

# Germinación y viverización de *Pitavia punctata* Mol., Rutaceae endémica de Chile en estado crítico de conservación

Germination and nursery plant production of *Pitavia punctata* Mol.,  
a threatened endemic Rutaceae of Chile

CARLOS LE QUESNE\*, RICARDO MEDINA

Corporación Nacional Forestal, Serrano 529, Concepción, Chile.

## SUMMARY

Pitao is a native Chilean tree with a natural distribution restricted to a narrow range in the Coastal Cordillera. It is extremely urgent to look after this species since its habitat has been disturbed and it is now in risk of extinction. This paper shows the results obtained in a germination tests for three provenances of the species. Germination capacity reached an average of 70%, proving that a good means of reproducing the species is through seeds. It is advisable to have early sowings in order to avoid fruit dehydration. After five months the seedlings reached an average height of 16 cm with a basal diameter of 0.45 cm. A year later, seedling mortality was very variable for the different provenances, (27 to 95%). A program to protect the species should consider the possible genetic variability of isolated natural populations.

*Key words:* Rutaceae, conservation, germination, seedling mortality.

## RESUMEN

Pitao es un árbol autóctono de Chile cuyas poblaciones naturales se restringen a un estrecho rango latitudinal de la Cordillera de la Costa (35°21'-37°47' Latitud Sur). En la actualidad los hábitats donde se localizan las escasas poblaciones de la especie se encuentran fuertemente alterados, por lo que resulta urgente efectuar acciones tendientes a evitar su extinción. El presente trabajo muestra los resultados obtenidos en un ensayo de germinación y viverización para tres procedencias de la especie. La germinación, en torno a un 70%, muestra una buena respuesta de la especie para su propagación a través de semillas. Dada la sensibilidad de los frutos a contaminarse y sufrir deshidratación, parece aconsejable efectuar siembras tempranas. Al cabo de cinco meses se obtuvieron plántulas que en promedio alcanzaron alrededor de 16 cm de altura, con un diámetro de cuello cercano a 0.45 cm. Transcurrido un año, se observó una alta disparidad en la mortalidad de las plántulas entre las distintas procedencias (27 a 95%). Se estima, por tanto, que un programa orientado a recuperar la especie debiera considerar la probable variabilidad genética surgida en poblaciones naturales que carecen de contacto.

*Palabras claves:* Rutaceae, germinación, mortalidad de plántulas, especie en peligro de extinción.

## INTRODUCCION

La interfase entre las zonas climáticas mediterránea y templada de Chile central-sur, entre los ríos Maule y Valdivia (36°- 40° Latitud Sur), exhibe la máxima riqueza de especies leñosas de los bosques chilenos, además de corresponder a una

zona de concentración de endemismos (Villagrán 1994). Dentro de los taxa arbóreos endémicos distribuidos en este rango, en la Cordillera de la Costa, se encuentra *Pitavia punctata*, árbol de hasta 15 m de altura conocido como Pitao, de la familia Rutaceae. Esta familia comprende especies tropicales y subtropicales, y el género monotípico

\* Dirección actual: Departamento B.O.S. - Botánica, Universidad de Oviedo, Catedrático R. Uría, E-33071 Oviedo, España.

*Pitavia* es considerado un elemento laurifolio relictual, de mayor abundancia en el pasado (Benoit 1987). Actualmente, el estado de conservación del taxón es crítico. En agosto de 1985 la especie fue declarada "en peligro" y posteriormente clasificada por la comunidad científica nacional y la Corporación Nacional Forestal en la categoría de "amenazada de extinción" (Benoit 1989). Con fecha reciente, abril de 1995, ha sido declarada "monumento natural".

En su distribución geográfica, que comprende desde 35°22' hasta 37°45' Latitud Sur (Villagrán *et al.* 1994), la especie forma parte de reducidos bosquetes, donde se asocia con *Drimys winteri*, *Gomortega keule*, *Aextoxicon punctatum*, *Persea lingue* y especies del género *Nothofagus*. Las poblaciones se localizan en quebradas húmedas u orillas de cursos de agua (Gay 1845, Torres 1966, Rodríguez *et al.* 1983) mostrando una distribución discontinua.

Dentro de su actual rango, la especie ha sufrido un proceso creciente de "insularización" debido a perturbaciones exógenas de origen antrópico, que van desde alteración del hábitat a través de fuego y extracción para combustible, hasta sustitución por cultivos forestales de exóticas (Muñoz 1991). Habría que agregar la acción de depredadores y el estado sanitario de los ejemplares, que tendrían incidencia en la mantención de los frutos y la condición del follaje<sup>1,2</sup> (Muñoz 1991, Le Quesne 1995). Antecedentes acerca de la regeneración natural indicarían que la especie se encuentra en franca regresión (Muñoz 1991), vale decir, no existiría autoreemplazo. Aunque autores como Benoit (1987), entre otros<sup>3</sup>, postulan lo contrario. Bajo condiciones controladas *Pitavia* ha mostrado respuestas dispares a la germinación; mientras algunos autores documentan cifras cercanas al 70%<sup>4</sup> (Serra *et al.* 1986), otros entregan resultados inferiores a un 8% (Muñoz 1991). Por último, ensayos sobre propagación vegetativa dan cuenta de la dificultad que existe para reproducir la especie por esta vía (Muñoz 1991, López 1992).

El presente trabajo da a conocer antecedentes respecto a la germinación y viverización de la espe-

cie, basado en material generativo de tres procedencias.

## MATERIAL Y METODOS

*Características del sitio de estudio.* Tres estaciones meteorológicas ubicadas próximas al área de distribución de la especie (Di Castri y Hajek 1976) muestran concentración de las precipitaciones entre los meses de mayo y agosto, con valores anuales promedios entre 950 y 1.300 mm. Si bien existe un período estival seco, que se prolonga de sur a norte, y desde la vertiente occidental hacia la oriental de la Cordillera de la Costa, el promedio mensual de las precipitaciones en este período se mantiene sobre 9 mm. La humedad relativa anual registra valores promedios sobre 70%. Por otra parte, la lectura de los diagramas ombrotérmicos (figura 1) indica temperaturas medias anuales cercanas a 13.5° C, con mínimas medias y máximas medias en torno a los 7.5 y 20° C respectivamente.

*Suelos.* El ensayo se estableció en dependencias del Centro Nacional de Capacitación Forestal Escuadrón, perteneciente a la Corporación Nacional Forestal, localizado 12 km al sur de Concepción en dirección Coronel. El sustrato natural en esta zona costera son arenas de dunas estabilizadas y niveladas, cercanas al mar.

La viverización tuvo lugar en un suelo moderadamente ácido (cuadro 1), con niveles nutricionales deficitarios para los macroelementos reguladores del crecimiento. Los estándares normales para nitrógeno disponible (nitrato), fósforo disponible y potasio, son bastante superiores, > 25, > 15 y > 0.3 respectivamente. Para materia orgánica los niveles se encuentran en el rango considerado como normal. Los microelementos, por otra parte, presentan niveles normales o bajos y no se detecta toxicidad.

Una muestra de suelo de 0.5 kg del segmento superior del perfil fue remitida al Departamento de Agronomía de la Universidad de Concepción para su caracterización química y análisis granulométrico. El análisis granulométrico muestra un suelo que de acuerdo al triángulo de textura corresponde a una arena (S), puesto que prácticamente no existe representación de las demás fracciones (Schlatter *et al.* 1981). Como estructura de grano simple, presenta una elevada porosidad y baja capacidad de retención de agua.

1 Villa, A. Comunicación personal (1995, Corporación Nacional Forestal).

2 Saavedra, M. y Pincheira, H. Comunicación personal (1991, Corporación Nacional Forestal).

3 Villa, A. Comunicación personal (1995, Corporación Nacional Forestal).

4 Ríos, D. Comunicación personal (1997, Universidad de Concepción).

CUADRO 1

Análisis químico y granulométrico del suelo en que se llevó a cabo la siembra.  
Chemical and granulometric analysis of the soil where seeds were sowed.

pH (H <sub>2</sub> O)	N-NO <sub>3</sub> ppm	P ppm	Mat. Org. (%)	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
				meq/100 g suelo				ppm			
6.29	3.7	8.6	2.4	0.24	2.19	0.52	0.44	83	12	1.7	1.3
	Mb	B	N	B	B	B	N	N	N	B	B
				Sist. U.S.D.A (%)			Sist. Internacional (%)				
				Textura							
				Arena			97.6				
				Limo			2.1				
				Arcilla			0.3				

Simbología: Mb = Muy bajo, B = Bajo, N = Normal.

## METODOLOGIA

*Recolección de frutos y siembra.* Los frutos fueron recolectados en el suelo y directamente del árbol, entre los meses de abril y mayo de 1992, en las localidades de Trehualemu, Buchupureo y Maitenrehue, cuya ubicación geográfica se indica en la figura 1. Posteriormente se almacenaron en bolsas de papel a temperatura ambiente. La variabilidad en el porte de los frutos dentro de cada procedencia motivó una estratificación arbitraria en tres tamaños<sup>5</sup>, a saber: grandes (C1), medianos (C2) y pequeños (C3), considerando los rangos indicados en el cuadro 2. Las mediciones se realizaron en drupas frescas en sentido longitudinal (mayor dimensión lineal) utilizando pie de metro. La siembra se realizó a un distanciamiento de 0.2 m, introduciendo los frutos a 2 cm de la superficie, dispuestos con la base hacia abajo. Esta tuvo lugar el día 2 de junio de 1992. En total se sembraron 50 frutos de cada tamaño por procedencia (n = 450), sumados 402 frutos sin consideración de tamaño (entre 38 y 184 por procedencia). El ensayo no consideró repeticiones.

## MEDICIONES Y VALIDACION ESTADISTICA

Con periodicidad de una semana fueron realizados los conteos de germinación considerando como tal los frutos emergidos. Sobre la base de los resultados acumulados se determinó el porcentaje de germinación y derivado de los datos semanales se pudo graficar su comportamiento en el tiempo, asociando éste a registros de temperaturas de suelo obtenidos de la estación meteorológica Escuadrón, situada a 1 km del ensayo.

Durante el período estival las plántulas se mantuvieron con un régimen de riego cada 48 horas y bajo sombreado de malla Raschel (50%). Transcurridos tres y cinco meses a contar del último registro de emergencia, se procedió a la medición de las plántulas. Para tal efecto se consideró la altura total del tallo y el diámetro de cuello a 1 cm de la base, utilizando reglilla calibrada en milímetros y pie de metro con resolución a la décima de milímetro. A partir del quinto mes (abril de 1992) se produjo un incremento creciente de la mortalidad, la que fue registrada luego de un año, tomando como base de cálculo el número de frutos emergidos.

La validación estadística se realizó a través de comparaciones pareadas de medias, adoptando como criterio las diferencias significativas mayores, para un nivel de  $\alpha = 0.05$ . Al no existir un diseño experimental previo que cumpliera los supuestos requeridos para el análisis de varianza, se optó por la prueba de Scheffé, cuyo nivel de exi-

<sup>5</sup> Se incluye también un tamaño signado como mezcla (M) que contiene frutos de todo el rango de tamaños para cada procedencia. Para este calibre no se midieron frutos estimando que sus dimensiones varían en torno a valores promedio.

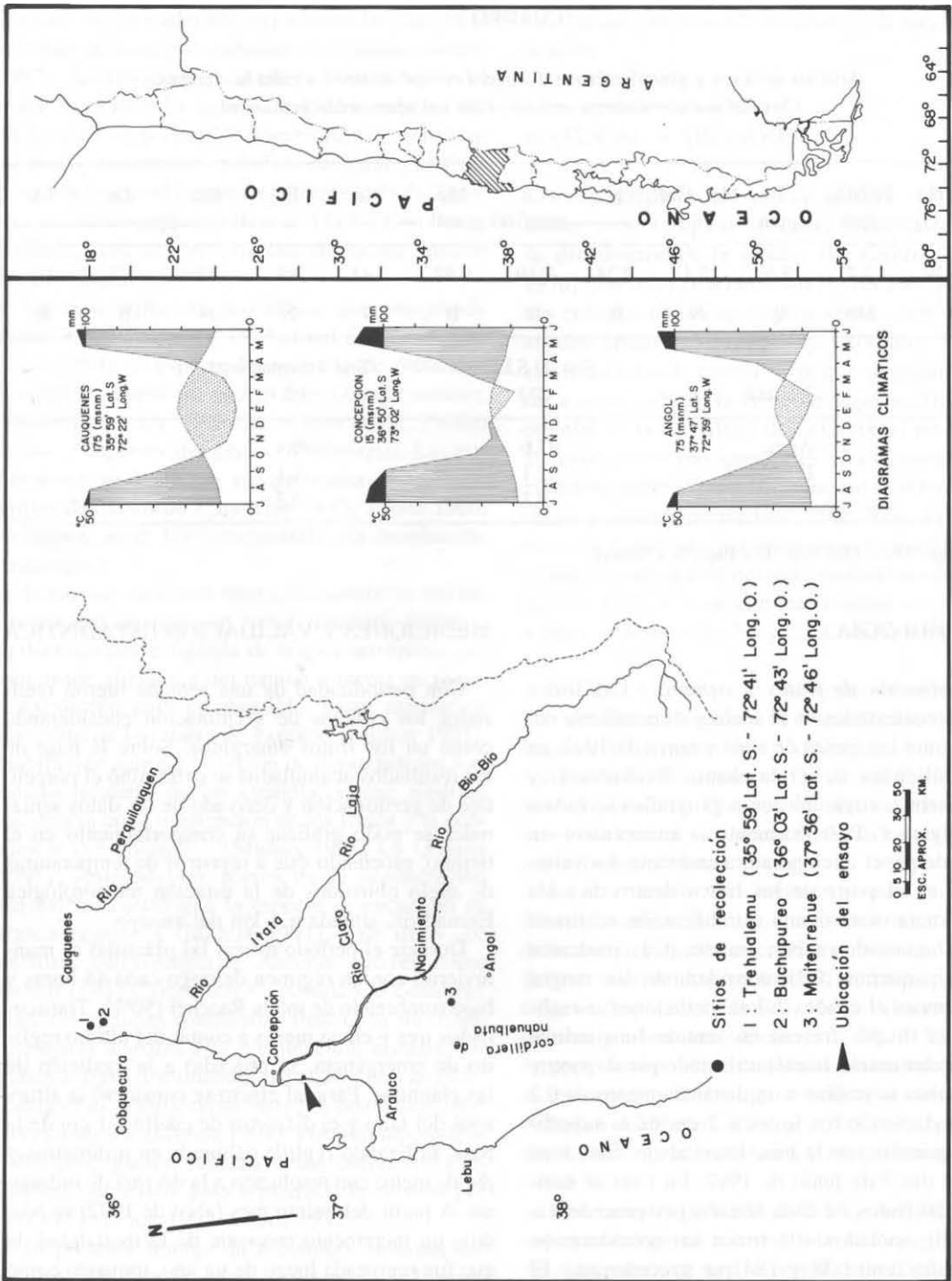


Figura 1. Sitios de recolección de frutos y diagramas climáticos obtenidos de Di Castri y Hajek (1976). Fruit collecting sites and climatic diagrams after Di Castri and Hajek (1976).

CUADRO 2

Rangos de tamaño para frutos segregados en tres tamaños, según procedencia.  
Size range of fruits segregated into three sizes per provenance.

Procedencia	Tamaño* (Rango (mm))			X ± STD
	Grandes C1	Medianas C2	Pequeñas C3	
Trehualemu	26.3-22.6	21.9-20.3	19.9-15.1	21.7±2.83
Buchupureo	28.5-24.9	23.6-20.2	19.9-15.1	24.5±2.52
Maitenrehue	23.9-21.4	20.8-19.2	19.1-15.9	20.8±1.96

\* Máxima dimensión lineal (n = 60).

gencia permite confiar en las comparaciones sugeridas por los datos (Steel y Torrie 1989).

El valor crítico de Scheffé, está dado por:

$$\text{valor crítico de Scheffé} = S s_Q$$

$$S = \sqrt{f_{tk} \{ F_{\alpha}(f_{tk}, f_e) \}}$$

$$s_Q = \sqrt{\frac{(S^2_k \sum C^2_i)}{r_k}} \quad ; k: 1, 2$$

Donde:  $f_{t1}$  y  $f_{t2}$  corresponden a los grados de libertad de los agrupamientos, según procedencias (número de procedencias -1), según tamaños (número de tamaños -1) y  $f_e$  a los grados de libertad del error ( $f_{t1}, f_{t2}$ ).  $F_{\alpha}(f_{tk}, f_e)$  es el valor teórico de la distribución de Fischer a un nivel  $\alpha = 0.05$  con los correspondientes grados de libertad, es la varianza entre medias con  $k = 1$  para procedencias y  $k = 2$  para tamaños;  $r_k$  es el total de observaciones por grupo, en este caso para agrupamiento por procedencias  $r = 3$ , y para agrupamiento por tamaños  $r = 4$ . Finalmente,  $c_i$  son los coeficientes de contrastes pareados, que toman valores 1 y -1, y tienen como condición el ser ortogonales, es decir,  $\sum c_i = 0$ .

## RESULTADOS

**Germinación.** Las primeras emergencias de frutos se presentaron transcurridas 10 semanas desde la fecha de siembra (primera semana de agosto), cuando la temperatura media semanal a

ras de suelo osciló en torno a los 8° C, como se puede apreciar en la figura 2. A partir de entonces se produjo un incremento sostenido en la tasa de emergencia, que alcanzó un máximo en la semana 20, sincronizado para las tres procedencias, cuando las temperaturas medias semanales bordearon los 11° C. Luego ocurre un descenso abrupto que culmina en la semana 27, en que finaliza el proceso de germinación, el que estaría acotado bajo estas condiciones a un período de 16 semanas. Al comparar las curvas es notable observar el comportamiento para Trehualemu, procedencia en que se registra una respuesta temprana, claramente entre la semana 10 y 15.

Las curvas acumuladas de germinación (figura 3) muestran una propensión a la emergencia temprana de los frutos grandes (C1), salvo para Buchupureo, que en general presenta un retardo inicial respecto de las demás procedencias. Para Trehualemu la emergencia temprana se acentúa, incluyendo los tamaños C2 y C3, lo cual queda reflejado también en la figura 2.

Las curvas del tamaño C2 muestran una mayor germinación considerando todas las procedencias. Los porcentajes de germinación muestran en conjunto un promedio cercano al 70%, siendo el menor Buchupureo y el mayor Trehualemu, con valores de 59 y 80% respectivamente. Estas cifras arrojan diferencias significativas según el valor crítico de Scheffé (para  $\alpha = 0.05$ ). Maitenrehue, en tanto, oscila próximo al promedio, con un registro de 68% (cuadro 3).

Tomando en cuenta el tamaño de los frutos, los valores más bajos de germinación se presentan en Buchupureo. En esta procedencia la germinación de los tamaños C1 y C3 alcanza un 50%. Por otra

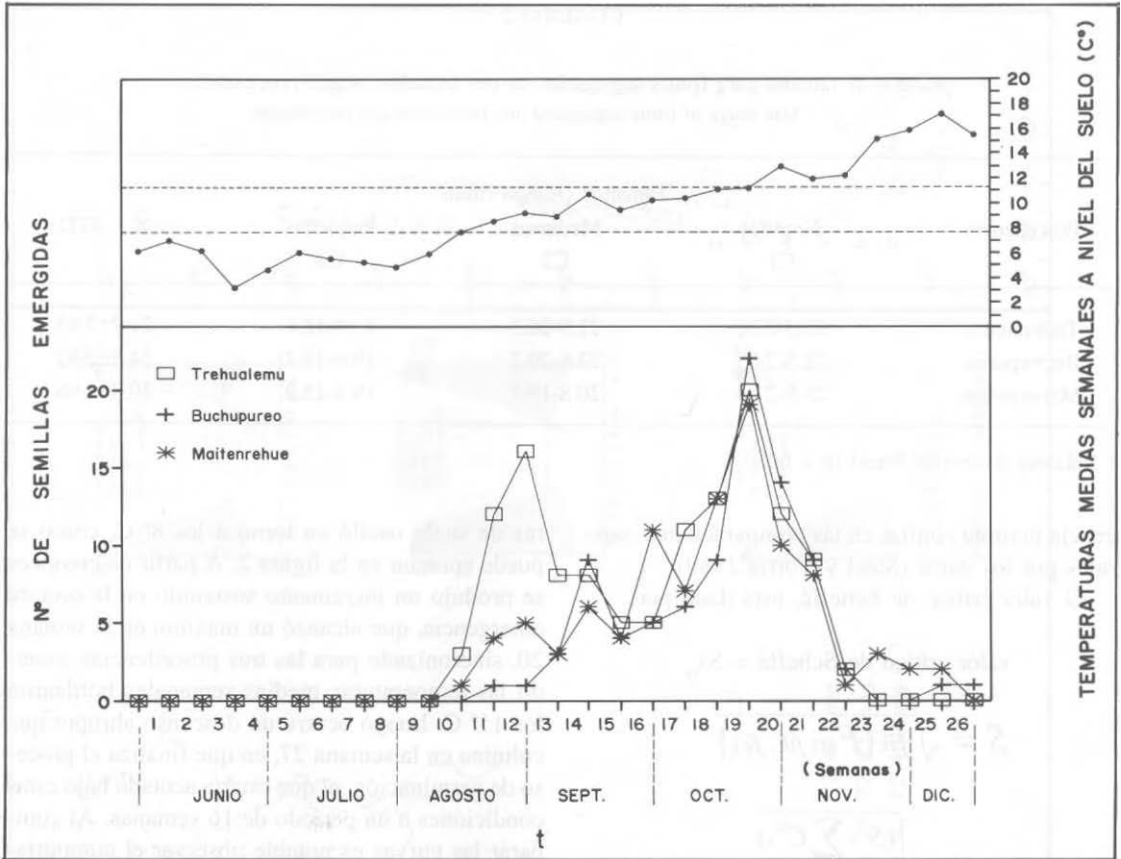


Figura 2. Curva de temperaturas medias semanales a nivel del suelo calculadas a partir de 3 registros diarios (8, 14 y 20 hrs) obtenidos de la Estación Meteorológica Escuadrón situada a un kilómetro del Ensayo FORMIN-CMPC (1993), y curvas de emergencia confeccionadas en base a conteos semanales por procedencia. Weekly average temperature curves for soil surface, calculated from 3 daily registers (8, 14 and 20 hrs) obtained from the meteorological station Escuadrón, located 1 km from the essay site, FORMIN-CMPC (1993), and emergency curves performed weekly countings per provenience.

parte, la comparación entre tamaños entrega valores extremos de 60 a 81% de germinación, para C3 y C2 respectivamente, diferencia que resulta ser significativa de acuerdo al valor crítico de Scheffé. El tamaño M, que es una mezcla de distintos tamaños, muestra un comportamiento cercano al promedio.

*Altura de plántulas.* Las alturas promedio para plántulas de tres meses muestran un comportamiento homogéneo al comparar las procedencias (cuadro 4), con valores extremos que fluctúan entre 11.8 y 13.3 cm, para Maitenrehue y Buchupureo respectivamente. Ambas procedencias mantienen esta tendencia al quinto mes, aumentando la diferencia a 4.7 cm, con promedios de 13.9 y 18.6 cm. Al comparar las citadas diferencias con el valor crítico de Scheffé, no se observan diferencias significativas.

Las comparaciones entre alturas promedio por tamaño del fruto arrojan diferencias máximas de 3.1 y 4.0 cm, para plántulas de tres y cinco meses respectivamente, correspondiendo a los tamaños C1 y C3. El valor de Scheffé, en este caso, señala que sólo para las plántulas de tres meses las diferencias son significativas al 95% de confianza. Sin embargo, se observa una tendencia hacia alturas superiores en plántulas provenientes de frutos con mayor tamaño. Por otra parte, el tamaño M presenta en términos generales cifras cercanas al valor promedio. En plántulas de cinco meses las desviaciones aumentan respecto a plántulas de tres meses, logrando el valor promedio del tamaño M, en algunos casos como en Trehualemu, superar el registro de alturas para C1. Por último, el desarrollo en altura para dos meses de seguimiento alcanzó un incremento cercano a 4 cm.

**Diámetro de cuello.** Para presentar los resultados de diámetro promedio de cuello (cuadro 5), se obvió la segregación por tamaños, dada la reducida influencia de éstos sobre dicha variable respuesta.

Los registros obtenidos para plántulas de tres meses muestran diámetros muy similares entre procedencias, con valores que varían escasamente en torno a 0.3 cm. Al cabo de cinco meses las plántulas presentan valores extremos de 0.42 y 0.50 cm, para Buchupureo y Trehualemu respectivamente, registro promedio superior en 0.16 cm respecto a la medición previa.

**Mortalidad de plántulas.** Como se aprecia en el cuadro 3, la mortalidad de plántulas, con un año de viverización, difiere notoriamente entre las tres procedencias que componen este ensayo. Los valores fluctúan entre 27 y 95%, con un registro intermedio de 45%. Esta disparidad se confirma al comparar los valores promedio de acuerdo a Scheffé para un nivel de  $\alpha = 0.05$ .

Especialmente crítica se tornó la mortalidad para Maitenrehue, puesto que de su población inicial (frutos emergidos) sólo un 5% logró sobrevivir y alcanzar el estado de plántula. Al comparar igual variable respuesta entre tamaños, las desviaciones resultan reducidas, con valores extremos de 53 y 60%, para los tamaños M y C3 respectivamente.

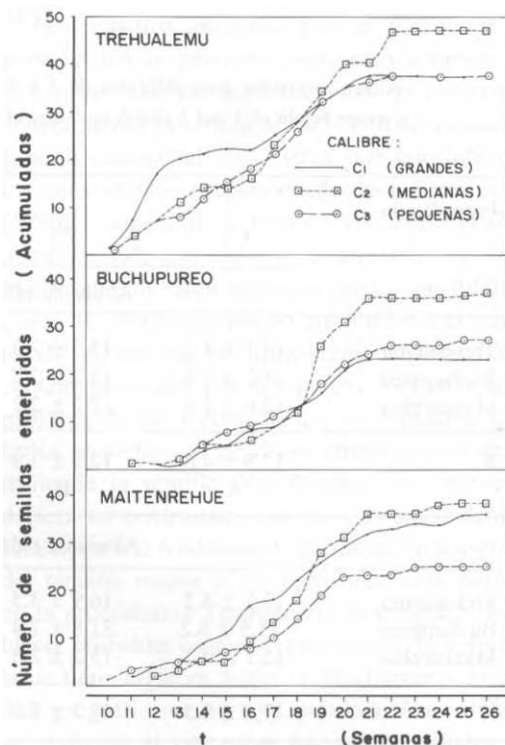


Figura 3. Curvas acumuladas de frutos emergidos por procedencia, confeccionadas a partir de conteos semanales sobre una base inicial de N=50 para cada tamaño; N total = 450. Registro a contar de agosto (10ª semana del ensayo).

Accumulated curves of emergent seeds per provenance, performed through weekly countings based on N=50 for each size; total N=450.

CUADRO 3

Germinación y mortalidad de plántulas de *Pitavia punctata* según procedencia.  
Seed germination and seedling mortality per provenance of *Pitavia punctata*.

Procedencia	Tamaño				$\bar{X}$
	C1	C2	C3	M	
Germinación (%) [#]					
Trehualemu	76	94	76	75 (180)	80 a
Buchupureo	50	72	50	63 (184)	59 b
Maitenrehue	76	76	54	68 (038)	68
$\bar{X}$	67	81 A	60 B	69	69
Mortalidad de plántulas (%) [*]					
Trehualemu	24 (38)	31 (47)	23 (38)	32 (135)	27 a
Buchupureo	46 (25)	41 (36)	59 (25)	35 (116)	45 b
Maitenrehue	98 (38)	92 (38)	97 (27)	92 (026)	95 c
$\bar{X}$	56	55	60	53	56

[#] : Cada unidad muestral consta de n = 50 frutos, exceptuando el tamaño M, cuyo monto se indica entre paréntesis.

[\*]: El tamaño de cada unidad experimental se señala entre paréntesis y corresponde al número de frutos emergidos, base empleada para el cálculo de la mortalidad transcurridos 12 meses desde la última emergencia.

a b c / A B: Se rechaza la hipótesis de igualdad de medias para Scheffé ( $\alpha = 0.05$ ).

## CUADRO 4

Altura promedio para plántulas de 3 y 5 meses según procedencia y tamaño del fruto.  
Average height of 3 and 5 month seedlings of *P. punctata* according to provenance and fruit size.

Procedencia	Calibre				$\bar{X}$
	C1	C2	C3	M	
Altura de plántulas / 3 meses (cm) $\pm$ STD					
Trehualemu	12.7 $\pm$ 4.0	13.3 $\pm$ 2.3	10.4 $\pm$ 2.8	11.6 $\pm$ 2.2	12.0 $\pm$ 3.1
Buchupureo	16.2 $\pm$ 2.9	13.2 $\pm$ 2.7	11.0 $\pm$ 2.1	12.8 $\pm$ 2.9	13.3 $\pm$ 3.3
Maitenrehue	12.6 $\pm$ 2.4	12.2 $\pm$ 2.2	10.7 $\pm$ 1.7	11.8 $\pm$ 2.6	11.8 $\pm$ 2.3
$\bar{X}$	13.8 $\pm$ 4.6 A	12.9 $\pm$ 3.9 B	10.7 $\pm$ 4.4	12.1 $\pm$ 5.4	12.4 $\pm$ 4.8
Altura de plántulas / 5 meses (cm) $\pm$ STD					
Trehualemu	17.2 $\pm$ 5.2	16.9 $\pm$ 3.5	13.6 $\pm$ 5.2	17.5 $\pm$ 6.4	16.3 $\pm$ 5.4
Buchupureo	21.5 $\pm$ 8.2	21.8 $\pm$ 7.4	15.0 $\pm$ 4.4	16.0 $\pm$ 3.9	18.6 $\pm$ 7.0
Maitenrehue	15.1 $\pm$ 2.3	13.2 $\pm$ 2.3	13.1 $\pm$ 4.5	14.2 $\pm$ 4.0	13.9 $\pm$ 3.5
$\bar{X}$	17.9 $\pm$ 9.3	17.3 $\pm$ 8.0	13.9 $\pm$ 7.5	15.9 $\pm$ 8.0	16.2 $\pm$ 8.5

A B: Se rechaza la hipótesis de igualdad de medias para Scheffé ( $\alpha = 0.05$ ).

## CUADRO 5

Diámetro promedio de cuello para plántulas de 3 y 5 meses según procedencia.

Average basal diameter for 3 and 5 month seedlings per provenance.

Procedencia	Diámetro (cm)	
	$\bar{X} \pm$ STD	
	3 meses	5 meses
Trehualemu	0.31 $\pm$ 0.06	0.50 $\pm$ 0.08
Buchupureo	0.30 $\pm$ 0.05	0.42 $\pm$ 0.10
Maitenrehue	0.30 $\pm$ 0.06	0.47 $\pm$ 0.09
$\bar{X}$	0.30 $\pm$ 0.07	0.46 $\pm$ 0.11

## DISCUSION

En la germinación los frutos emergen a la superficie y al desprenderse liberan los cotiledones, vale decir, la especie presenta germinación de tipo epigea, lo que concuerda con las observaciones de Muñoz (1991).

Rodríguez *et al.* (1983) y Serra *et al.* (1986) indican que la fructificación de *P. punctata* tiene lugar entre febrero y abril, mientras que Donoso y Cabello (1978) la ubican entre febrero y marzo. Para esa fecha las semillas se encuentran maduras y estarían en condiciones de iniciar la germinación. Sin embargo, el comportamiento de la germinación en vivero, para una localidad como Escuadrón, con características climáticas dentro del rango de distribución actual para la especie, denota un período de otoño-invierno sin emergencia de frutos. Podemos indicar, entonces, que habría un retardo de la germinación mientras el nivel de la temperatura permanece deprimido. Las primeras emergencias tuvieron lugar recién cuando las temperaturas medias semanales a ras de suelo alcanzaron 8° C, vale decir, a principios de agosto. Resultados no publicados<sup>6</sup> en condiciones de laboratorio avalarían lo señalado, por cuanto a temperaturas entre 18 y 20° C la germinación se inicia luego de cuatro días y transcurridas cuatro semanas, sobre un 75% del total de semillas se consideró como germina-

<sup>6</sup> Ríos, D. Comunicación personal (1997, Universidad de Concepción).



da. Lo anterior podría reafirmarse dado que durante el almacenamiento de los frutos, en envases de polietileno, se produjo la aparición de la radícula, observado también por Donoso<sup>7</sup> en almacenamiento en frascos de vidrio. Por último, Le Quesne (1995) indica que la especie presenta viviparí en frutos mantenidos en el follaje hacia fines de otoño, cuando aún la temperatura no ha descendido considerablemente.

Si bien Donoso (1993) le atribuye hidrocoría a la especie, dado que buena parte de los frutos cae a los cursos de agua, no ha sido evaluado el nivel de contaminación que ocasiona la permanencia de éstos en un medio acuoso.

La pérdida de semillas por pudrición de los frutos en el presente ensayo alcanzó valores de 17, 26 y 37%, para Trehualemu, Maitenrehue y Buchupureo, respectivamente. Dicho fenómeno ha sido señalado como factor incidente en la reducción de viabilidad, aun cuando no se indica la magnitud del daño<sup>8</sup> (Muñoz 1991 y Le Quesne 1995). Por otra parte, registros de germinación bajo ambiente controlado<sup>9</sup> señalan que la contaminación por hongos y bacterias afecta a alrededor del 10% de los frutos. Considerando la textura arenosa del sustrato en nuestro ensayo, podemos inferir un bajo contenido de agua en suelo; de tal modo que cabría esperar tasas mayores de contaminación por hongos y bacterias en condiciones naturales, dados los requerimientos azonales de la especie, que habita de preferencia en suelos anegados al fondo de quebradas o vecina a cursos de agua. Además, habría que considerar el efecto de la concentración de las precipitaciones durante el período otoño-invierno en que los frutos se mantienen expuestos sobre el sustrato.

Resultados obtenidos por Muñoz (1991) muestran que el almacenamiento y/o estratificación de los frutos en arena húmeda a 4° C durante un período prolongado parecieran no favorecer la germinación. De acuerdo a la presente experiencia, se considera importante mantener las drupas hidratadas, ya que de lo contrario compromete la viabilidad de la semillas, lo cual se evita reduciendo el lapso transcurrido entre la colecta y la siembra de los propágulos.

Los registros arrojados para el porcentaje de germinación se perciben como satisfactorios, teniendo presente que las cifras menores por procedencia fueron próximas al 60%, con un promedio general cercano al 70%, valor que coincide con los antecedentes proporcionados por Serra *et al.* (1986) y supera al de Donoso y Cabello (1978), que es de 50%. Sin embargo, es probable que nuestros resultados estén afectados por cargas diferenciales de contaminación no atribuibles a la viabilidad<sup>10</sup>. Al analizar las cifras según tamaño, el porcentaje mostrado por C3 podría asociarse a la madurez de los frutos, ya que es esperable para frutos pequeños un estado incompleto en el desarrollo de la semilla. No obstante, este supuesto debiera ser contrastado con mayores antecedentes. En cuanto a la tendencia de germinación temprana del tamaño mayor (C1), particularmente notorio en la procedencia Trehualemu, es complejo establecer probables causas, puesto que dicha respuesta no tiene lugar en frutos de Buchupureo, localidad geográficamente muy próxima. Lo señalado se reafirma al comparar los valores totales de germinación entre estas procedencias, ya que presentan registros extremos, con diferencias significativas.

El desarrollo en altura de las plántulas, al cabo de cinco meses de viverización, indica que la especie presenta un buen potencial de crecimiento, con un promedio cercano a 3 cm/mes. Si bien existen diferencias iniciales debidas al tamaño de los frutos, al comparar C1 y C3 éstas se estrechan luego de cinco meses. En cuanto a las dimensiones totales alcanzadas por las plántulas, cabría esperar mejores resultados que los logrados en este ensayo, teniendo en consideración los bajos niveles nutricionales que arroja la caracterización química de los suelos.

Al analizar la mortalidad de las plántulas, resulta notorio el efecto que posee la procedencia del material generativo sobre ésta. En contraste, la respuesta de la mortalidad asociada al tamaño de los frutos exhibe un comportamiento promedio homogéneo. Lo anterior, sumado a las diferencias significativas en la germinación para procedencias geográficamente próximas, llevaría a suponer que la distribución actual de la especie, caracterizada

<sup>7</sup> Donoso, C. Comunicación personal (1996, Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile).

<sup>8</sup> Saavedra, M. y H. Pincheira. Comunicación personal (1991, Corporación Nacional Forestal).

<sup>9</sup> Ríos, D. Comunicación personal (1997, Universidad de Concepción).

<sup>10</sup> Para el caso de Maitenrehue, por ejemplo, Amagada (1993) documenta una viabilidad entre 88 y 90%.

por una marcada fragmentación, ha dado lugar a variaciones poblacionales. Material proveniente de un mayor número de localidades, y el uso de otras técnicas, permitirán contrastar la aseveración precedente, cuya validez escapa a los alcances y limitaciones del presente estudio.

## CONCLUSIONES

- La germinación en vivero se inicia luego de dos meses. Al parecer, este retardo estaría relacionado con el nivel de temperatura del suelo. Bajo las condiciones del presente ensayo el proceso germinativo se acota a un período de 17 semanas.
- Se confirma en este estudio el carácter epigeo de la germinación de *Pitavia punctata*.
- La mortalidad de plántulas y en menor grado la germinación muestran tasas notoriamente distintas entre procedencias, lo que conduce al supuesto de diferencias en el material generativo.
- Los elevados valores de germinación, y el desarrollo aceptable de las plántulas transcurrido un año de viverización, tornan la reproducción por semillas como una alternativa para recuperar la especie. No obstante, faltan aún experiencias de establecimiento en sitios naturales, para evaluar el éxito de la repoblación con dicho material, y con ello contribuir de forma efectiva a la conservación de esta especie.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a los profesores Carolina Villagrán M. y Claudio Donoso Z. por la corrección y lectura crítica del manuscrito. A Marcos Valenzuela por la confección de las figuras y a Miguel Rubilar por su contribución al planteamiento estadístico del ensayo. Por la ubicación de los sitios y el aporte de frutos a los Sres. Alexis Villa, Carlos Carreño, Jorge Burgos, Vicente Paele y Marcelo Saavedra. Al Sr. Juan Francisco Gajardo por otorgar todas las facilidades para realizar el ensayo en el Centro Nacional de Capacitación Forestal Escuadrón (CENCAFE). Además a los Sres. Enrique Villa y Guillermo Benítez por el seguimiento de la experiencia en el vivero.

## REFERENCIAS

- ARRIAGADA, A. 1993. Determinación de las principales variables involucradas en la propagación de *Pitavia punctata* (R. et P.) Mol. Seminario de título Departamento de Cs. Forestales, Pontificia Universidad Católica de Chile, Temuco, 56 p.
- BENOIT, I. 1987. "El Pitao", *Chile Forestal* 136: 16-17.
- BENOIT, I. 1989. Red list of Chilean terrestrial flora. CONAF, Santiago. Chile.
- DI CASTRI, F., E. HAJEK. 1976. *Bioclimatología de Chile*. Universidad Católica de Chile, Santiago, 128 p.
- DONOSO, C. 1993. *Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica*. Ecología Forestal, Ed. Universitaria, Santiago, Chile, 483 p.
- DONOSO, C, A. CABELLO. 1978. "Antecedentes fenológicos y de germinación de las especies leñosas chilenas", *Ciencias Forestales* 2: 31-42.
- FORMIN-CMPC. 1993. Anuario Meteorológico 1992. Estaciones: Escuadrón y Colicheu. Departamento de Mejoramiento Genético y Producción de Semillas. Concepción, Chile. 65 p.
- GAY, C. 1845. *Historia física y política de Chile*. Botánica I. París, Francia, 486 p.
- LE QUESNE, C. 1995. Algunos agentes bióticos asociados a "Pitao". (*Pitavia punctata* Mol.), Rutaceae endémica en peligro de extinción. CONAF, Departamento de Manejo y Desarrollo Forestal. Santiago, Chile, 21 p.
- LOPEZ, L. 1992. Propagación vegetativa de tres especies catalogadas en peligro de extinción. *Berberidopsis corallina* Hook. f. michay rojo, *Gomortega keule* (Mol.) Baillon queule, *Pitavia punctata* (R. et P.) Mol. Pitao. Tesis, Fac. de Cs. Agronómicas, Veterinarias y Forestales, Universidad de Concepción, 104 p.
- MUÑOZ, R. 1991. Caracterización del hábitat de *Pitavia punctata* (R. et P.) Mol., a través de su distribución geográfica y algunos antecedentes de su reproducción sexual y asexual. Tesis Fac. de Cs. Agronómicas, Veterinarias y Forestales. Universidad de Concepción, 78 p.
- RODRIGUEZ, R., O. MATTHEI, M. QUEZADA. 1983. *Flora arbórea de Chile*. Ed. Univ. de Concepción, Chile, 408 p.
- SCHLATTER, J., R. GREZ, V. GERDING. 1981. *Manual para el reconocimiento de suelos*. Fac. de Cs. Forestales, Universidad Austral de Chile, Ed. Alborada, Valdivia, Chile, 81 p.
- SERRA, M.T., R. GAJARDO, A. CABELLO. 1986. Programa de protección y recuperación de la flora nativa de Chile. Ficha técnica de especies amenazadas; *Pitavia punctata* Mol., Pitao (Rutaceae), especie en peligro. Universidad de Chile, 16 p.
- STEEL, R., J. TORRIE. 1988. *Bioestadística. Principios y procedimientos*. 2° ed., Mac Graw-Hill, México. 622 p.
- TORRES, F. 1966. "Estudio anatómico de *Pitavia punctata* (Rutaceae)", *Gayana Botánica* 15: 3-24.
- VILLAGRAN, C. 1994. Quaternary History of the Mediterranean Vegetation of Chile. En: *Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystems in Chile, California and Australia* (M. T. K. Arroyo. P.H. Zedler & M.D. Fox, Eds.). Springer Verlag, New York. 455 p.
- VILLAGRAN, C, C. LE QUESNE, J.C. ARAVENA, H. JIMENEZ, L.F. HINOJOSA. 1994. "El rol de los cambios de clima del Cuaternario en la distribución actual de la vegetación de Chile Central-Sur", *Bamberger Geographische Schriften* 12: 219-235.