

# GERMINACION DE RAULI BAJO DIFERENTES TEMPERATURAS

Michael Bourke\*

## RESUMEN

Considerando el hecho de que la germinación de la semilla de raulí tiene lugar en un período de tiempo variable después de la siembra, el cual puede llegar hasta un año, se realizaron ensayos destinados a determinar la influencia que diversas condiciones de temperatura ejercen sobre la germinación.

Se usaron semillas de distintas procedencias de la Cordillera de los Andes entre los 37° y los 40° de Latitud Sur. Los resultados indican que existen diferencias en la germinación dependiendo de las procedencias y de los regímenes de temperatura aplicados al tratar las semillas.

La aplicación durante 30 días de temperaturas que variaban a lo largo del día (10 horas con 18°C y 14 horas con 6°C) y luego de una temperatura constante durante otros 30 días (18°C/24 h) produjo los porcentajes de germinación más altos. También se obtuvieron buenos niveles de germinación remojando la semilla en agua fría con anterioridad a la siembra. No hubo germinación al tratar la semilla con agua a una temperatura de 70°C.

## ABSTRACT

*Starting from the base that the germination of the seed of raulí shows a certain tendency of irregular germination (even seed germinating one year after), two tests were designed to locate the normal range of the influence of temperature over germination. Different provenances (6) were used from the west side of the Andes mountain range between the latitudes of 37°S and 40°S.*

*The results indicate that a difference does exist in the germination ability of the different provenances, and also, between the germination temperatures tested. The combination of, a variable temperature for 30 days, (18°C/10 h/day then 6°C, 14 h/day), and then a constant temperature (18°C/24 h/day) for another 30 days, gave the best germination of all treatments. Good results were also obtained by soaking the seed in cold water for 72 hours. No seed, exposed to a short period of hot water (70°C) germinated.*

---

\* Ingeniero Forestal, División Regional, Instituto Forestal.

## INTRODUCCION

El tiempo que transcurre entre la siembra y la germinación de la semilla de raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.) es muy variable y puede prolongarse incluso hasta un año (Moreno y Ramírez 1976). Durante la viverización, este hecho puede originar una distribución heterogénea en la platabanda y, en consecuencia, un desarrollo no uniforme de las plantas (Schmidt, Ipinza y Vial, 1976).

Conocer la influencia que las distintas procedencias y los factores del medio natural de la semilla, tales como las condiciones de temperatura y humedad, pueden ejercer sobre la germinación, contribuye a explicar el fenómeno germinativo, haciendo posible controlar adecuadamente esas variables en función de los requerimientos de producción (Grosse, Cubillos y Bourke, 1986).

## MATERIAL Y METODO

Los ensayos se realizaron con semillas de distintas procedencias (Cuadro 1), las condiciones de temperatura y humedad, sin embargo, sólo fueron ensayadas para el área de Neltume, X Región, que incluye las procedencias "Dos Viejos", "Liquiñe Alto", "Remeco-Moreno" y "Changlil".

CUADRO 1:  
PROCEDENCIA DE LAS SEMILLAS DE RAULI UTILIZADAS EN LOS ENSAYOS

Procedencia	Cantidad (kg)	Altitud (msnm)	Latitud	Fecha de Recolección	Viabilidad(*)
"Dos Viejos"	108.794	700-750	39°50'S	Marzo 1985	98°/o
"Liquiñe Alto"	137.615	600-650	39°37'S	Marzo 1985	91°/o
"Remeco Moreno"	88.550	700-750	39°45'S	Abril 1985	96°/o
"Changlil"	114.405	500-600	39°40'S	Abril 1985	93°/o
"Melipeuco"	108.695	700	38°03'S	Marzo 1986	s.a.
"Ralco-Colluco"	86.956	1250	37°53'S	Marzo 1986	s.a.

(\*) Viabilidad después de flotación por 24 horas y ensayo de corte de semilla.

Los ensayos realizados fueron:

- Ensayo de régimen variable y constante de temperatura, orientado a simular las condiciones ambientales en el medio natural durante el período de germinación (septiembre y octubre), considerando además un ambiente en condiciones constantes, como se daría en laboratorio.
- Ensayo de remojo en agua a distintas temperaturas, orientado a simular temperaturas constantes altas y temperaturas variables que se pueden producir al final del período de germinación.

El detalle de los ensayos se describe a continuación:

*Ensayo de régimen variable y constante de Temperatura:*

Diseño: 4 x 3 factorial con 8 repeticiones

Número de factores: 2 (A, B)

A: Procedencia:

Almacenamiento de semillas: 18 meses a temperatura ambiental.  
Estratificación: arena húmeda a 5°C durante 30 días.

A<sub>1</sub>: "Dos Viejos"

A<sub>2</sub>: "Liquiñe Alto"

A<sub>3</sub>: "Remeco-Moreno"

A<sub>4</sub>: "Changlil"

B: Temperatura

B<sub>1</sub>: Temperatura variable (6°C/14 h/día y 18°C/10 h/día).

Duración: 30 días.

Simula situación posible durante el período de germinación natural (septiembre-octubre).

B<sub>2</sub>: Temperatura constante (18°C/24 h/día)

Duración: 30 días

Simula sólo una temperatura constante alta durante el período de germinación. Se asemeja a las condiciones ambientales dentro de un laboratorio.

B<sub>3</sub>: Durante 30 días se aplican condiciones B<sub>1</sub> y durante los 30 días siguientes las condiciones de B<sub>2</sub>.

Simula situación posible durante el período de germinación natural (septiembre-octubre)

*Ensayo de remojo en agua a distintas temperaturas:*

Diseño: 2 x 2 x 2 factorial con 4 repeticiones.

Número de factores: 3 (A, B, C)

A: Procedencia:

Almacenamiento de semillas: 6 meses a 5°C en seco, sin estratificación.

A<sub>1</sub>: "Melipeuco"

A<sub>2</sub>: "Ralco - Colluco"

B: Remojo

B<sub>1</sub>: Agua fría (72 h de remojo)

B<sub>2</sub>: Agua fría y caliente (72 h de remojo en agua fría; luego la semilla se deposita en agua a 70°C, la cual se deja enfriar durante 3 h hasta llegar a 16°C).

Simula las altas temperaturas que la semilla alcanza en terreno al final de la época de germinación.

C: Temperatura:

C<sub>1</sub>: Temperatura variable (9°C/14 h/día y 18°C/10 h/día)

Duración: 30 días.

Simula la situación que se registra durante la época de germinación natural.

C<sub>2</sub>: Temperatura constante (18°C/24 h/día).

Duración: 30 días

Simula sólo la temperatura constante alta durante el período de germinación.

## RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados de las mediciones que reflejan las condiciones ambientales de campo, como los resultados de los ensayos realizados en laboratorio.

*Condiciones ambientales que afectan la germinación:* La germinación de semillas está sujeta a las condiciones ambientales que se van registrando en las distintas épocas del año, de modo que el conocimiento de estas condiciones es un antecedente básico para realizar los ensayos que se propone este estudio.

La caída de la semilla se produce al final del verano y principio del otoño, en una época de cierta sequedad ambiental. Durante este período, los valores promedio de la humedad relativa en los bosques donde crece el raulí fluctúan entre un 50<sup>o</sup>/o y un 90<sup>o</sup>/o (Hajek, 1975).

En esa época, la temperatura del suelo, registrada a 2 cm de profundidad, oscila para las máximas entre 15 y 22<sup>o</sup>C y para las mínimas entre 5 y 9<sup>o</sup>C. La semilla llega a los niveles de profundidad mencionados durante la época en que las hojas caen al suelo y son removidas de allí por los pájaros. (Burschel et al., 1976).

Durante el período invernal, de aproximadamente 4 meses, a 2 cm de profundidad de la capa de hojarasca, la temperatura varía entre un mínimo de -1<sup>o</sup>C y un máximo de 10<sup>o</sup>C. La humedad relativa es entonces de 90 a 100<sup>o</sup>/o. (Hajek, 1975).

Como período de germinación se consideran los meses de septiembre a noviembre. En el lugar donde se ubican las semillas, las temperaturas mínimas de ese período llegan a 1<sup>o</sup>C y las máximas a 31<sup>o</sup>C. Las temperaturas promedio durante la noche bordean los 3<sup>o</sup>C y durante el día los 14<sup>o</sup>C.

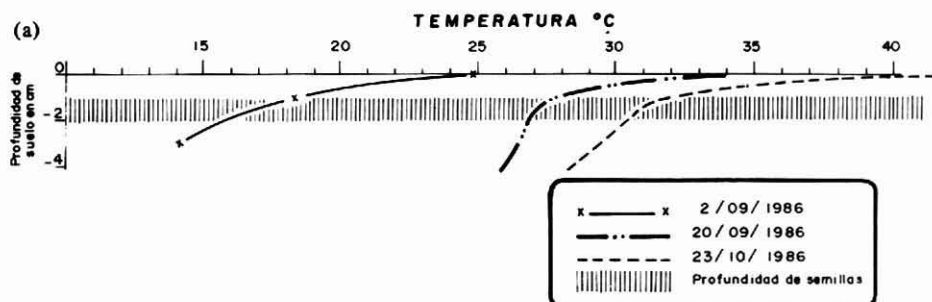
En el mes de diciembre, las temperaturas aumentan considerablemente pudiendo llegar en el área de Puyehue, que es comparable con Neltume, a un máximo de 60<sup>o</sup>C en el nivel superficial del suelo, según indicaciones de Cáceres (1984).

Actualmente se están realizando trabajos con raulí en los viveros de Molco en la Cordillera de Los Andes, a 39<sup>o</sup> 46' de Latitud Sur, y en Quelen-Quelen en la costa de la provincia de Arauco, a 37<sup>o</sup> 48' de Latitud Sur. En ambos lugares se han detectado temperaturas aproximadas de hasta 58<sup>o</sup> C a nivel del suelo y de hasta 35<sup>o</sup>C a 2 cm de profundidad. La importancia de estas temperaturas extremas radica en el efecto que pueden tener sobre la semilla. Según Hartmann y Kester (1980), temperaturas superiores a 43<sup>o</sup>C ya pueden afectar la viabilidad de muchos tipos de semillas. Experiencias realizadas por Richardson (1959) y Johnson (1979) son coincidentes en este aspecto e indican, además, que bajas en la viabilidad se pueden producir incluso con temperaturas menores a 43<sup>o</sup>C.

Las mediciones realizadas en los viveros de Molco y Quelen-Quelen indican que la viabilidad de la semilla puede resultar afectada por los niveles de temperatura del suelo dependiendo de la época del año y de la profundidad de la siembra (Figura 1).

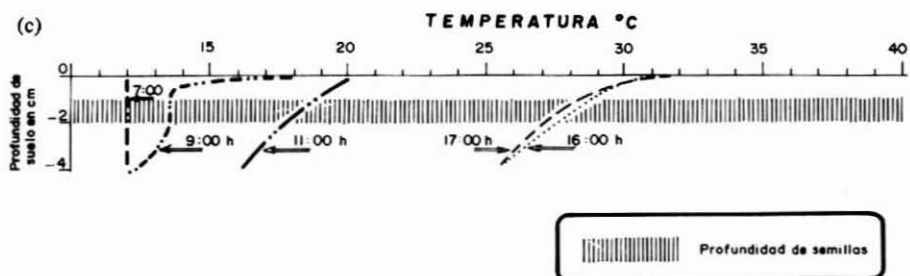
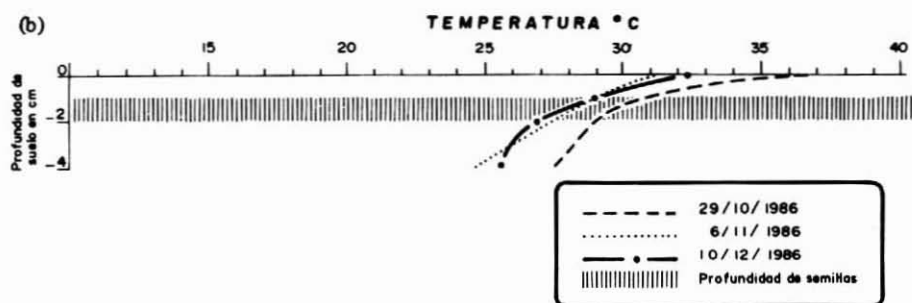
Los niveles más críticos se registran entre mediados de noviembre y mediados de diciembre. (Figura 1 b).

**FIGURA 1:**  
**TEMPERATURA DEL SUELO A COMIENZOS DE LA EPOCA DE GERMINACION**  
**EN FUNCION DE LA PROFUNDIDAD Y FECHA**



Continúa...

...Continuación



- NOTA: a) A comienzos de la época de germinación.  
 b) Al final de la época de germinación.  
 c) Durante un día al final de la época de germinación.  
 (6/11/86)

Las mediciones para los casos a y b se realizan una hora después del mediodía solar con cielo descubierto.

Si a condiciones de temperaturas extremadamente altas se agrega un alto contenido de humedad de las semillas, la pérdida de viabilidad puede ser aun mayor que con material seco. (Hartmann y Kester, 1980).

En diversos lugares del país se mantiene aún la práctica de secar la semilla de raulí a pleno sol, exponiéndola así a temperaturas del suelo que sobrepasan los 45°C. Parte del material recolectado en el área de Neltume y utilizado para estos ensayos fue afectado por este proceso, de modo que es razonable atribuir en cierta medida a este hecho los bajos porcentajes de semilla viable (Cuadro 1).

*Regímenes de temperatura y procedencias:* En los ensayos realizados para estudiar el efecto del régimen de temperatura constante o variable (Cuadro 2), se obtuvieron como resultado porcentajes de germinación con diferencias altamente significativas:

- entre los regímenes de temperatura ( $B_1$  variable,  $B_2$  constante y  $B_3$  combinación variable-constante)
- entre las procedencias ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  y  $A_4$ ).

GERMINACION DEL RAULI

entre las diversas combinaciones de régimen de temperatura y procedencia ( $A_1 B_1$ ,  $A_1 B_2$ , etc.).

Entre los regímenes de temperatura considerando el promedio de los resultados obtenidos con distintas procedencias, la combinación variable-constante ( $B_3$ ) dio origen al porcentaje de germinación más alto, que fue 70/o.

Entre las procedencias, analizando el promedio obtenido con los distintos regímenes de temperatura, la procedencia "Carranco-Changlil" ( $A_4$ ) fue la que originó el porcentaje más alto de germinación, 110/o.

Tomando las combinaciones de procedencia y régimen de temperatura, el porcentaje de germinación más alto, de un 190/o, correspondió a  $A_4 B_3$ , es decir, precisamente a la interacción de los dos factores que habían arrojado los mejores resultados en forma independiente, la procedencia "Carranco-Changlil" y el régimen de temperatura variable-constante.

**CUADRO 2**  
**ENSAYO DE REGIMEN VARIABLE Y CONSTANTE DE TEMPERATURA**  
**PARA DISTINTAS PROCEDENCIAS**

A PROCEDENCIA	TEMPERATURA B		VARIABLE-CONSTANTE ( $B_3$ ) B <sub>1</sub> durante 30 días B <sub>2</sub> durante 30 días	VALORES PROMEDIO
	VARIABLE ( $B_1$ ) 6°C/14 h/día 18°C/10 h/día (30 días)	CONSTANTE ( $B_2$ ) 18°C/24 h/día (30 días)		
CARRANCO ( $A_1$ ) "Dos Viejos"	00/o	00/o	10/o	00/o a
CARRANCO ( $A_2$ ) "Liquiñe Alto"	00/o	10/o	20/o	10/o a
NELTUME- ( $A_3$ ) CARRANCO "Remeco-Moreno"	00/o	00/o	50/o	20/o a
CARRANCO ( $A_4$ ) "Changlil"	20/o	120/o	190/o	110/o b
Valores Promedio	00/o a	40/o b	70/o c	

NOTAS: Factor procedencia (A): \*\*; Factor temperatura (B): \*\*; Interacción (A y B): \*\*;  
(\*\*): Significativo al 990/o Los tratamientos con letras minúsculas iguales no se diferencian entre ellos.

*Regímenes de temperatura, remojo en agua y procedencias:* En el ensayo realizado para estudiar distintos regímenes de temperatura con y sin remojo en agua para distintas procedencias (Cuadro 3 y Figura 2), se obtuvieron porcentajes de germinación con diferencias altamente significativas:

- entre las procedencias.
- entre los distintos regímenes de temperatura con remojo.
- entre los distintos regímenes de temperatura sin remojo.

El remojo de la semilla en agua fría y luego en agua caliente impidió la posterior germinación en los dos casos de procedencia y régimen de temperatura. En cambio, el remojo de la semilla en agua fría y el régimen de temperatura constante dio origen a los más altos porcentajes de germinación, correspondientes a 31,0% para la semilla de Melipeuco y 11,5% para la semilla de Ralco-Colluco.

Cada uno de los tres factores considerado por separado demostró ser significativo en el porcentaje de germinación, así como también las diversas interacciones, a excepción de la ejercida en conjunto por la procedencia y el régimen de temperatura sin remojo (Cuadro 3).

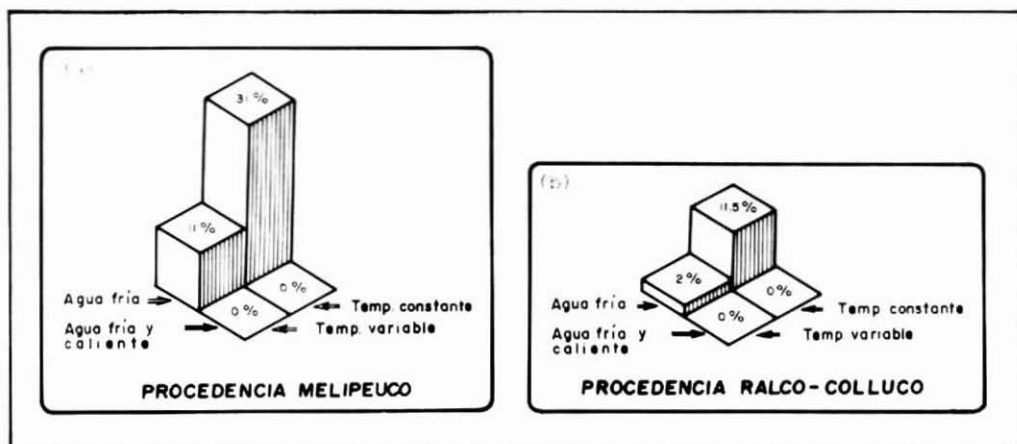
**TABLA 1:**  
**ENSAYO A DISTINTAS TEMPERATURAS CON Y SIN REMOJO**  
**EN AGUA PARA DISTINTAS PROCEDENCIAS**

Factor	Nivel de significación
Procedencia (A)	**
Remojo (B)	**
Temperatura (C)	**
A x B	**
A x C	---
B x C	**

\*\* : Significativo al 99<sup>o</sup>/o.

---: No es significativo.

**FIGURA 2:**  
**RESULTADOS DE LA APLICACION DE REMOJO EN AGUA A DISTINTAS**  
**TEMPERATURAS PARA LAS PROCEDENCIAS "MELIPEUCO" Y "RALCO-COLLUCO"**



En síntesis, los dos ensayos realizados en laboratorio demuestran que el porcentaje de germinación de las semillas varía en función de su procedencia. Si bien algunas presentan resultados similares, como es el caso de “Dos Viejos” y “Liquiñe Alto” o como “Villarrica” y “Arquihue” (Clasing, 1983), muchas procedencias presentan diferencias significativas entre sí. Esto ocurre con las procedencias “Ralco-Colluco”, “Changilo” y “Melipeuco” en este ensayo, y también, según antecedentes de Moreno y Ramírez (1976), con semillas del norte de Ñuble, que presentaban porcentajes de germinación más altos que las de otros sectores considerados en su estudio. Por otra parte, para maximizar la germinación debe controlarse el régimen de temperatura y humedad durante el tratamiento de la semilla anterior a la siembra.

Según los antecedentes obtenidos, los porcentajes de germinación más altos se registran al simular las condiciones ambientales propias de la primavera, cuando se producen temperaturas variables con diferencias fuertes entre el día y la noche y posteriormente un período con una temperatura constante de 18°C.

En cuanto al remojo, una temperatura del agua demasiado alta, como se comprobó para 70°C, ocasiona una pérdida de la viabilidad de la semilla.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir del material con que se contaba para los ensayos es posible concluir en términos generales que:

- Al secar la semilla de raulí, la temperatura no deberá exceder los 35°C.
- Al secar la semilla de raulí, la temperatura no deberá exceder los 35°C.
- Cuando la semilla se trata con agua a 70°C, aparentemente pierde su viabilidad.
- El tratamiento al que deberá someterse la semilla para obtener una germinación óptima varía de acuerdo con su procedencia.
- La siembra no deberá realizarse mientras las temperaturas medias durante la noche sean aún cercanas a los 6°C.
- La temperatura a la cual está sometida la semilla en el vivero se puede regular manteniéndola a una profundidad determinada, aplicando sombreaderos y eligiendo una época adecuada.
- En el estudio del régimen de temperatura, los mejores resultados de germinación se obtuvieron aplicando durante 30 días una temperatura variable a lo largo del día y luego durante 30 días una temperatura constante.
- En el estudio del tratamiento de remojo, el mejor resultado de germinación se obtuvo manteniendo la semilla sumergida en agua fría durante 72 horas.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BURSHEL, P. et al. 1976. Composición y dinámica regenerativa de un bosque virgen mixto "Raulí y Coigue". Bosque (Valdivia, Chile). 1(2):55-74.
2. CACERES F., L.A. 1984. Regeneración de coigue (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.) y raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.) mediante siembra directa en Rucatayo, Provincia de Valdivia. 91 p.
3. CLASING, G. 1983. Germinación de frutos de raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.), bajo diferentes condiciones de temperatura y sustrato. Tesis, Univ. Austral de Chile, Fac. Cs. Forestales. Valdivia. 53 p.
4. HAJEK, E. y DI CASTRI, F. 1975. Bioclimatografía de Chile. (Manual de Consulta). Universidad Católica de Chile. Santiago, 6 p., 107 gráf.
5. HARTMANN, H. y KESTER, D. 1980. Propagación de plantas, principios y practicas. 2a. ed. México, Ed. Continental. 814 p.
6. JOHSON, R. 1979. New method of storing nuttall oak winter. Tree Planters' Notes, 30(2):5-8.
7. MORENO, G. y RAMIREZ DE ARELLANO, C. 1976. Ensayo de algunas técnicas para la producción en vivero de plántulas de roble *Nothofagus obliqua* (Mirb. et Oerst.) y raulí *Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst. Tesis, Univ. de Chile, Fac. de Cs. Forestales. Santiago. 137.
8. RICHARDSON, S. 1959. Germination of Douglas-fir seed as affected by light, temperature and Gibberellin acid. For. Sci. 5(2):174-181.
9. SCHMIDT, H.; IPINZA, R. y VIAL, L. 1979. Regeneración en bosque nativo de raulí. Estudio bibliográfico. CONAF/PNUD/FAO, FO:DP/CHI/76/003. Santiago, Chile. Doc. de Trabajo N° 24. 123 p.