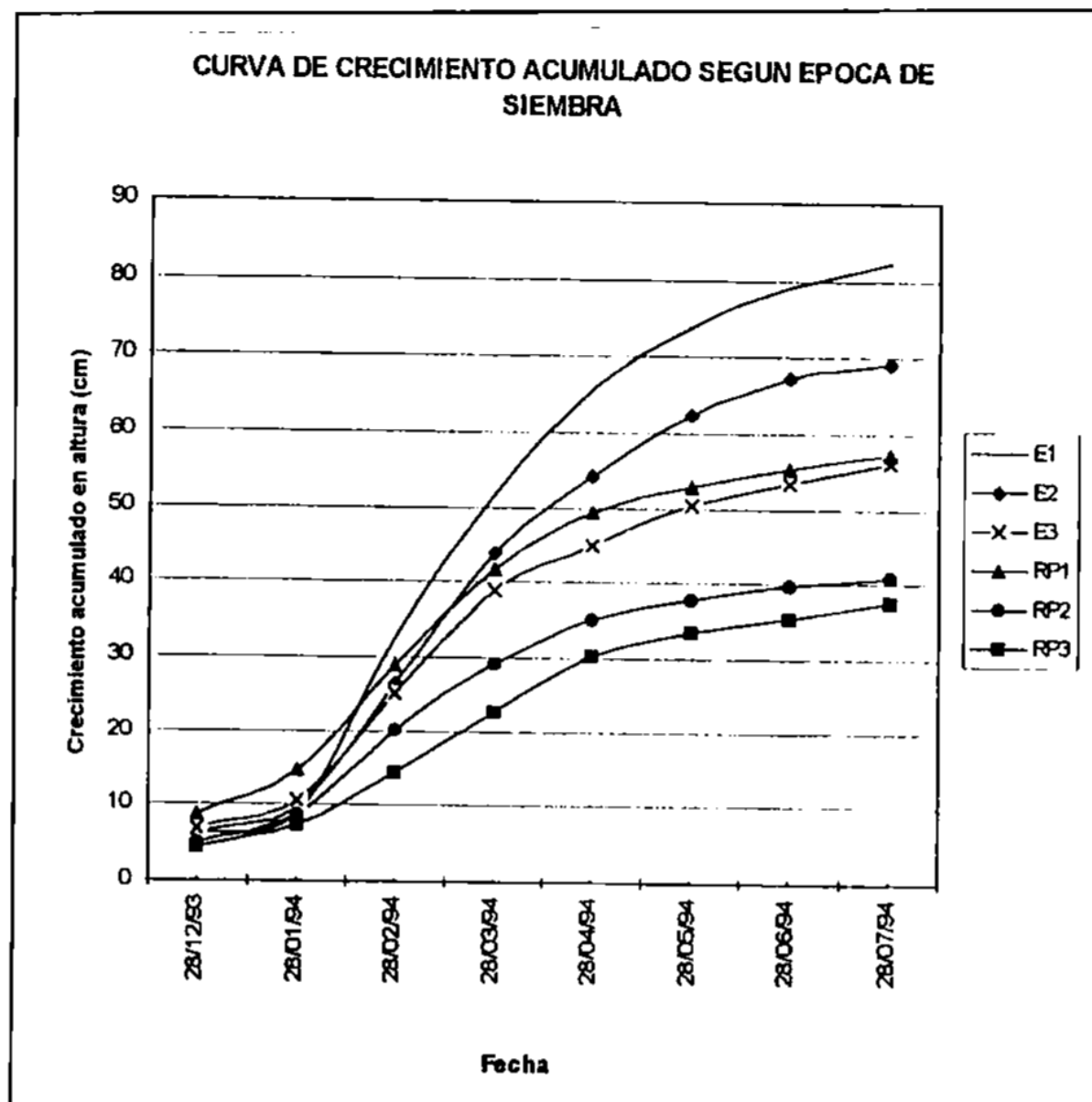


Figura 1. Curva de crecimiento acumulado según época y tipo de siembra. E: siembra directa a recipientes (bolsas de polietileno); RP: siembra en almácigos y posterior repique a recipientes; E1, 2 y 3: fechas de siembra, 10 de mayo, 28 de junio y 9 de agosto, respectivamente; RP1, 2, 3: fechas de repique, 19 de octubre, 24 de noviembre y 14 de diciembre, respectivamente.

En cuanto al desarrollo alcanzado por las plantas en el vivero, el análisis estadístico mostró que no hubo interacción entre el tipo y época de siembra con la altura final de las plantas, pero si entre los dos tipos de siembra y entre las épocas. Esto mismo ocurrió para el peso seco del tallo, de la raíz y el total (Cuadro 5). Igualmente, para la relación altura final/diámetro del cuello

no hubo interacción y sólo se produjeron diferencias significativas entre los tipos de siembra. Para el diámetro del cuello se observaron diferencias significativas entre los tratamientos debido a una interacción entre el tipo y la época de siembra. Finalmente, no hubo efecto significativo ni de la época ni del tipo de siembra sobre la relación peso seco del tallo/peso seco de la raíz.

Cuadro 5. Efecto de la época de siembra en vivero, sobre el desarrollo de plantas de *Maytenus boaria*.

Siembra		Altura Tallo (cm)	Diámetro (mm)	Relación Altura / Diámetro	Peso Seco Tallo (g)	Peso Seco Raíz (g)	Relación PBT/PSR	Peso Seco Total (g)
Tipo	día/mes							
Directa	10/05	82,25 a*	4,55 a	175,94 a	6,07 a	2,55 a	2,35 a	8,62 a
	28/06	69,28 b	3,59 b	186,64 a	5,96 a	2,57 a	2,41 a	8,53 a
	9/08	56,05 b	3,00 cd	199,31 a	3,60 b	1,62 b	2,25 a	5,22 b
Almácigo	10/05	57,41 a'	3,19 bc	172,06 a'	3,67 a'	1,92 a'	1,93 a	5,59 a'
	28/06	40,86 b'	2,78 cd	138,33 a'	2,53 b'	1,21 b'	2,46 a	3,74 b'
	9/08	37,62 b'	2,58 d	141,64 a'	2,33 b'	1,10 b'	3,32 a	3,43 b'

* Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($\alpha=0,05$)

En general, las plantas provenientes de siembra directa a bolsas alcanzaron mayor desarrollo que las producidas mediante almácigo/repique, y lo mismo ocurrió con la siembra más temprana con respecto a las más tardías (Cuadro 5).

Las plantas provenientes de la siembra directa realizada en mayo fueron las que alcanzaron mayor altura, 82,3 cm, y diámetro, 4,6 mm; sin embargo, las mejor balanceadas serían las de la última siembra en almácigo si se considera la relación altura/diámetro o las de la primera si se considera la relación peso seco del tallo/peso seco de la raíz (Cuadro 5).

Discusión final

Los resultados obtenidos en relación al efecto del arilo de la semilla del maitén, concuerdan con los de Hoffmann y Kummerow (1962), quienes señalan que éste inhibe su germinación; sin embargo las respuestas a las temperaturas de germinación fueron diferentes. Ellos afirmaron que 25°C era una temperatura demasiado alta para obtener una respuesta satisfactoria, aunque obtuvieron capacidades germinativas que variaron entre 30 y 92% para semillas sin arilo y entre 0 y 65% para semillas con arilo, dependiendo del tipo y período de almacenamiento; a 5°C lograron capacidades germinativas entre 62 y 88%

para semillas sin arilo, y entre 9 y 61% para semillas con arilo. Como se puede apreciar, los resultados recién expuestos son bastante superiores a los conseguidos en este trabajo; es probable que el tipo y período de almacenamiento que ellos aplicaron sea el causante de dichas diferencias.

La buena respuesta obtenida en el laboratorio con temperaturas de cultivo de 10 y 15°C, muestran que el maitén presenta un comportamiento semejante a otras especies del bosque esclerófilo y espinoso chileno, como *Acacia caven* (Cabello y Alvear, 1991) y *Quillaja saponaria* (Wiberg, 1991), que le permite a las semillas germinar en la época fría y lluviosa (invierno) y así las plántulas tienen mayores probabilidades de sobrevivir en primavera y verano, secos y calurosos. Esta capacidad de germinar a bajas temperaturas se vio confirmada en el vivero y en el ensayo de estratificación realizado en el laboratorio, en que para el período de 90 días en arena húmeda a 5°C, durante el tratamiento pregerminativo mismo, un 89,3% de las semillas emitieron la radícula. El aparente contrasentido entre los resultados obtenidos a 5°C en arena para semillas sin arilo en el ensayo de temperaturas de germinación (Cuadro 1) y los conseguidos con la estratificación podrían deberse a la situación interna de ellas, ya que las últimas

fueron sometidas durante 24 horas a un remojo previo en agua; también podría influir la capa delgada de arena en los discos Petri en el primer ensayo, y la mezcla homogénea y en mayor volumen en la estratificación, lo que afectaría tanto a la temperatura como a la humedad inmediata a la semilla.

Aunque se suponía que las semillas tenían una baja capacidad de almacenamiento, el período en que mantuvieron una germinación aceptable, fue más corto de lo esperado (90 días). En este ensayo nuevamente se produjo germinación a 5°C (sólo en las semillas almacenadas en arena húmeda), pero en un porcentaje más bajo que el ocurrido en la estratificación; esto confirmaría la importancia del remojo previo en agua (primera fase del proceso de germinación: aumento del contenido de humedad de la semilla) para que la condición frío-húmeda produzca la postmaduración de las semillas.

Sobre la base de lo expuesto en los párrafos precedentes, se confirma la existencia de una latencia combinada, exógena y fisiológica (ante la respuesta obtenida al eliminar el arilo y al aplicar un tratamiento húmedo-frío, respectivamente), en las semillas de maitén, así como también la escasa capacidad de almacenamiento de ellas. Esto confirma las afirmaciones realizadas por Cabello (1990; 1993) en el sentido de que las semillas de maitén son de vida corta o recalcitrantes, presentan latencia y deben sembrarse en otoño.

En el vivero las plantas también demostraron capacidad de crecer con bajas temperaturas, y nunca entraron en latencia, a pesar de haber estado sometidas a temperaturas bajo 0°C. Se debe considerar que las plantas estuvieron protegidas por malla Raschell 50%, aunque ésta no es suficiente para evitar el daño producido por las heladas en especies exóticas como *Eucalyptus globulus* o nativas como *Cryptocarya alba* y *Persea lingue*, entre otras.

Si se considera el patrón de calidad de

plantas empleado en Chile por las grandes empresas forestales en sus viveros de *Eucalyptus spp.*, la siembra directa de semillas de maitén en las tres épocas de siembra y la siembra en almácigo/repique en la primera época originaron plantas de altura excesiva (sobre 50 cm) y de diámetro de cuello cercano al mínimo (3,0 mm). Si este patrón de calidad se ajustara también a las plantas de maitén, lo cual habría que probarlo en plantaciones, los problemas de altura y diámetro podrían solucionarse en el vivero mediante técnicas culturales adecuadas (podas de tallo y raíz, fertilización y riego, entre otras).

CONCLUSIONES

- Las semillas de maitén presentan latencia combinada: exógena, causada por el arilo que las rodea, y endógena, de tipo fisiológica.
- La escarificación mecánica (frotación manual de las semillas con arena húmeda) seguida por estratificación fría, supera efectivamente la latencia combinada.
- A mayor período de estratificación fría, entre 30 y 90 días, más alto el porcentaje y la velocidad de germinación, así como también el porcentaje de semillas que germinan durante el tratamiento pregerminativo mismo.
- Considerando la manipulación de las semillas durante la siembra en el vivero, el tratamiento más adecuado fue la estratificación fría durante 60 días (capacidad germinativa 81,3%), ya que el de 90 días, aunque obtuvo una capacidad germinativa más elevada (92%), presentó un alto porcentaje de semillas germinadas (89,3%) durante el período de estratificación.
- Las temperaturas óptimas de germinación fueron 10 y 15°C; 20°C favoreció el ataque de hongos, causando la muerte del 75 al 95% de las semillas, y 30°C fue letal.

- El almacenamiento más adecuado fue el húmedo frío por un período de hasta 90 días, con él las semillas presentaron una capacidad germinativa de 52,0%.
- La época de siembra en el vivero no influyó significativamente en la germinación; sin embargo, la germinación en almácigo fue significativamente superior a la obtenida por siembra directa.
- La sobrevivencia de los repiques efectuados en octubre (61,3%) y noviembre (57,3%) fue significativamente superior a la de diciembre (30,7%).
- La época de siembra en el vivero tuvo un efecto significativo sobre el desarrollo de las plantas.
- Las plantas de mayor crecimiento se obtuvieron con la primera y segunda época de siembra directa y con la primera época de siembra en almácigo.
- Para plantaciones forestales masivas, las plantas de las dos primeras épocas de siembra directa alcanzaron alturas normalmente consideradas como excesivas, aunque de diámetro de cuello adecuado así como el resto de los parámetros medidos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Profesora Carmen Luz de la Maza, Ph.D., Ing. Forestal, a la Sra. Ana Alvear, Técnico Forestal, Encargada del Vivero Antumapu, y a la Sra. Mónica González, Ayudante del Laboratorio de Semillas del Dpto. de Silvicultura, quienes colaboraron en forma desinteresada en distintos aspectos relacionados con esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Bhakini, D.; Meyer, M.; Poyser, K.; Poyser, J. y Silva, M. 1973. Anticancer agents from chilean plants: *Maytenus boaria* Mol. México. Revista Latinoamericana de Química (4): 166 (Apart.)
- Cabello, A. 1990. Propagación de especies pertenecientes a los bosques esclerófilos y espinosos de la zona central de Chile. En: Opciones silviculturales de los bosques esclerófilos y espinosos de la zona central de Chile. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Silvicultura. Apuntes Docentes N° 3. pp. 56-74.
- Cabello, A. 1993. Propagación de especies nativas: aspectos claves. En: Avances en Silvicultura. Primera Reunión. Santiago. Univ. de Chile, Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales, Dpto. de Silvicultura. Publicaciones Misceláneas Forestales N° 1. pp. 41-43.
- Cabello, A. y Alvear, A. 1991. Efecto de la temperatura sobre la germinación de dos lotes de semillas de espino (*Acacia caven* Mol.). Ciencias Forestales 7(1-2): 3-12.
- Cabello, A. y Vita, A. 1980. Introducción de especies arbóreas. II. Antecedentes botánico-ecológicos y perspectivas de uso de las especies a introducir. Santiago. Facultad de Cs. Forestales, Universidad de Chile/SERPLAC XI Región. 74 p.
- Czabator, F. J. 1962. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. Forest Science 8(4): 386-396.
- Donoso, C. 1978. Dendrología, árboles y arbustos chilenos. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Manual N° 2. 142 p.
- Donoso, C. y Cabello, A. 1978. Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. Santiago, Chile. Ciencias Forestales 1(2): 31-41.
- Donoso, C. y Wendler, J. 1985. Antecedentes fenológicos y genecológicos de *Maytenus boaria*. Valdivia, Chile. Bosque 6(2): 93-99.

- Hartmann, H. y Kester, D. 1983. Plant propagation: principles and practices. 4a ed. New Jersey. Prentice Hall. 727 p.
- Hoffmann, A. y Kummerow, J. 1962. Aspectos anatómicos, morfológicos y de germinación de semillas de *Maytenus boaria* Mol. Phytol 18(1): 51-56.
- Muñoz, C. 1962. Botánica agrícola taxonómica. Santiago, Chile. Universitaria. v2. 286 p.
- Muñoz, M.; Barrera, M. y Meza, P. 1981. El uso medicinal y alimenticio de plantas nativas y naturalizadas en Chile. Santiago, Chile. Museo Nacional de Historia Natural. Publicación Ocasional N° 33. 91 p.
- Navas, L. 1976. Flora de la cuenca de Santiago de Chile. Santiago. Ediciones de la Universidad de Chile. v2. 559 p.
- Ortiz, J. 1966. Algunos forestales chilenos de la estepa septentrional. Santiago, Chile. Ministerio de Agricultura, Depto. de Extensión Agrícola. Bol. Técnico 23. 45 p.
- Rodríguez R.; Matthei, O. y Quezada, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Concepción, Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. 488 p.
- Tinto, J. 1979. Utilización de los recursos forestales argentinos. Buenos Aires. Instituto Forestal Nacional. Folleto Técnico N° 41. 97 p.
- Tortorelli, L. 1956. Maderas y bosques argentinos. Acme. B. Aires. 910 p.
- Wiberg, S. 1991. Influencia de algunos factores en la germinación de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) y producción de plantas en vivero. Tesis Ing. Forestal. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 133 p.
- Wendler, J. 1982. Variación y diferenciación genecológica de *Maytenus boaria* Mol. "maitén". Tesis Ing. Forestal. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Fac. de Ciencias Forestales. 98 p.