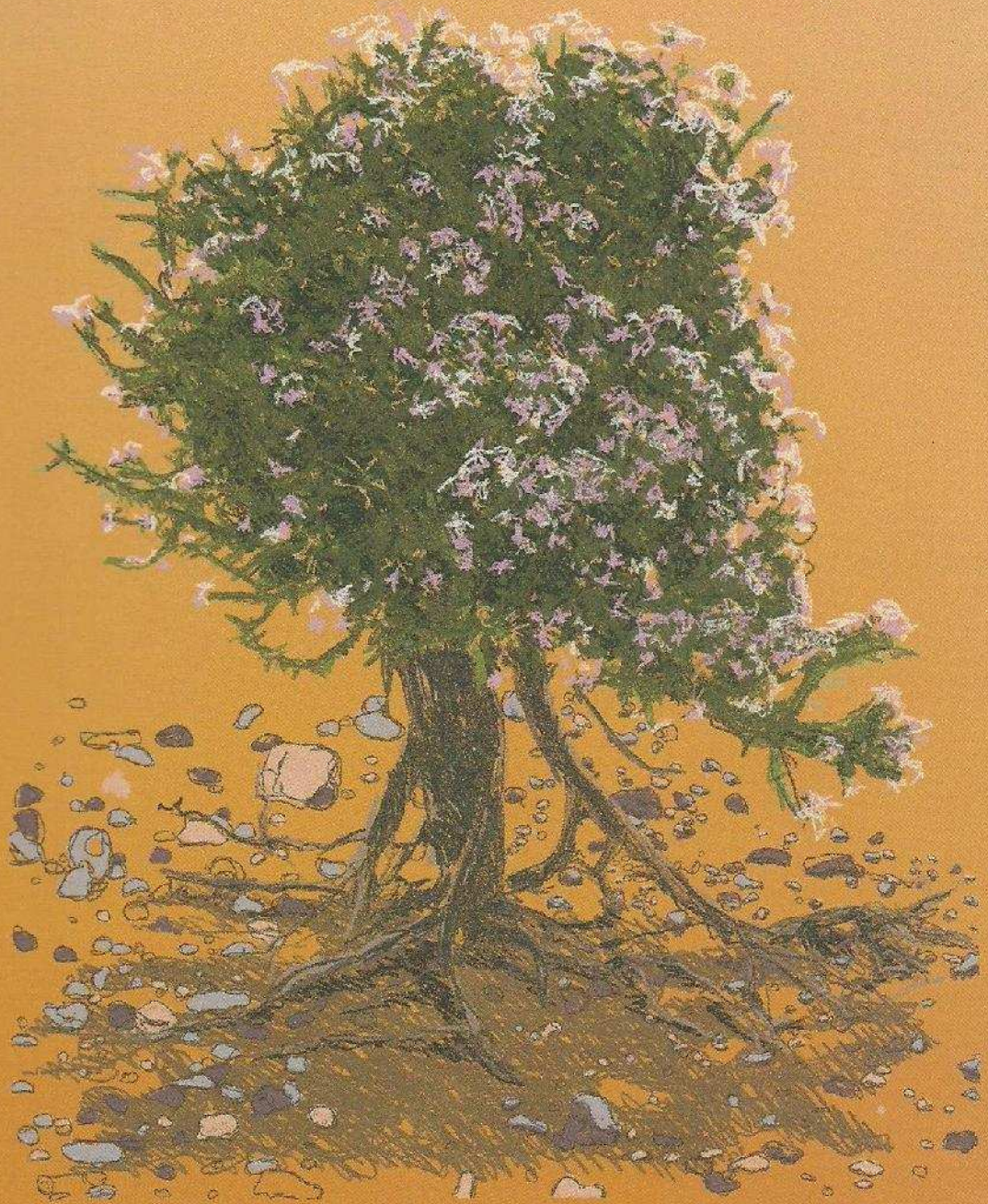


RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA DIAGONAL ÁRIDA DE LA ARGENTINA



DANIEL ROBERTO PÉREZ . ADRIANA EDIT ROVERE . MARÍA EMILIA RODRÍGUEZ ARAUJO
(EDITORES)



RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA DIAGONAL ÁRIDA DE LA ARGENTINA

DANIEL ROBERTO PÉREZ
ADRIANA EDIT ROVERE
MARÍA EMILIA RODRIGUEZ ARAUJO
(EDITORES)



Pérez, Daniel Roberto

Restauración ecológica en la diagonal árida de la Argentina / Daniel Roberto Pérez; Adriana Edit Rovere; María Emilia Rodríguez Araujo. - 1a ed. - Buenos Aires: Vázquez Mazzini, 2013.

520 p.; 24x17 cm.

ISBN 978-987-9132-40-1

1. Ecología. 2. Medio Ambiente. I. Rovere, Adriana Edit II. Rodríguez Araujo, María Emilia III. Título
CDD 304

DIRECCIÓN EDITORIAL:

DANIEL ROBERTO PÉREZ, ADRIANA EDIT ROVERE,

MARÍA EMILIA RODRIGUEZ ARAUJO

COORDINACIÓN GRÁFICA:

LUISINA FAGIANO

DISEÑO INTERIOR:

LUISINA FAGIANO

DISEÑO DE TAPA:

GONZALO SOSA

ISBN: 978-987-9132-40-1

Primera Edición, 2013.

Citar este libro como: Pérez DR, Rovere AE & Rodríguez Araujo ME (2013). Restauración ecológica en la diagonal árida de la Argentina. Vázquez Mazzini Editores. 520 pp.

Se terminó de imprimir en el mes de junio de 2013 en Vázquez Mazzini Editores

CAPÍTULO 12

EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *DEUTEROCOHNIA LONGIPETALA* (BROMELIACEAE) “CHAGUAR” Y SU POTENCIAL USO PARA LA RESTAURACIÓN DE LADERAS DEGRADADAS

FUNES PINTER, M. I.¹; LLERA, J.² & DALMASSO, A. D.³

¹ IBAM - CONICET - UNCuyo

² Cátedra de Cálculo Estadístico y Biometría. Facultad de Ciencias Agrarias - UNCuyo

³ Grupo Geobotánica y Fitogeografía. IADIZA- CONICET Cátedra Cálculo

ifunespinter@fca.uncu.edu.ar

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la capacidad germinativa de la especie Chaguar (*Deuterocohnia longipetala*) para su uso potencial en la protección de laderas rocosas con pronunciada pendiente. Las semillas fueron colectadas en el departamento de Rivadavia, San Juan. Se determinó el poder germinativo de la especie, tanto en estufa, como en bandejas almacigueras (speedling). Para los ensayos de germinación en estufa, se trabajó con tres niveles de temperatura y con dos de iluminación; luz y oscuridad. El análisis factorial de luz y temperatura indicó que existe interacción entre ambos, con una mayor cantidad de semillas germinadas a 30°C, con el $99,00 \pm 1,85\%$ de germinación, y a 25°C con el $96,50 \pm$

3,96% correspondiente al tercer día, en presencia de luz. Por otro lado, se realizaron ensayos con bandejas almacigueras con tres tratamientos: cobertura con polietileno oscuro, transparente, y testigo sin cobertura. Se analizó mediante el cociente de chances (Odds ratio) considerando como alta germinación aquellas celdas con 2 y 3 semillas germinadas, y baja germinación aquellas con valores menores a 2. Como resultado se obtuvo que a los 12 días de iniciado el ensayo las celdas con alta germinación fueron un 353% superior en la cobertura oscura, respecto de la transparente. Sin embargo, a partir de la segunda semana hasta finalizar el ensayo (8 semanas), no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de germinación entre los tratamientos. En

la bandeja sin cobertura (testigo), no se obtuvo germinación. Esto sugiere que una cobertura oscura acelera la germinación, pero sólo en la primera semana. Posiblemente la cobertura oscura simule condiciones naturales, debido a que en su hábitat natural, la especie se establece en las grietas de las rocas calizas, destacándose una extrema tolerancia a la sequía.

Palabras clave: acondicionamiento de la semilla, Bromeliaceae, porcentaje de germinación.

ABSTRACT

The objective of the present study was to determine seed germination capacity in *Deuterocohnia longipetala* (Bromeliaceae), and its potential use in protecting steep rocky slopes. We determined the species germination capacity, both on stove and in tray, in seeds from Rivadavia, San Juan. The factorial analysis, made in Petri boxes, showed that there is interaction between light and temperature, with the largest number of germinated seeds being produced at 25°C (96,50 ± 3,96%) and 30°C (99,00 ± 1,85%) with illumination. As for speedling trials, we used two types of coverage; dark and transparent polyethylene. Odds ratio analysis was applied, considering those cells with 2 and 3 hatched seeds as high germination. Results showed no significant difference between

covers at the end of the test. However at the 12th day, germination in the tray with the black cover was 353% higher than in that with transparent cover. In the tray without cover (control), no germination was obtained. The results suggest that a black cover rise de germination level only in the first week. *D. longipetala* showed a low growth rate, but high resistance to drought conditions after finished the assay. Its low requirements of maintenance and care suggest that it is a good candidate for revegetation.

Key words: Bromeliaceae, germination percentage, seed adecuation.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la propagación por semilla de la especie *Deuterocohnia longipetala* (Bromeliaceae), para un potencial uso en la protección de laderas con pronunciada pendiente. Esta especie es conocida popularmente como “chaguar”, se localiza principalmente en los ambientes secos de cerros de caliza, en las exposiciones más cálidas (Norte – Noroeste), ubicándose en las grietas donde la roca aún no ha sido meteorizada, en áreas abandonadas de la cantera, sobre las rocas y en ángulos próximos a los 90°. Se destaca la escasa presencia de especies acompañantes (Figura 1), indicando que se trata de una especie pionera saxícola,

la cual puede ser utilizada en la formación de suelo, creando condiciones adecuadas para el establecimiento de otras especies (Funes Pinter 2008).

Deuterocohnia longipetala pertenece a la División Magnoliophyta, Clase Liliópsida, familia Bromeliaceae, dentro de la cual se ubica en la subfamilia Pitcairnioideae. El nombre vulgar “chaguar” se debe al gran parecido que posee con el verdadero chaguar (*Dyckia chaguar*, Bromeliaceae), que se encuentra en ambientes del norte argentino y pertenece a la misma subfamilia (Rodolfo de la Peña 1997).

Esta especie se encuentra muy poco estudiada y en observaciones en terreno se pudo identificar un efecto de retención y formación de suelo en laderas de cerros calcáreos con elevadas pendientes, e incluso impactados por actividad minera de tipo cantera. Es importante destacar la tolerancia a la falta de agua que evidencia la especie, lo que es un factor a tener en cuenta para tareas de mantenimiento en restauración de laderas degradadas. Poco se conoce sobre la capacidad germinativa, velocidad de crecimiento, tiempos de desarrollo, capacidad de establecimiento en terrenos, y aspectos tanto fisiológicos como ecológicos. Debido a esto es que en el presente estudio se busca determinar las condiciones óptimas de germinación en vistas de producción de plantines para futuros trabajos de restauración de la-

deras degradadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

GERMINACIÓN

Las semillas fueron colectadas en el Dpto. de Rivadavia, provincia de San Juan (Ruta Prov. 12, Km 16). Se almacenaron en lugar seco, a temperatura ambiente y en oscuridad. Se determinó el peso promedio a partir de 8 repeticiones de 100 semillas, expresándose como peso de 1000 semillas.

Para detectar posible presencia de inhibidores se efectuó un ensayo previo donde se trataron las semillas con lavado (4 horas) en agua a 50°C y sin lavado bajo condiciones de estufa a 25°C.

Para los estudios sobre los requerimientos de germinación se trabajó con dos condiciones diferentes: germinación en estufa y en bandejas almácuas (speedling).

GERMINACIÓN EN ESTUFA

La metodología utilizada en la germinación fue la dictaminada por la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA). Se utilizaron cajas de Petri de vidrio de 10 cm de diámetro, las cuales fueron humedecidas con agua destilada y fungicida Captam al 10% (Flores Palma 2004). La humedad fue constante de manera que las semillas no sufrieran desecación (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, metodología ISTA, 2000). Cada tratamiento com-



Figura 1: “Chaguar” (*D. longipetala*) en floración, ubicada en laderas rocosas (calizas) de exposición norte y en pendientes del 40%.

binado contó con 8 repeticiones de 25 semillas cada una, aplicando un diseño factorial con dos factores o estímulos combinados de germinación: “temperatura” con tres niveles (20°, 25° y 30 °C) e “iluminación” con dos niveles (luz y oscuridad). Como respuesta se determinó la proporción de semillas germinadas (p). Para normalizar la variable se realizó una transformación mediante el arco seno (raíz (p)) (Montgomery 1991, Steel 1985). Este análisis se aplicó para los resultados de la primera y cuarta semana de iniciado el ensayo.

GERMINACIÓN EN BANDEJAS ALMACIGUERAS

Se realizaron ensayos con siembra directa en bandejas almacigueras para evaluar su comportamiento fuera de las estufas de germinación. En época estival, con temperaturas medias entre 20° y 25 °C, la germinación demoró más de un mes. Sin embargo el proceso se aceleró rápidamente simulando un invernáculo, envolviendo las bandejas de ensayo con polietileno transparente.

Debido a lo expuesto, el ensayo se realizó con dos tipos de cobertura; una de las bandejas fue cubierta con polietileno transparente y otra con polietileno oscuro, ambos de 100 μm de espesor. Una tercera bandeja almaciguera, sin cobertura, se utilizó como testigo.

Los datos se codificaron como “alta germinación” si germinaron de 2 a 3 semillas por celdas, y baja germinación a aquellas celdas que presentaron menos de 2 semillas germinadas. La asociación entre éxito-fracaso con el tipo de polietileno se evaluó a través del cociente de chances u *Odds ratio* (Moliner 2001). Para esto se elaboraron tablas de contingencia de dos por dos, con recuentos de celdas con baja y alta germinación, y ambos tipos de cobertura. Este análisis se aplicó para dos períodos de germinación: a las 2 y a las 8 semanas de iniciado el ensayo.

Por otro lado, para determinar el comportamiento de las semillas desde

el inicio del ensayo hasta las 8 semanas, se consideraron 12 repeticiones de 18 semillas por tratamiento. Se realizó ANOVA y comparación de medias a través del test Tukey.

Una vez finalizado el ensayo, los plantines se sometieron a una rusticación con distanciamiento de la frecuencia de riego, como una estimación de la tolerancia a la falta de agua.

RESULTADOS

OBSERVACIONES SOBRE LA SEMILLA

Las semillas de *Deuterocohnia longipetala* poseen un tamaño de aproximadamente 2 mm, siendo la producción de semillas por planta, muy variable. El peso estimado para las 1000 semillas fue $0,210 \pm 0,001$ g.

No se detectó la presencia de inhibidores, obteniéndose mayor germinación en las semillas testigo, que no habían sido sometidas a lavado. Es decir que un tratamiento de lavado perjudica más que facilitar la emergencia de las plántulas. Por lo tanto los ensayos posteriores se realizaron sin aplicar este tratamiento a las semillas.

GERMINACIÓN EN ESTUFA

El análisis correspondiente a la primera semana, indicó que hay interacción Iluminación * Temperatura ($p < 0,0001$). Por este motivo, se plantearon contrastes abriendo el término de interacción, estudiando el factor temperatura dentro de iluminación

(primer y segundo contraste), dentro de oscuridad (tercer y cuarto contraste), y un último contraste que compara iluminación y oscuridad. En el primer contraste prueba la tendencia lineal de la temperatura dentro del tratamiento con luz, la cual resultó significativa ($p < 0,0001$). Por el contrario, en el segundo contraste no resultó significativa la tendencia cuadrática de las temperaturas dentro de luz ($p = 0,3613$). En el tercer contraste no resultó significativa la tendencia lineal dentro de oscuro ($p = 0,4282$), pero sí resultó significativa la tendencia cuadrática con el nivel sin luz ($p < 0,0001$), correspondiendo al cuarto contraste. En el último contraste resulta significativa, al comparar luz contra oscuridad ($p < 0,0001$).

Para determinar normalidad y homogeneidad de las varianzas, se realizó una construcción de gráfico de probabilidad normal (qq-plot) con los residuos del modelo planteado, que dio como resultado un $r = 0,978$ sugiriendo la existencia de normalidad de los mismos.

En la Figura 2 se observa que en la primera semana de iniciado el ensayo, la luz provocó, en general, una mayor proporción de semillas germinadas respecto a aquellas que permanecieron en oscuridad. Por el contrario, en oscuridad, la proporción máxima de germinación sólo se obtuvo combinada con 25°C.

El análisis correspondiente a la

cuarta semana (final del ensayo), indicó que también existe interacción Iluminación *Temperatura ($p < 0,0001$). En el primer contraste (prueba la tendencia lineal dentro del tratamiento con luz) resultó significativa ($p = 0,039$). Por el contrario en el segundo contraste (tendencia cuadrática de las temperaturas dentro de iluminación) no resultó significativa ($p = 0,7264$). En el tercer contraste (tendencia lineal dentro de oscuridad) resultó significativa ($p = 0,025$), así como resultó significativa la tendencia cuadrática con el nivel sin luz ($p < 0,0001$). En el último

contraste resultó significativa al comparar la iluminación contra oscuridad ($p < 0,0001$). El qq-plot resultó un $r = 0,98$, lo que indica la existencia de normalidad en los residuos.

Es decir, la germinación se comporta de forma lineal con el aumento de la temperatura cuando existe iluminación para ambos períodos, y se comporta de manera cuadrática para los tratamientos con oscuridad, sin embargo, en la cuarta semana se determinó también una tendencia lineal en oscuridad.

En la Figura 3, pueden observarse similitudes respecto a la primera

Germinación a los 7 días

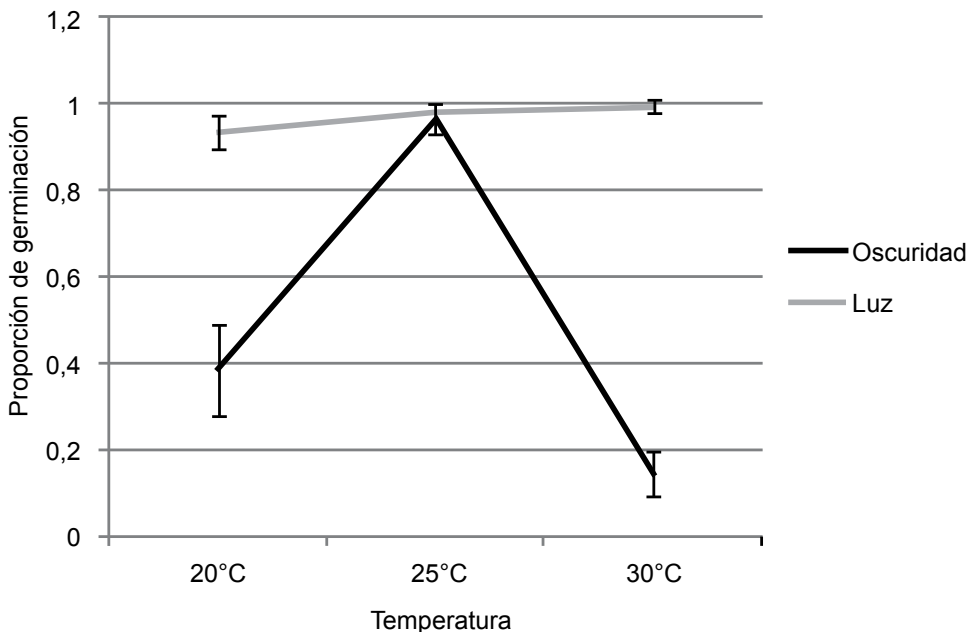


Figura 2: Proporción de germinación promedio para diferentes temperaturas y tipos de iluminación al 7mo día de ensayo.

semana. En oscuridad, la proporción máxima de germinación sólo se produjo con la combinación de 25°C. El efecto de luz provocó en general una proporción de semillas germinadas superior, siendo creciente la misma con el aumento de la temperatura.

Como se puede observar en la figura 4, la mayor cantidad de semillas germinadas se obtuvo en presencia de luz, tanto a 30°C, con el $99,00 \pm 1,85\%$, como a 25°C con el $96,50 \pm 3,96\%$ en la primera semana, precisamente hacia el tercer día de germinación. En oscuridad y a 25°C se obtuvo el $94,50 \pm 4,24\%$, lo que indica que se trata tam-

bién, de buenas condiciones para que las semillas de esta especie germinen.

Por otro lado, se observó que las plántulas en oscuridad, presentaron raicillas con mayor alargamiento y el cotiledón sin coloración, a diferencia de los tratamientos con luz, en los cuales la raicilla tuvo menor longitud y el cotiledón presentó una coloración verde. Es decir se evidencian plántulas etioladas, como es de esperar ante la falta de luz.

Los ensayos de germinación en estufa indicaron gran viabilidad de las semillas ($99,50 \pm 0,01\%$ de emergencia).

Germinación a los 28 días

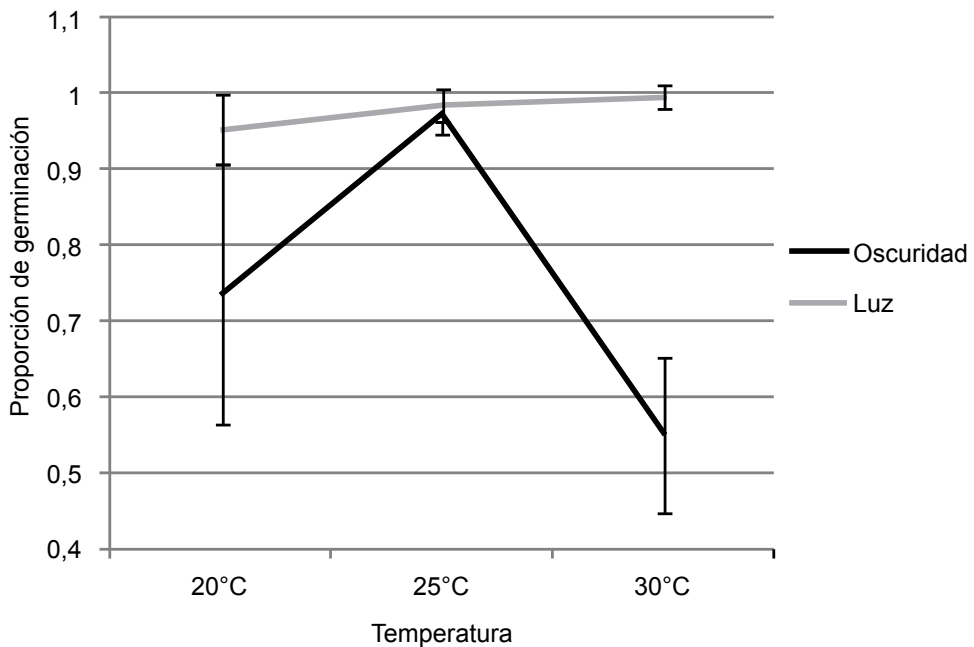


Figura 3: Proporción de germinación promedio para diferentes temperaturas y tipos de iluminación, al 28vo día de ensayo.

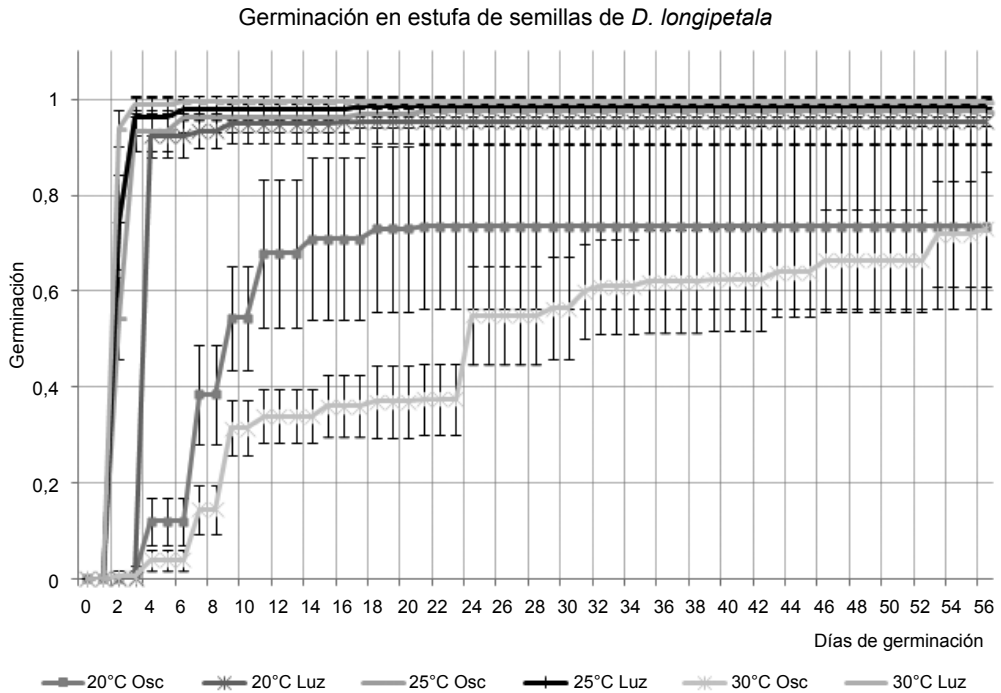


Figura 4: Proporción de germinación en estufa de *D. longipetala* para los tratamientos de luz y oscuridad, con tres temperaturas distintas.

GERMINACIÓN EN BANDEJAS
ALMACIGUERAS

Las semillas sembradas en las bandejas testigo (sin cobertura) no germinaron, razón por la cual fueron incluidos en el análisis estadístico sólo los resultados obtenidos en las bandejas con cobertura (transparente y oscura).

El cociente de chances realizado a los 12 días de iniciado el ensayo, momento en el que existe un punto de inflexión en la germinación, arrojó un resultado de 4,53. El correspondiente intervalo de confianza fue 2,17 - 9,42, al no abarcar el valor 1, el índice ob-

tenido es significativo. Es decir que la cantidad de celdas con alta germinación, medida a los 12 días, es un 353% superior en la bandeja con cobertura oscura que en la bandeja con cobertura transparente. Sin embargo, el análisis correspondiente al último día de ensayo, arrojó un resultado de 0,9 con un intervalo de confianza de 0,37-2,19. El hecho de que este índice resulte en un valor muy cercano a 1 y que el intervalo de confianza abarque el valor de la unidad, determina que no se pueda establecer asociación entre la germinación y el tipo de cobertura utilizada.

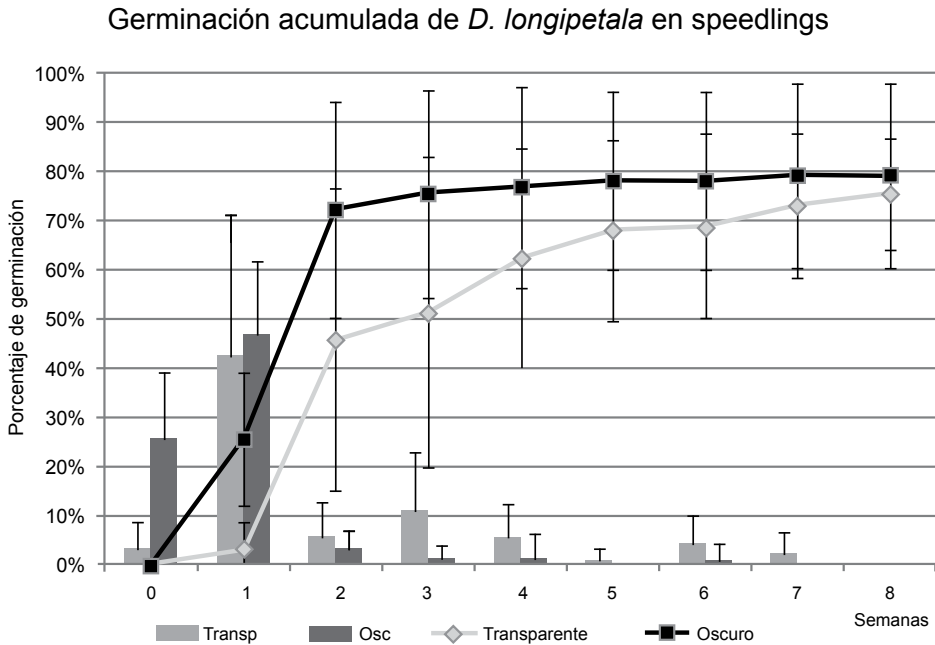


Figura 5: Germinación instantánea y acumulada de *D. longipetala* en bandeja almaciguera con dos tipos de cobertura de polietileno. Las barras indican los valores instantáneos, mientras que las curvas representan los valores acumulados.

En la figura 5 se pueden observar las diferencias en el comportamiento de las semillas durante el ensayo, según el tipo de cobertura de polietileno. En la primera semana, las semillas con cobertura oscura presentaron un número significativamente mayor de germinación, con $25,64 \pm 13,49\%$, frente a $3,24 \pm 5,53\%$ de la cobertura transparente. Sin embargo, a partir de la segunda semana, las diferencias con la cobertura transparente no fueron significativas ($p=0,6601$). Estos datos sugieren que la cobertura oscura beneficia sólo los primeros días de la germinación, no se encontraron diferen-

cias con el tratamiento con cobertura transparente para estadios posteriores.

A los 6 meses las plantas de *Deuterocohnia longipetala*, alcanzaron en vivero un tamaño que no superó los 5 mm de ancho de roseta. Considerando la época en la que se realizó el ensayo (diciembre hasta mayo), con riego controlado, y que por lo tanto la velocidad de crecimiento debería ser la máxima, indica que la especie en estudio presenta un crecimiento lento, al menos en los primeros meses desde la germinación.

Sin embargo, una vez establecidos y rusticados los plantines, se observó

una alta tolerancia a la escasez de riego, lo cual es un importante factor a tener en cuenta en tareas de revegetación y de mantenimiento.

DISCUSIÓN

En cuanto a las semillas, el efecto del lavado no es recomendable, ya que al parecer no contiene inhibidores que interfieran en la germinación.

Los resultados indican que existe interacción entre la temperatura y la luz, con condiciones óptimas para la germinación en cajas de Petri entre 25° y 30° C, en presencia de luz. Sin embargo a 20°C con iluminación, y a 25°C en oscuridad los resultados son satisfactorios. Ensayos realizados con *Dyckia encholirioides* (Gaudichaud) Mez var. *encholirioides* indican que la temperatura óptima de germinación se encuentra entre 20° y 30°C, obteniendo menor germinación entre 10° y 20°C (Pompelli et al. 2006), coincidente con las necesidades térmicas determinadas en *Deuterocohnia longipetala*.

Se observó en cajas de Petri en estufa, que la luz ejerce cierta influencia positiva sobre la velocidad y el número de semillas germinadas, lo que demuestra un leve fotoblastismo positivo. En relación con los requerimientos para la germinación, la literatura hace referencia a otras Bromeliáceas, como *Puya raimondii* (Harms), especie endémica de la zona altoandina de Perú y Bolivia, cuyas semillas son estimuladas

positivamente por la luz, ya sea que se trate de semillas estratificadas o no y con distinto tiempo de almacenaje (Vadillo 2004). Sin embargo, el hecho de que en los ensayos en bandejas almacigueras durante la primera semana, manifestaran un mayor porcentaje de germinación en el tratamiento con polietileno oscuro ($25,643 \pm 13,49\%$), demuestra que la luz no es indispensable para que se produzca la germinación. Alkayssi & Alkaraghoul (1991) determinaron que se producen menores temperaturas con coberturas de polietileno negro, debido al impedimento en el pasaje de radiación. Lo contrario ocurre con coberturas transparentes y rojas. Al trabajarse con temperaturas altas de verano, es probable que la cobertura oscura disminuya la temperatura a valores cercanos a 25°C, acelerando la germinación, como lo demuestra el ensayo en estufa (Figura 2). Por lo tanto, los resultados obtenidos no son concluyentes, requiriendo de nuevos ensayos que aclaren el rol de la luz y la temperatura en la germinación de semillas de *D. longipetala*.

En el caso de producción en terrina se recomienda usar una cobertura oscura en las 2 primeras semanas a partir de la siembra, luego sustituir la cobertura oscura por una transparente para permitir el ingreso de luz e incluso se puede prescindir de esta última.

En condiciones de vivero, se comprobó que la especie es de crecimiento

to lento, a los 6 meses sólo alcanzó un diámetro de roseta no superior a 0,5 cm. Esto permite inferir que el tiempo para que la planta se establezca en el terreno y logre un efecto protector sobre el suelo, probablemente sea prolongado, y requiere su corroboración en el terreno.

BIBLIOGRAFÍA

- ALKAYSSI A W & ALKARAGHOULI AA (1991) Influence of different colour plastic mulches used for soil solarization on the effectiveness of soil heating. Soil solarization. Proceedings of the First international conference on Soil Solarization. Amman 19-25 February 1990.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (2000) Técnicas para la escarificación de semillas forestales. Manual técnico No. 36: 14- 28.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (2000) Técnicas para la germinación de semillas forestales. – Manual técnico No. 39: 1-39.
- FLORES PALMA A (2004) Efecto del estrés hídrico y salino en la germinación de tres especies del género *Atriplex*. Tesis de Licenciatura en Biología, Fac. de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad de San Juan. San Juan.
- FUNES PINTER I (2008) Evaluación de la potencialidad de uso de *Deuterocohnia longipetala* (Baker- Mez) “Chaguar”, para la revegetación de laderas degradadas por la actividad minera no metalífera. Tesis de Grado Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza.
- MOLINERO LM (2001) Odds ratio, Riesgo Relativo y Número Necesario a Tratar – Asociación de la Sociedad Española de Hipertensión. Liga española para la lucha contra la hipertensión arterial, 2001. URL: www.seh-lelha.org/Oddsratio.htm (Accedido Julio, 2008).
- MONTGOMERY DC (1991) Control Estadístico de la Calidad. Grupo Editorial Iberoamérica. México.
- POMPELLI MF, D FERNANDEZ & MP GUERRA (2006) Germination of *Dyckia encholirioides* (Gaudichaud) Mez var. *encholirioides* under saline conditions.- Seed Science & Technology, 34: 759-763.
- RODOLFO DE LA PEÑA M (1997) Catálogo de nombres vulgares de la Flora Argentina. Universidad Nacional del Litoral, 203 pp.
- STEEL RG & JH TORRIE (1985) Bioestadística: Principios y procedimientos. McGraw-Hill. Segunda edición. Colombia, 622 pp.
- VADILLO G, ML SUNI & A CANO (2004) Viabilidad y germinación de semillas de *Puya raimondii* Harms (Bromeliaceae) – Revista. Perú. Biología. 11(1): 71-78.