



**EFFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE
HIPOCLORITO DE SODIO EN LA GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE
Podocarpus parlatorei Pilg.**

Barros J.R.¹; Killian S.E.²

¹Facultad de Ciencias exactas y Naturales. Av. Belgrano 300. Universidad Nacional de Catamarca. (4.700). Catamarca. Argentina. E-mail: juanrb_568@yahoo.com.ar. ²Cátedra de Fisiología Vegetal. Departamento Biología. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Maestro Quiroga S/N. (4.700). Catamarca. Argentina.

Recibido: 28/08/2013

Aceptado: 15/09/2013

RESUMEN

Podocarpus parlatorei, pertenece a la región de las yungas o selva de montañas. El objetivo fue evaluar y optimizar el porcentaje y la velocidad de germinación de las semillas de *P. Parlatorei*, sometida a soluciones de distintas concentraciones de hipoclorito de sodio, durante distintos tiempos. Las semillas de *Podocarpus parlatorei* fueron cosecha a los 28 ° 07'55" lat. S. y 65 ° 54 '6,6" W. Las semillas fueron hidratadas en agua durante 12 horas a temperatura ambiente. Los tratamientos fueron: T1 (control), T2 (NaClO 5 'al 10%), T3 (NaClO 10' al 10%) T4 (NaClO 2 ' al 20%) T5 (NaClO 5' 20%), T6 (NaClO 10 'al 20%). Se efectuaron 6 tratamientos con 100 semillas cada uno y con 4 repeticiones de 25 unidades según las normas del ISTA. La incubación se realizó en cajas de Petri sobre papel de filtro con agua destilada. La germinación se evaluó durante 40 días y se consideró como semilla germinada cuando

la radícula había emergido. Se calculó también el porcentaje de germinación (CG) y el tiempo medio de germinación (TMG). Los resultados demuestran que en todos los casos los tratamiento con hipoclorito de sodio incrementaron los porcentajes finales de germinación, en T1 el porcentaje de germinación solo llegó al 20%, sin embargo en T4 el porcentaje llegó al 100%. Las semillas germinaron con mayor rapidez T3. El tratamiento con hipoclorito de sodio ejerce un efecto positivo en el proceso de germinación aumentando no sólo el porcentaje de germinación, si no también tiempo de germinación.

PALABRAS CLAVES: Germinación; NaClO; *Podocarpus parlatorei*; Semilla; TMG.

EFFECT OF DIFFERENT SODIUM HYPOCHLORITE CONCENTRATIONS ON *Podocarpus parlatorei* Pilg SEEDS GERMINATIONS

SUMMARY

Podocarpus parlatorei Pilg is from the so called “yungas” and it can be found in mountain. The objective of this work was to evaluate the effect of different concentration of sodium hypochlorite and different time of applications, in order to enhance *Podocarpus parlatorei* Pilg seeds germination, percentage and velocity. Seeds of *Podocarpus parlatorei* were harvest at 28° 07'55" lat. S. and 65 ° 54' 6,6" W. Seeds were incubated in water during 12 hours at room temperature. Treatments were: T1 (control), T2 (NaClO 5' al 10%), T3 (NaClO 10' al 10%) T4 (NaClO 2' 20%) T5 (NaClO 5' 20%), T6 (NaClO 10' al 20%). Each treatments consist in 4 applications of 100 seeds as ISTA suggests. Incubation in Petri dishes on moisture filter paper. During 40 days germination was cuantificated and it was assumed that seeds were germinated when radicle production was verificated. Seeds germination percentage and average time were calculated. Results showed that all treatments with sodium hypochlorite increased seeds germination percentage. Control (T1) seeds only germinated 20% while seeds from T4 germinated 100%. Seeds germinated faster in T3. Treatment with sodium hypochlorite effect are positive on germination process increased not only germination percentage, but to digress germination time.

KEY WORDS: Germination; NaClO; *Podocarpus parlatorei*; Seeds; TMG.

INTRODUCCIÓN

La provincia fitogeográfica de las yungas se extiende aproximadamente desde los 08° de Latitud Norte en Venezuela, hasta los 28° 10' de Latitud Sur en Catamarca, adopta una forma de faja relativamente angosta, prácticamente invariable en toda su extensión. En términos generales, esta provincia se caracteriza por presentar una vegetación de tipo selvática, que se desarrolla en faldeos de montañas, valles, quebradas y áreas de Pedemonte, bajo un clima cálido y húmedo; las precipitaciones son predominantemente estivales y con valores que, en Argentina, van desde los 900 a los 2.500 mm anuales, según latitud y altitud. En la provincia de Catamarca, las Yungas ocupan el extremo Nor-Oriental del departamento Andalgalá, el Norte y el Oeste del departamento Paclín y el departamento Ambato (Morlans, 1995). Catamarca es la manifestación más austral de esta formación fitogeográfica, la cual es empobrecida, especialmente en los niveles altitudinales superiores, donde pierde continuidad, interdigitándose profusamente con el Chaco Serrano y en menor medida con manifestaciones Prepuneñas o Puneñas (Cabrera, 1976).

Podocarpus parlatorei, es un árbol de aproximadamente 30 m de altura, posee flores femeninas solitarias, axilares con un óvulo único, envuelto por el epimacio forman un conjunto carnosos, subgloboso, sostenido por un receptáculo carnosos, glabro, subcilíndrico (Digilio y Legname, 1966). Semillas subesféricas o elipsoidales, más o menos apiculadas, encerradas en una testa doble, la interna de consistencia leñosa y la externa carnosas. El pseudofruto presenta un pie ensanchado provisto de una epidermis con células poliédricas de paredes rectas, cutícula lisa, resinosa, con poros de ventilación y estomas; sus células parenquimáticas poseen alto contenido de grasas y aceite; la semilla presenta una cubierta con cutícula gruesa y resinosa, epidermis uniestratificada con estomas, colénquima; parénquima con canales secretores de resina, esclereidas y células parenquimáticas de paredes delgadas, la sustancia de reserva de la semilla es de naturaleza lipídica (Luques et al., 2008).

La mayor parte de la germinación de *P. parlatorei* en condiciones naturales ocurre en primavera en condiciones apropiadas de luz y humedad; algunas semillas pueden germinar antes del invierno; sus frutos y semillas son el alimentos de especies amenazadas como la pava del monte (*Penelope dabbenei*) y el loro alisero (*Amazona tucumano*) (Blendinger, 2006).

P. angustifolius griseb y *P. usambarensis* presentan un periodo de germinación de la semilla de aproximadamente 30 días, lo que podría estar indicando la existencia de un letargo de tipo morfológico (Ferrandis et al., 2011; TTSA, 1995).

Las semillas que contienen abundante lípido como sustancia de reserva pueden presentar impermeabilidad de las cubiertas seminales al oxígeno, lo conveniente en estos casos es incrementar la disponibilidad de oxígeno en el medio; el procedimiento más sencillo es agregando sustancias oxidantes al medio de incubación por ejemplo Hipoclorito de sodio o peróxido de hidrógeno (Killian, 2011).

El objetivo del siguiente trabajo fue evaluar y optimizar el porcentaje y la velocidad de germinación de las semillas de *P. Parlatoarei*, sometida a soluciones de distintas concentraciones de hipoclorito de sodio, durante distintos tiempos.

MATERIAL Y MÉTODO

El área de estudio se localiza en la Finca Los Pinos a los 28° 07'55" de Lat. Sur y 65° 54' 6,6" de Long Oeste, la cual se encuentra en la localidad de Las Juntas, departamento Ambato a 45 Km de San Fernando del Valle de Catamarca, provincia de Catamarca-Argentina.



FOTO 1: Bosque de *P. parlatoarei*- Finca Los Pinos. Las Juntas- Ambato- Catamarca.

Se colectaron del bosque de pino, 600 semillas de *Podocarpus parlatoarei* Pilg, a diferentes niveles altitudinales y de distintos arboles, en los años 2011/12.

Las semillas colectadas se conservaron en bolsas de papel. Las semillas previamente hidratadas 12 hs fueron sometidas a los siguientes tratamientos:

- T1: control,
- T2: NaClO 5' al 10%,
- T3: NaClO 10' al 10%,
- T4: NaClO 2' 20%,
- T5: NaClO 5' 20%,
- T6: NaClO 10' al 20%.



2. Inflorescencia Femenina.



3. Inflorescencia Masculina.

4. Semillas de *P. Parlatorei* en el suelo.

5. Semillas sin el pie carnososo.

FOTOS 2, 3, 4 y 5: Inflorescencias femeninas, masculinas y semillas de *Podocarpus parlatorei*

Se efectuaron 6 tratamientos con 100 semillas cada uno, con 4 repeticiones de 25 unidades según las reglas del ISTA (Asociación Internacional de Ensayo de Semilla). La incubación se realizó en cajas de Petri sobre papel de filtro con agua destilada. La germinación se evaluó durante 40 días y se consideró como semilla germinada cuando la radícula había emergido. La germinación se define como la reanudación de los procesos físicos, metabólicos y fisiológicos, que finaliza con la protrusión radicular a través de los tegumentos seminales (Killian, 2011).

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente con el análisis de la varianza y análisis no paramétricos; se calculó también el porcentaje de germinación (PG) y el tiempo medio de germinación (TMG).

El tiempo medio de germinación (TMG) fue calculado según Ellis Roberts (1981).

$$TMG = (N \cdot T)_n / \sum N$$

N = número de semillas germinadas en la unidad de tiempo

T = tiempo en horas

n = número de intervalos de tiempo monitoreados

El porcentaje de germinación (PG) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas}}{\text{N}^\circ \text{ semillas sembradas}} \times 100$$

RESULTADOS

Se realizaron los tratamientos con hipoclorito de sodio a distintas concentraciones como lo indica el cuadro 1 los porcentajes de germinación, los cuales siguen los estándares estipulados por el ISTA. En la tabla 1 se puede observar claramente que el tratamiento más efectivos es el T4 con un porcentaje del 100% de semillas geminadas, seguido por el T3 y T6, que presentan un porcentaje de germinación del 92%, luego se encuentra el tratamiento T5 con un 88%, el tratamiento T2 con un 48% y finalmente el menos efectivo es el tratamiento T1 con un 20% de semillas geminadas; cabe destacar que este tratamiento es el control, el cual no lleva ningún tipo de procesamiento.

CUADRO 1: Porcentaje de germinación.

	D16	D19	D21	D26	D28	D31	D32	D34	TOTAL	%
T1	----	----	----	----	----	----	14	6	20	20
T2	----	20	10	8	6	----	----	4	48	48
T3	20	40	10	8	4	6	1	3	92	92
T4	27	25	8	10	2	26	----	2	100	100
T5	30	15	12	16	10	----	6	3	92	92
T6	10	27	16	9	11	8	4	3	88	88
TOTAL	87	127	56	51	33	40	25	21	440	

La figura 1 expresa los porcentajes de semillas germinadas; aquí se manifiesta claramente que el tratamiento 4 es el más efectivo seguido por el tratamiento 3 y el tratamiento 5. También se observa la gran diferencia que existe entre el tratamiento 1 (Tratamiento control) y los de mas tratamientos.

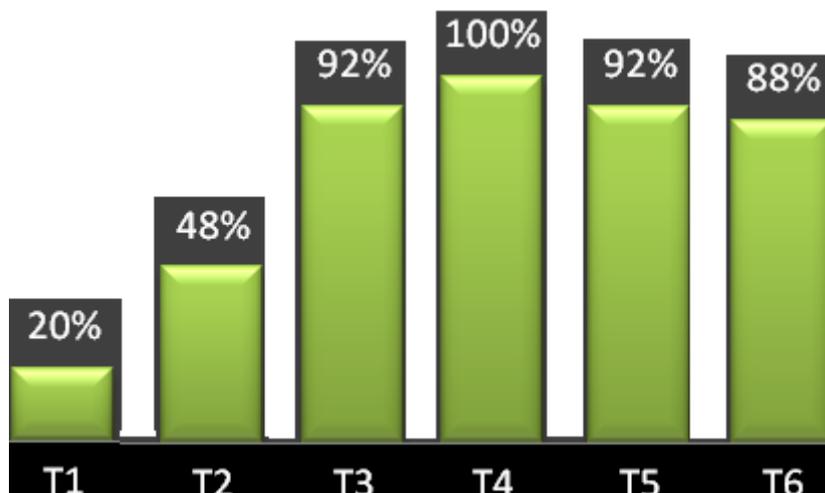


FIGURA 1: Porcentaje de semillas germinadas.

La figura 2 representa las semillas geminadas por días y el total de las mismas, se puede observar que la geminación (radícula emergida), comenzó el día 16 y finalizó el día 34. Se puede ver claramente que el pico máximo de germinación se encuentra en el día 19 con un total de 127 semillas germinadas y a partir de allí decae hasta finalizar la germinación en el día 34 con 21 semillas germinadas, se observa que el tratamiento N°4 es el más efectivo. Cabe destacar que en general las semillas tratadas con hipoclorito de sodio presentan un buen porcentaje de semillas germinadas.

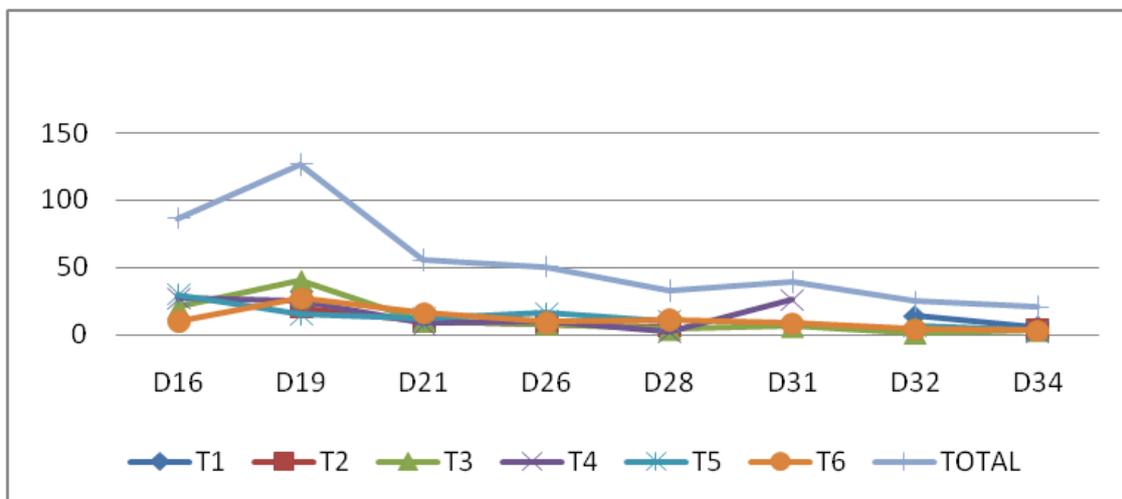


FIGURA 2: Cantidad de semillas germinadas por día.

En el cuadro 2 (calculo de la velocidad media de la germinación), se puede observar claramente que el T1 es el tratamiento que requiere el mayor tiempo de germinación, esto quiere decir que es el tratamiento en el cual las semillas tardan mucho mas en germinar con respecto a los otros.

Los tratamientos mas eficiente en terminos de velocidad de germinacion es T3 seguido por T6, mientras que los restantes ensayos T4,T5 y T2 no son mas veloces que T3.

CUADRO 2: Velocidad media de germinación de cada tratamiento.

Tratamiento	TMG
T1	460,23
T2	146,93
T3	78,91
T4	113,48
T5	100,14
T6	98,97

En la figura 3 se observa como la curva decae desde su pico máximo de tiempo medio de germinación en T1 hasta T3 que es el tratamiento que presenta el menor tiempo de velocidad de germinación de las semillas. Luego se observa que T4, T5 y T6 se encuentran casi a la misma altura con pequeñas fluctuaciones en la curva de velocidad.

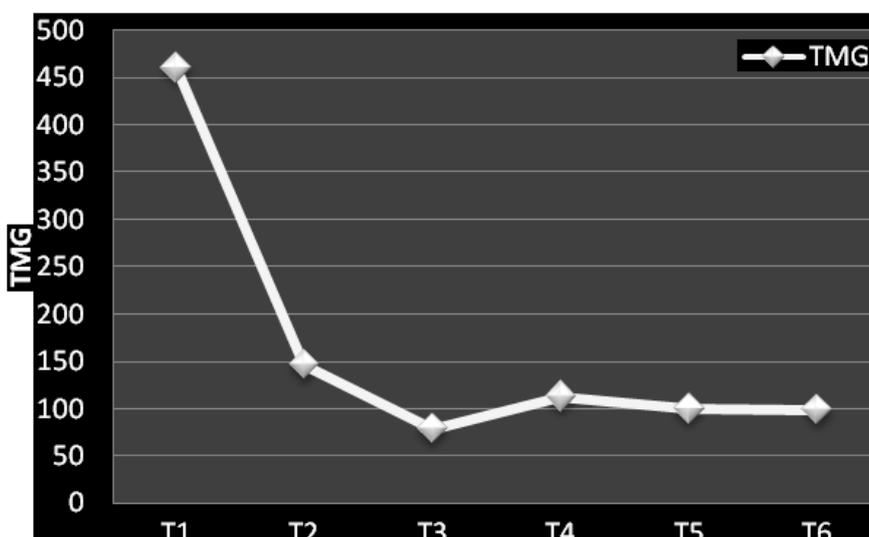


FIGURA 3: Tiempo medio de germinacion de las semillas de cada tratamiento.

Para el cuadro 3 (Análisis de la varianza), el valor $p=0,0001$ del ANOVA sugiere el rechazo de la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos, por lo tanto no se cumplen los supuestos de homogeneidad, es decir, existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de las semillas considerando la variable "Semillas germinadas".

Debido a que no se cumplen los supuestos de homogeneidad de la varianza, se analizan los datos mediante análisis no paramétricos para la cual se utiliza la prueba de Kruskal Wallis

CUADRO 3: Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ASEN_Prop	24	0,75	0,68	25,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,58	5	0,92	10,71	0,0001
Tratamientos	4,58	5	0,92	10,71	0,0001
Error	1,54	18	0,09		
Total	6,12	23			

De acuerdo a la prueba Kruskal Wallis (Cuadro 4) los tratamientos T1 y T2 presentan diferencias estadísticamente significativas con respecto a los restantes, y por ser estos los de menor cantidad de semillas germinadas no se recomienda ninguno de ellos. Cabe destacar que el tratamiento más eficaz es el tratamiento 4, el cual tiene un 100% de semillas germinadas, también se destaca los tratamientos 5, 3 y 6, que presentan un buen porcentaje de germinación de semillas.

CUADRO 4: Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
ASEN_Prop	T1	4	0,34	0,41	0,26	15,13	0,0049
ASEN_Prop	T2	4	0,76	0,35	0,76		
ASEN_Prop	T3	4	1,37	0,24	1,39		
ASEN_Prop	T4	4	1,57	0,00	1,57		
ASEN_Prop	T5	4	1,37	0,24	1,39		
ASEN_Prop	T6	4	1,41	0,32	1,57		
Trat.	Ranks						
T1	3,38	A					
T2	6,38	A	B				
T5	15,13		B	C			
T3	15,13		B	C			
T6	16,00		B	C			
T4	19,00			C			

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

DISCUSIÓN

Según nuestros estudios se observa que no es necesario que la semilla de *P. parlatorei* este en presencia de luz para germinar como lo postula Blendinger (2006) ya que esta germina en ausencia de la misma, en germinadores; pero según las observaciones a campo las semillas, en el bosque, en condiciones naturales germinan en primavera y antes del invierno, y son el alimento de especies amenazadas como la pava del monte (*Penelope dabbenei*) y el loro alisero (*Amazona tucumano*) como lo describe (Blendinger, 2006).

La semilla de *Podocarpus parlatorei* presenta un alto contenido de lípidos (Luques et al., 2008) lo que probablemente estaría impidiendo que ingrese fácilmente el oxígeno al embrión, necesario para la germinación, esto fue superado mediante los tratamientos realizados con hipoclorito de sodio a distintas concentraciones (Killian, 2011), el cual posiblemente oxida los lípidos permitiendo de esta manera que llegue fácilmente el oxígeno al embrión, acelerando el inicio de la germinación a 16 días y con ello los porcentajes de semillas germinadas, reduciendo los 30 días de inicio de germinación que lo postula (Ferrandis et al., 2011) para *P. angustifolia* y (TTSA, 1995) en *P. usambarensis*.

CONCLUSIÓN

Se concluye que el hipoclorito de sodio ejerce efectos positivos sobre los procesos germinativos, incrementando no solo el porcentaje final de germinación si no también disminuyendo el tiempo medio requerido para que la germinación se produzca y continúe con la emergencia de la radícula.

BIBLIOGRAFÍA

- BLENDINGER P. 2006. El Pino de Cerro (*Podocarpus parlatorei*) como Modelo de Estudio para la Conservación, Ecología y Biogeografía de los Bosques Montanos Nublados de Yungas. LIEY Ecología Subtropical. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina.

- CABRERA, A. L. 1976. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Segunda edición. Tomó II. Fascículo I. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Editorial ACME.S.A.C.I. Buenos Aires
- DIGILIO A.P. Y LEGNAME, P. 1966. Los árboles indígenas de la provincia de Tucumán. Opera lilloana XV. UNT.
- KILLIAN S. 2011. Introducción a la fisiología vegetal. Editorial científica universitaria. Catamarca. Argentina.
- LUQUE C.; BARROS J.; VARELA O.; ARIAS M. 2010. ESTUDIO ANATÓMICO DEL PSEUDOFRUTO DE *PODOCARPUS PARLATOREI* PILG. Vol.5. Revista Ciencia. Universidad Nacional de Catamarca.
- PABLO FERRANDIS, MARTA BONILLA & LICET DEL CARMEN OSORIO. 2011. Germination and soil seed bank traits of *Podocarpus angustifolius* (Podocarpaceae): an endemic tree species from Cuban rain forests. Rev. Biol. Trop. Vol. 59.
- MORLANS, M. C. 1995. Regiones Naturales de Catamarca. Provincias Geológicas y Provincias Fitogeográficas. Revista de Ciencia y Técnica. Volumen II. Número 2. Año1. Universidad Nacional de Catamarca.
- TANZANIA TREE SEED AGENCY.1995. HANDLING SEED OF *PODOCARPUS USAMBARENSIS* (PODO) Seed Issue Note No. (17).