

## INVESTIGACIÓN

# DETERIORO DE LAS SEMILLAS DE *Leucocoryne* spp. EN FUNCIÓN DEL TIEMPO DE ALMACENAJE<sup>1</sup>

## Deterioration of *Leucocoryne* spp. seeds as a function of storage time

Carlos de la Cuadra I.<sup>2</sup>, Levi Mansur V.<sup>2</sup>, Gabriela Verdugo R.<sup>2</sup> y Luis Arriagada G.<sup>2</sup>

### ABSTRACT

The genus *Leucocoryne* is endemic in Chile having a high ornamental value making it an interesting genetic resource as a cut flower or potted plant. To conserve this germplasm it is necessary to evaluate the deterioration of seed quality during storage. In this study seeds of *L. coquimbensis*, *L. ixiooides* and *L. purpurea*, and two ecotypes were stored under uncontrolled environmental conditions between 0.3 and 7.3 years. The model,  $p = A [1 - \exp\{-k(t - t_0)\}]$  was used to describe germination curves, where  $A$ , is the final germination percentage,  $t_0$  is the time that takes for the first seed to germinate,  $k$  is the germination time, and  $1/t_{A/2}$  is the germination velocity which is given by  $t_0 + 0,693/k$ . The parameters most affected by storage time were  $A$  and  $k$ . In the period between 0.3 and 2.3 years of storage,  $A$  had a mean value of 85%,  $t_0$  of 9 days,  $k$  between 0,82 and 0.15 d<sup>-1</sup> and germination velocity between 0.10 y 0.08 d<sup>-1</sup>. In the period between 3.3-5.3 years  $A$  reached a maximum of 13%,  $t_0$  of 23 days,  $k$  of 0.19 d<sup>-1</sup> and  $1/t_{A/2}$  of 0.04 d<sup>-1</sup>. After six years of storage there was no germination. It was determined that *Leucocoryne* maintains the quality of its seeds at room temperature for a maximum of 2.3 years which is useful for breeding purposes. However, for longer periods of storage it is necessary to define adequate conditions of temperature and humidity.

**Key words:** seed quality, germination, *Leucocoryne*, huilli, Glory of the Sun.

### RESUMEN

El género *Leucocoryne* es endémico de Chile y tiene un alto valor ornamental que lo hace un recurso genético interesante como flor de corte y planta para maceta. Para conservar este germoplasma se hace necesario evaluar el deterioro de la calidad de la semilla durante el almacenaje. En este estudio se utilizaron semillas almacenadas entre 0,3 y 7,3 años en condiciones ambientales no controladas y se incluyeron tres especies: *L. coquimbensis*, *L. ixiooides*, *L. purpurea* y dos ecotipos. Se utilizó un modelo,  $p = A [1 - \exp\{-k(t - t_0)\}]$ , cuyos parámetros describen las curvas de germinación. Se evaluó el porcentaje final de germinación ( $A$ ), el tiempo de germinación de la primera semilla ( $t_0$ ), la extensión del tiempo de germinación ( $k$ ) y la velocidad de germinación  $1/t_{A/2}$  dada por  $t_0 + 0,693/k$ . Los parámetros más afectados por el tiempo de almacenaje fueron  $A$  y  $k$ . En el período 0,3-2,3 años de almacenamiento  $A$  tuvo un valor promedio de 85%, un  $t_0$  de 9 días, un  $k$  entre 0,82 y 0,15 por día y una velocidad de germinación entre 0,10 y 0,08 por día. En el período 3,3-5,3 años  $A$  no superó el 13%,  $t_0$  fue de 23 días,  $k$  fue de 0,19 por día y la velocidad de germinación 0,04 por día.

<sup>1</sup>Recepción de originales: 22 de septiembre de 2000.

Trabajo financiado por la Universidad Católica de Valparaíso y el Proyecto FONDEF 1028. Trabajo presentado a XII Reunión Anual de la Sociedad Botánica de Chile y XXVII Jornadas Argentinas de Botánica efectuado en Concepción entre el 5 y el 8 de enero del 2000.

<sup>2</sup>Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Casilla 4-D, Quillota, Chile. E-mail: levi@entelchile.net

A partir del sexto año no hubo germinación. Se determinó que la calidad de la semilla de *Leucocoryne* bajo condiciones de almacenaje sin ambiente controlado se mantiene por un tiempo máximo de 2,3 años. Para almacenaje por más tiempo es preciso definir las condiciones de temperatura y humedad adecuadas.

**Palabras clave:** calidad de semilla, germinación, huilli, *Leucocoryne*, Glory of the Sun.

## INTRODUCCIÓN

Chile es uno de los países de mayor riqueza en germoplasma de plantas bulbosas (De Hertogh y Le Nard, 1993). Al género *Leucocoryne*, endémico de Chile, los taxónomos le reconocen entre 15 a 20 especies y lo clasifican en la familia Alliaceae (Zoellner, 1972; Rahn, 1998). Es conocido en Chile con el nombre común de Huilli (Hoffmann, 1995) y en Europa como Glory of the Sun (Zoellner, 1972). Su distribución va desde Iquique (I Región, 20° lat. Sur) hasta el río Bío-Bío (VIII Región, 37° lat. Sur), pero es en la zona comprendida entre el río Elqui (IV Región, 30° lat. Sur) y el río Maipo (Región Metropolitana, 34° lat. Sur) donde se encuentra el mayor número de especies (Zoellner, 1972).

Este género se ha comenzado a explotar comercialmente en Holanda y Japón como flor de corte, por presentar una gran variedad en diseño, aroma y color de sus flores, y larga vida de postcosecha (Kroon, 1989; Ohkawa *et al.*, 1996). También ofrece un potencial como planta de maceta (Hayward, 1940), el cual aún no ha sido desarrollado. Esto ha despertado el interés por coleccionar, mantener e investigar este valioso germoplasma (Mansur *et al.*, 2000).

Los *Leucocoryne* emiten escapos con dos a diez flores por umbela, y cada ovario desarrolla entre 12 a 24 semillas de color negro (Zoellner, 1972). Según Hitchmough (1989) y Mansur *et al.* (2000), la obtención de semillas requiere un tiempo mínimo de tres años de cultivo. Jara (1998), trabajando con semillas de *Leucocoryne purpurea* de la temporada, concluyó que la germinación es dependiente del tiempo de hidra-

tación, de la temperatura y del fotoperíodo, y para obtener el máximo de germinación, la semilla requiere ser expuesta a 96 h de hidratación a una temperatura de 10 °C con un fotoperíodo de 0:24 (luz:oscuridad). Hitchmough (1989) informó que semillas de *L. ixiooides* pierden rápidamente su viabilidad en condición de almacenaje seco.

Evaluar el deterioro de las semillas en función del tiempo y condición de almacenaje, podría ayudar a desarrollar métodos para mantener germoplasma en programas de conservación, fitomejoramiento y comercialización de este género. En este estudio se evaluó el deterioro de la semilla de *Leucocoryne* que había sido almacenada, para lo cual se utilizaron semillas almacenadas entre 0,3 y 7,3 años en condiciones ambientales no controladas y se incluyeron tres especies: *L. coquimbensis*, *L. ixiooides*, *L. purpurea*, y dos ecotipos, observando el comportamiento de parámetros biológicos que caracterizan las curvas de germinación para estimar el tiempo máximo de almacenaje aconsejable bajo estas condiciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

El material utilizado pertenece al Banco de Semillas de *Leucocoryne* del programa de mejoramiento genético de este género, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso (Mansur *et al.*, 2000), formado a partir de colectas y cosechas de distintas especies, variedades y ecotipos desde el año 1991 (Arriagada *et al.*, 2000). Las semillas, obtenidas de

frutos secos, fueron guardadas en sobres de papel y almacenadas en condiciones ambientales no controladas en una habitación en ambiente fresco y seco, sin secado artificial ni algún otro tratamiento. Entre 1991 y 1996 permanecieron en la ciudad de Valparaíso (33°03' lat. Sur; 71°36' long. Oeste), posteriormente en Quillota (32°53' lat. Sur; 71°16' long. Oeste). Novoa *et al.* (1989) describieron en detalle el clima mediterráneo marino de ambas localidades. Las semillas, desde el año 1991 hasta 1996, provenían de colectas de poblaciones (especies o ecotipos) de *Leucocoryne* y, a partir de 1997, fueron obtenidas de plantas individuales cultivadas en invernadero frío, entre abril y noviembre, en la localidad de Quillota.

La disponibilidad del material permitió tener un rango de siete años de almacenaje, entre especies y ecotipos del género *Leucocoryne* de la IV y V Región, incluyendo especies conocidas como *L. coquimbensis*, *L. ixioides* y *L. purpurea* y ecotipos, aún no clasificados taxonómicamente, como los ecotipos Pichicui-Quintero y Chigualoco-Los Vilos (Cuadro 1). El ecotipo Pichicui-Quintero crece en dunas de la zona costera, en las localidades de Quintero (32°46' lat. Sur; 71°31' long. Oeste) y Pichicui (32°20' lat. Sur; 71°29' long. Oeste) y se caracteriza por presentar escapos gruesos y altos, gran número de flores por umbela, pedicelos alargados y flores muy grandes. El ecotipo Chigualoco-Los Vilos se colectó en sectores cercanos al mar en las localidades de Chigualoco (31°45' lat. Sur; 71°22' long. Oeste) y Los Vilos (31°55' lat. Sur; 71°34' long. Oeste) y sus lacinas presentan una gruesa estría central de color púrpura, con bordes sinuosos que pueden ser de tonalidades púrpura, blanca, rosada, celeste, etc., mostrando una alta variación en el diseño de sus flores (Figura 1).

### Manejo del ensayo

Las semillas fueron seleccionadas por uniformidad de tamaño, dentro de cada especie o ecotipo,

y divididas en cuatro repeticiones de 50 semillas por muestra. El experimento se realizó en una cámara oscura ajustada a temperatura constante de 10 °C (+/- 1 °C) previamente calibrada. Las semillas fueron hidratadas en agua esterilizada por 96 h y, posteriormente, se pusieron al azar en placas Petri de 9 cm que contenían papel absorbente. Se agregó suficiente agua esterilizada hasta saturar el papel, dejando un mínimo de exceso; las pérdidas por evaporación fueron compensadas cada dos días. Una semilla se consideró germinada cuando emergió la radícula (2 mm de longitud) y la germinación de una muestra se asumió completa cuando ninguna semilla germinó en seis días consecutivos. El recuento de las semillas germinadas se realizó cada 48 h, durante un período máximo de seis semanas.

### Análisis de datos

Mobayen (1980) desarrolló un modelo,  $p = A [1 - \exp\{-k\{t - t_0\}\}]$ , que se ajusta satisfactoriamente a curvas de germinación, en donde  $p$  es el porcentaje de germinación en el tiempo  $t$ ,  $A$  el porcentaje final de germinación,  $t_0$  el tiempo estimado de germinación de la primera semilla y  $k$  es la medida de la extensión del tiempo de germinación; en otras palabras,  $k$  es el índice de la razón de cambio de  $p$  con respecto a  $t$  ( $dp/dt = k[A - p]$ ). Altos valores de  $k$  indican un corto tiempo y valores bajos un largo tiempo entre la germinación de la primera y la última semilla. Otro parámetro que se desprende del modelo es la velocidad de germinación,  $1/t_{A/2}$ , en donde  $t_{A/2}$  es el tiempo en que ha germinado la mitad de las semillas y está dado por  $t_0 + 0,693/k$ .

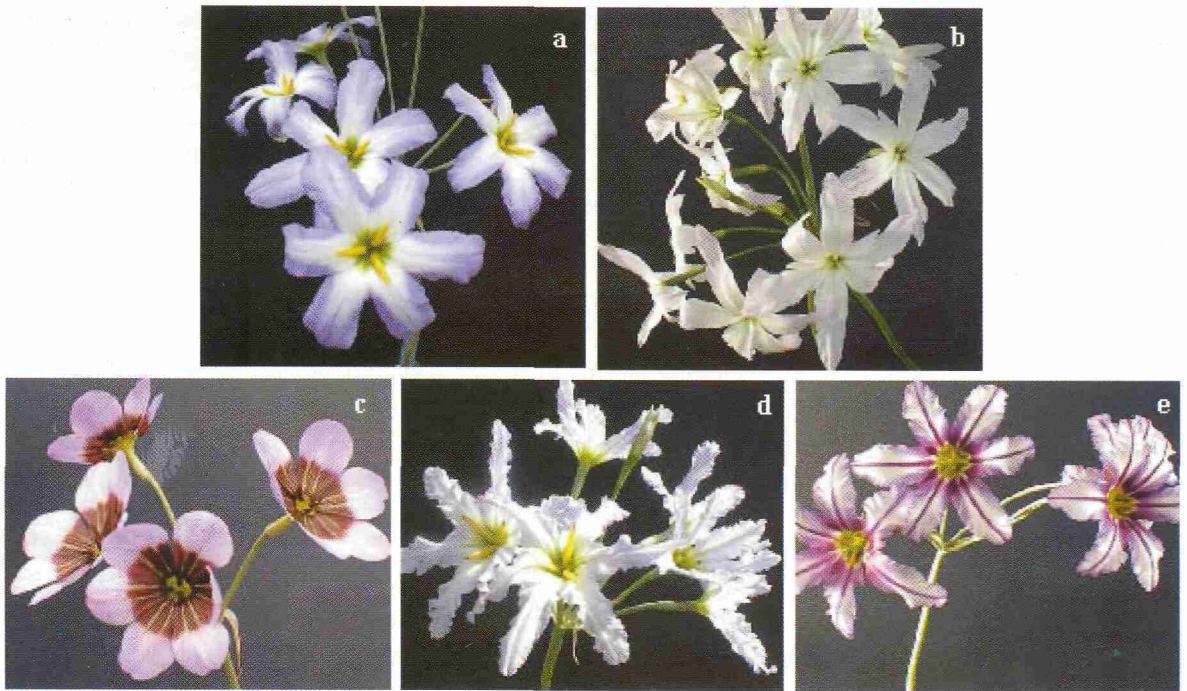
Las curvas de germinación fueron ajustadas por regresión lineal simple y se sacó un promedio de todo el bloque por años de almacenamiento. Se usó la prueba de la diferencia entre proporciones para analizar los valores obtenidos del porcentaje final de germinación ( $A$ ). Los otros parámetros fueron evaluados usando intervalos de confianza a un 95% (Little y Hills, 1979).

**Cuadro 1. Especies y ecotipos de *Leucocoryne*, tiempos de almacenaje y origen**  
**Table 1. *Leucocoryne* species and ecotypes, storage time and origin**

Especie o ecotipo	Tiempo almacenaje (años)	Lugar de origen		
		Localidad	Comuna	Provincia (región)
<i>Leucocoryne</i> sp. ecotipo Pichicui-Quintero <sup>A</sup>	0,3	Pichicui, km 168 Ruta 5.	La Ligua	Petorca (V)
<i>L. coquimbensis</i> <sup>A</sup>	1,3	Las Tacas, próximo a la ciudad La Serena.	Coquimbo	Elqui (IV)
<i>L. purpurea</i> <sup>B</sup>	1,3	Alcones, km 370 Ruta 5.	Ovalle	Limarí (IV)
<i>L. sp.</i> ecotipo Pichicui-Quintero <sup>B</sup>	1,3	Pichicui, km 168 Ruta 5.	La Ligua	Petorca (V)
		Quintero, 32°46' lat. Sur, 71°31' long. Oeste.	Quintero	Valparaíso (V)
<i>L. coquimbensis</i>	2,3	Las Tacas, próximo a la ciudad La Serena.	Coquimbo	Elqui (IV)
<i>L. purpurea</i>	2,3	Alcones, km 370 Ruta 5.	Ovalle	Limarí (IV)
		Fundo Totoral, km 257 Ruta 5.	Mincha	Choapa (IV)
<i>L. sp.</i> ecotipo Pichicui-Quintero	2,3	Quintero, 32°46' lat. Sur, 71°31' long. Oeste.	Quintero	Valparaíso (V)
<i>L. sp.</i> ecotipo Chigualoco-Los Vilos	2,3	Los Vilos, km 236 Ruta 5.	Los Vilos	Choapa (IV)
<i>L. sp.</i> ecotipo Pichicui-Quintero	3,3	Pichicui, km 168 Ruta 5.	La Ligua	Petorca (V)
<i>L. ixioides</i>	5,3	Fundo 7 Hermanas, Estero Marga-Marga.	Quilpué	Valparaíso (V)
<i>L. sp.</i> ecotipo Chigualoco-Los Vilos	5,3	Los Vilos, km 236 Ruta 5.	Los Vilos	Choapa (IV)
<i>L. ixioides</i>	6,3	Fundo 7 Hermanas, Estero Marga-Marga.	Quilpué	Valparaíso (V)
<i>L. purpurea</i>	6,3	Camino a Parque Nacional Fray Jorge, 6 km al oeste desde km 386 Ruta 5.	Ovalle	Limarí (IV)
		Pto. Aldea, 30°21' lat. Sur, 71°37' long. Oeste.	Coquimbo	Elqui (IV)
<i>L. sp.</i> ecotipo Chigualoco-Los Vilos	6,3	Los Vilos, km 236 Ruta 5.	Los Vilos	Choapa (IV)
<i>L. coquimbensis</i>	7,3	Cuesta Porotito, km 495 Ruta 5.	La Serena	Elqui (IV)
<i>L. ixioides</i>	7,3	Fundo 7 Hermanas, Estero Marga-Marga.	Quilpué	Valparaíso (V)
<i>L. purpurea</i>	7,3	Camino a Parque Nacional Fray Jorge, 6 km al Oeste desde km 386 Ruta 5.	Ovalle	Limarí (IV)
		Huasco Bajo, 28°28' lat. Sur, 71°11' long. Oeste.	Huasco	Huasco (III)
<i>L. sp.</i> ecotipo Chigualoco-Los Vilos	7,3	Chigualoco, km 240 Ruta 5.	Los Vilos	Choapa (IV)

<sup>A</sup>Semillas cosechadas de 5 individuos.

<sup>B</sup>Semillas cosechadas de 10 individuos.



**Figura 1.** (a) *Leucocoryne coquimbensis* (b) *Leucocoryne ixiooides* (c) *Leucocoryne purpurea* (d) *Leucocoryne* sp. (Tipo Pichicui-Quintero) (e) *Leucocoryne* sp. (Tipo Chigualoco-Los Vilos).

**Figure 1.** (a) *Leucocoryne coquimbensis* (b) *Leucocoryne ixiooides* (c) *Leucocoryne purpurea* (d) *Leucocoryne* sp. (Tipo Pichicui-Quintero) (e) *Leucocoryne* sp. (Tipo Chigualoco-Los Vilos).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que las condiciones de germinación descritas por Jara (1998) para *L. purpurea*, fueron también válidas para las especies y ecotipos de este estudio, si se considera que se obtuvo una germinación mayor a 90% para las semillas de hasta 1,3 años de almacenaje (Cuadro 2). El modelo ( $p = A [1 - \exp\{-k\{t - t_0\}\}]$ ) se ajustó satisfactoriamente a las curvas de germinación, lo que indica que es descriptivo del comportamiento de la germinación de semillas de *Leucocoryne*. Nótese que los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) fluctuaron entre 82 y 100%. Evidentemente a medida que el número de observaciones es menor, debido a una baja o nula germinación, no es posible ajustar las curvas y, a lo sumo, se pudo reportar el tiempo de germinación de la primera semilla y el porcentaje final de germinación (Cuadro 2).

El tiempo de almacenaje afectó en forma significativa el porcentaje final de germinación ( $A$ ) haciéndolo disminuir a medida que aumentan los años de almacenaje (Figura 2a) y observándose un comportamiento parecido a otras semillas como las de cebolla (*Allium cepa*) (Taylor, 1997). La disminución estadísticamente significativa de  $A$  se aprecia claramente al comparar una misma especie o ecotipo a través del tiempo de almacenaje (Cuadro 2). Llama la atención los bajos valores de  $A$  obtenidos por *L. purpurea* y el ecotipo Pichicui-Quintero, con 2,3 y 3,3 años de almacenaje, respectivamente; esto puede deberse, además del natural envejecimiento, a que fueron las únicas muestras en que las semillas se obtuvieron desde escapos colectados inmaduros, y puestos a completar su ciclo en recipientes con agua, según consta en el registro del Banco de Semillas. Sin embargo, la germinación de las semillas de las otras especies o ecotipos que maduraron normalmente en la planta, también dis-

**Cuadro 2. Efecto del tiempo de almacenaje de semillas de *Leucocoryne* sobre los valores de los parámetros *A* (porcentaje final de germinación),  $t_0$  (tiempo estimado de germinación de la primera semilla), *k* (extensión del tiempo de germinación) y  $1/t_{A/2}$  (velocidad de germinación)**

**Table 2. Effect of storage time on *Leucocoryne* seeds on the values of the parameters *A* (final germination percentage),  $t_0$  (estimated time for the first seed to germinate), *k* (extension of germination time) and  $1/t_{A/2}$  (germination velocity)**

Especie o ecotipo	Tiempo almacenaje (años)	R <sup>2</sup>	<i>A</i> (%) <sup>1</sup>	$t_0$ (días) <sup>2</sup>	<i>k</i> (por día) <sup>2</sup>	$1/t_{A/2}$ (por día) <sup>2</sup>
<i>Leucocoryne</i> sp. ecotipo Pichicui-Quintero	0,3	98%	99 a	9 ab	0,82 a	0,10 ab
<i>L. coquimbensis</i>	1,3	99%	90 bc	8 ab	0,24 bc	0,09 ab
<i>L. purpurea</i>	1,3	99%	92 b	7 b	0,30 ab	0,11 a
<i>L. sp.</i> ecotipo Pichicui-Quintero	1,3	100%	92 b	10 ab	0,25 b	0,08 ab
<i>L. coquimbensis</i>	2,3	99%	82 de	10 ab	0,15 e	0,07 b
<i>L. purpurea</i>	2,3	99%	43 e	7 b	0,21 cd	0,09 ab
<i>L. sp.</i> ecotipo Pichicui-Quintero	2,3	97%	84 cd	7 ab	0,14 e	0,08 ab
<i>L. sp.</i> ecotipo Chigualoco-Los Vilos	2,3	99%	52 e	11 a	0,24 bc	0,07 b
<i>L. sp.</i> ecotipo Pichicui-Quintero	3,3	†	2 g	20	-	-
<i>L. ixiooides</i>	5,3	82%	26 f	19 ab	0,13 de	0,04 ab
<i>L. sp.</i> ecotipo Chigualoco-Los Vilos	5,3	†	1 g	28	-	-
<i>L. ixiooides</i>	6,3	†	0 g	-	-	-
<i>L. purpurea</i>	6,3	†	0 g	-	-	-
<i>L. sp.</i> ecotipo Chigualoco-Los Vilos	6,3	†	0 g	-	-	-
<i>L. coquimbensis</i>	7,3	†	0 g	-	-	-
<i>L. ixiooides</i>	7,3	†	0 g	-	-	-
<i>L. purpurea</i>	7,3	†	0 g	-	-	-
<i>L. sp.</i> ecotipo Chigualoco-Los Vilos	7,3	†	0 g	-	-	-

<sup>1</sup>Valores seguidos de letras iguales no presentan diferencias significativas con  $P < 0,05$  según la Prueba de diferencia entre proporciones.

<sup>2</sup>Valores seguidos de letras iguales no presentan diferencias significativas con  $P < 0,05$  según Intervalo de Confianza.

†No se ajustó al modelo  $p = A [1 - \exp \{-k(t-t_0)\}]$  debido a la escasez de puntos que conforman la curva de germinación.

minuyeron significativamente con el tiempo. La germinación fue nula a partir de los 6,3 años de almacenaje.

Aunque estadísticamente no existieron diferencias significativas con respecto al tiempo estimado de la germinación de la primera semilla ( $t_0$ ),

éste muestra la tendencia a aumentar en la medida que aumenta el tiempo de almacenaje (Figura 2b). Durante los primeros años de almacenaje oscila entre 7 a 11 días para luego tomar valores mayores a 20 días cuando el tiempo de almacenaje sobrepasa los 3,3 años. Los valores de la extensión del tiempo de germinación (*k*) presentaron

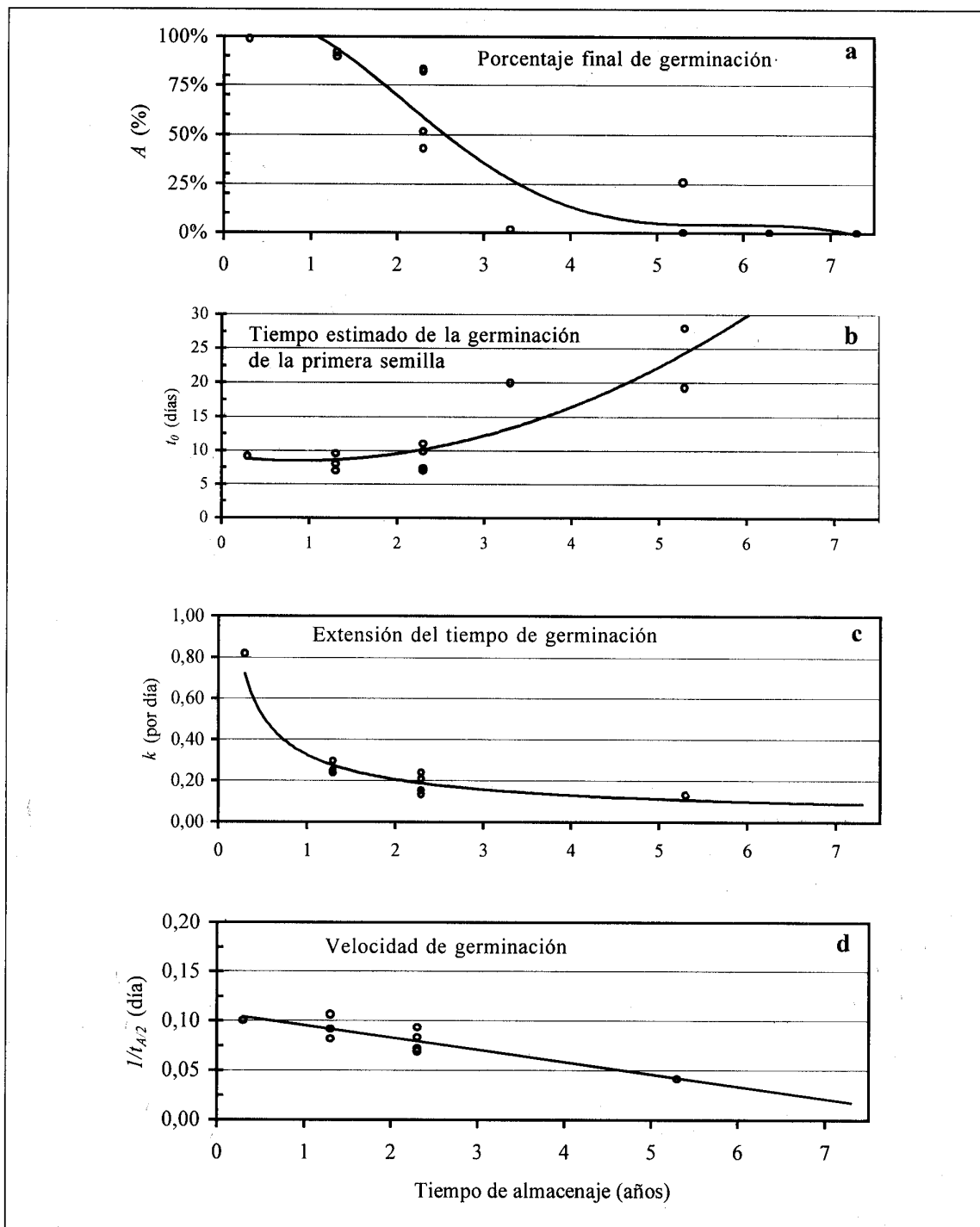


Figura 2. Efecto del tiempo de almacenaje (años) en condiciones ambientales no controladas sobre los parámetros de germinación  $A$ ,  $t_0$ ,  $k$  y  $1/t_{A/2}$  de varias especies y ecotipos del género *Leucocoryne*.

Figure 2. Effect of the storage time (years) at room temperature on the parameters of germination  $A$ ,  $t_0$ ,  $k$  and  $1/t_{A/2}$  of various species and ecotypes of the genus *Leucocoryne*.

diferencias significativas al comparar una misma especie o ecotipo a través del tiempo de almacenaje (Cuadro 2). La tendencia general de  $k$  es que disminuye desde el primer año (Figura 2c). Los bajos valores de este parámetro indican un largo tiempo entre la germinación de la primera y la última semilla, lo que se traduce en una mayor desuniformidad en la emergencia de las plántulas. El valor de 0,82 por día del ecotipo Pichicui-Quintero con 0,3 años de almacenaje, permite afirmar que esa muestra es de alta calidad por tener un alto porcentaje de germinación y buena uniformidad. La velocidad de germinación ( $1/t_{A,2}$ ) muestra una suave tendencia decreciente en el tiempo, pero sin diferencia estadística (Figura 2d). Según Besnier (1989), los daños causados por el envejecimiento de la semilla durante el almacenaje en seco sólo pueden ser reparados en la imbibición, lo que produce un retraso en la germinación. El retraso en la germinación se manifiesta por los mayores valores de  $t_0$  y por los bajos valores de  $k$  y de  $1/t_{A,2}$  en la medida que aumenta el tiempo de almacenaje.

Al examinar los resultados es preciso considerar que el ensayo no fue planificado desde el comienzo, sino que se aprovechó la oportunidad de estimar el comportamiento de las semillas de *Leucocoryne* que habían sido almacenadas bajo condiciones no controladas por los tiempos descritos. Aunque hay factores que en el análisis se confunden, como son temporadas de cosecha, especies, etc., los resultados son importantes porque se obtiene una primera aproximación del comportamiento de las semillas de este género bajo las condiciones de almacenaje descritas. Más aún, en este trabajo se valida una metodología para estudiar el comportamiento de la germinación de *Leucocoryne* en más detalle, incluyendo factores como especie, temperatura y humedad.

Encontramos que para la dinámica de un programa de mejoramiento, el período de 0,3 a 2,3 años no reviste mayor riesgo en la pérdida de material por baja germinación. En este período, las semillas del género *Leucocoryne* presentaron un porcentaje de germinación ( $A$ ) promedio de 85%, con un valor mínimo de 65%. En el mismo período los valores promedio anuales de  $t_0$  estaban entre 8 y 9 días, los valores de  $k$  variaron ampliamente entre 0,15 a 0,82 por día y la  $1/t_{A,2}$  fue entre 0,08 y 0,10 por día. Para períodos de almacenaje mayores de tres años bajo estas condiciones, los datos muestran una germinación promedio total relativamente baja, de 13% o menos. A los 5,3 años de almacenaje los valores promedio de los parámetros  $t_0$ ,  $k$  y  $1/t_{A,2}$ , fueron severamente afectados, siendo de 23 días, 0,19 por día y 0,04 por día, respectivamente (Figura 3). Esto indica que para programas de conservación y comercialización habría que establecer condiciones más óptimas de almacenamiento.

Según Taylor (1997) las variables extrínsecas que más afectan la calidad de la semilla almacenada son la temperatura y la humedad relativa, y el clima de Valparaíso y Quillota se caracterizan por presentar una temperatura media de 14,8 y 15,3 °C, y una humedad relativa promedio de 80 y 75%, respectivamente. Para almacenaje por más tiempo es preciso definir las condiciones de temperatura y humedad adecuadas. El género *Leucocoryne* muestra una alta variabilidad genética a nivel morfológico y molecular (Arriagada *et al.*, 2000; Quiroz *et al.*, 2000), lo que sugiere que es posible que también exista variación en el comportamiento de las semillas durante su almacenaje. Sería interesante someter semillas de varias especies a condiciones controladas de almacenaje y medir las diferencias que existen dentro y entre ellas.



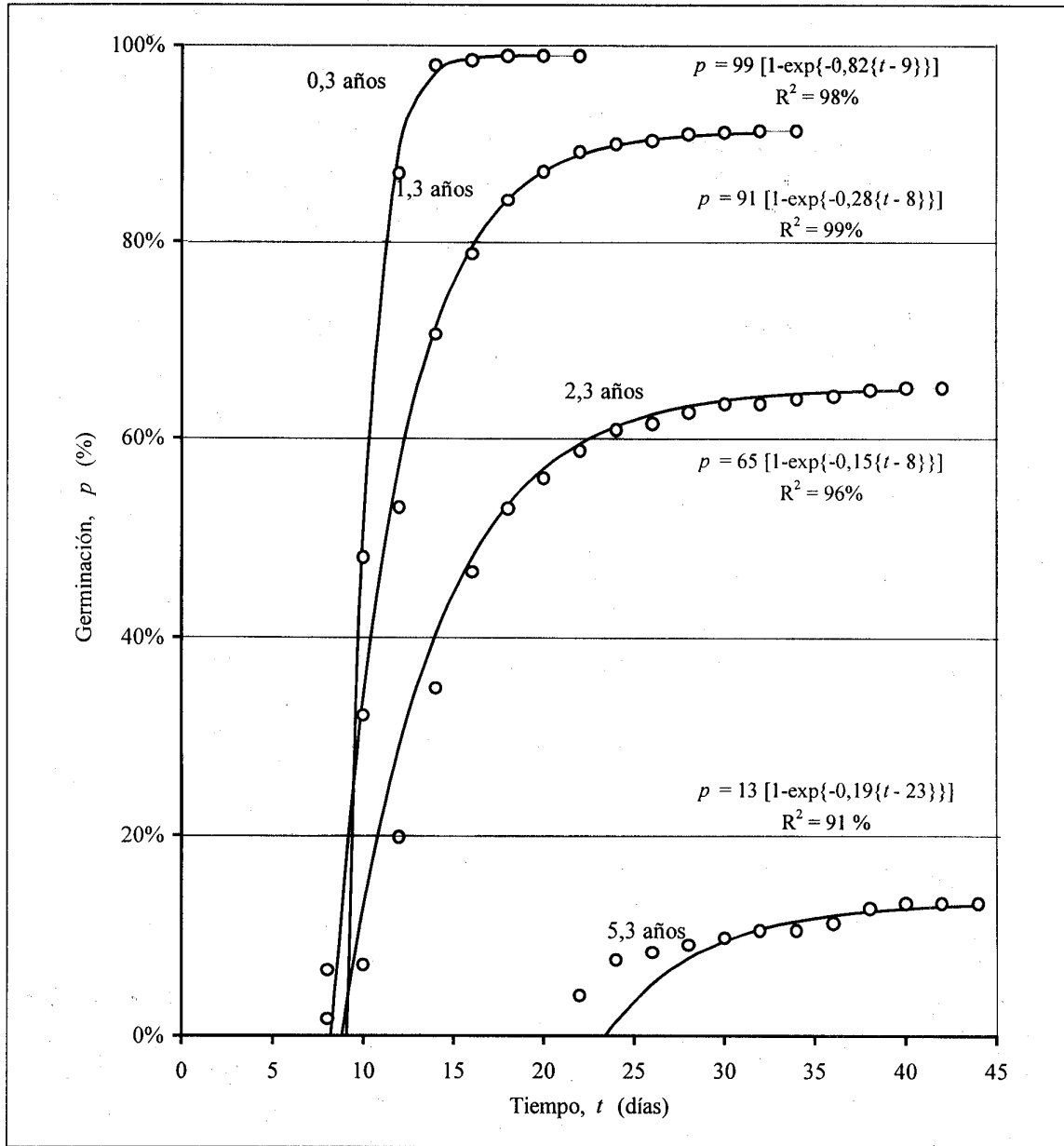


Figura 3. Curvas de germinación promedio descritas por el modelo  $p = A [1 - \exp\{-k(t - t_0)\}]$  para semillas del género *Leucocoryne* almacenadas en condiciones ambientales no controladas entre 0,3 y 5,3 años.

Figure 3. Average germination curves described by the model  $p = A [1 - \exp\{-k(t - t_0)\}]$  for seeds of the genus *Leucocoryne* stored under uncontrolled environmental conditions between 0.3 and 5.3 years.

## LITERATURA CITADA

- Arriagada, L., L. Mansur, O. Zoellner, G. Verdugo, C. de la Cuadra, V. Chellet, R. Vergara, y M. Quiroz. 2000. Creación *ex-situ* de una colección del género *Leucocoryne*. *Gayana Botánica* (Chile) 57:90 (Resumen).
- Besnier, F. 1989. Semillas. *Biología y tecnología*. 637 p. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- De Hertogh, A.A., y M. Le Nard. 1993. Botanical aspects of flower bulbs. p. 7-20. *In* A. De Hertogh y M. Le Nard (eds.) *The Physiology of Flower Bulbs*. Elsevier, Amsterdam, Holanda.
- Hayward, W. 1940. *Leucocoryne* as a pot plant. *Herbertia* 7:205.
- Hitchmough, J. 1989. Garden bulbs for Australia and New Zealand. 222 p. Penguin Books Australia, Victoria, Australia.
- Hoffmann, A. 1995. Flora silvestre de Chile. Zona Central. 225 p. 3ª ed. Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile.
- Jara, P. 1998. Germinación de semillas en seis especies nativas de zonas áridas, con valor ornamental. 88 p. Tesis Profesor en Biología y Ciencias. Universidad de La Serena, Facultad de Ciencias, La Serena, Chile.
- Kroon, G.H. 1989. Evaluatie Van *Leucocoryne* Als Nieuwe Snijbloem. *Prophyta* 43:15-16.
- Little, T., y J. Hills. 1979. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 270 p. Editorial Trillas, Ciudad de México, México.
- Mansur, L., C. de la Cuadra, V. Chellet, G. Verdugo, L. Arriagada, y M. Quiroz. 2000. Mejoramiento genético en *Leucocoryne* spp. p. 41-54. *In* P. Peñailillo y C. Schiappacasse (eds.) *Los geófitos nativos y su importancia en la floricultura*. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Talca, Chile.
- Mobayen, R.G. 1980. Germination and emergence of citrus and tomato seeds in relation to temperature. *J. Hortic. Sci.* 55:291-297.
- Novoa, R., S. Villaseca, P. Del Canto, J. Rouanet, C. Sierra, y A. Del Pozo. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. 221 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.
- Ohkawa, K., H.H. Kim, E. Nitta, y Y. Fukazawa. 1996. Storage temperature and duration affect flower bud development, shoot emergence and flowering of *Leucocoryne coquimbensis* F. Phil. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 123:586-591.
- Quiroz, M., L. Mansur, P. Gresshoff, O. Zoellner, y L. Arriagada. 2000. DNA amplification fingerprinting como herramienta para la clasificación taxonómica del género *Leucocoryne* (Liliaceae). *Gayana Botánica* (Chile) 57(Suplemento):25 (Resumen).
- Rahn, K. 1998. Alliaceae. p. 70-78. *In* K. Kubitzki (ed.) *Flowering plants, Monocotyledons: Liliaceae (except Orchidaceae)*. Springer Verlag, Berlin, Germany.
- Taylor, A.G. 1997. Seed storage, germination and quality. p. 1-36. *In* H.C. Wien (ed.) *The physiology of vegetable crops*. CAB International, London, U.K.
- Zoellner, O. 1972. El género *Leucocoryne*. *Anales del Museo de Historia Natural* 5:9-83.