

**EVALUACIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS DE GERMINACIÓN
DE SEMILLAS DE *Gleditsia amorphoides* (Griseb) Taub.**

**EVALUATION OF THE GERMINATION PARAMETERS
OF SEEDS OF *Gleditsia amorphoides* (Griseb) Taub.**

Alicia Calabroni de Asseph¹

Lilians Cánepa²

Marcela Godoy³

Lorena Pernochí⁴

¹ Magister en Epistemología y Metodología de la Investigación. Profesora Titular de la Cátedra Botánica General y Forestal, Carrera: Ingeniería Forestal. Facultad de Recursos Naturales. Universidad Nacional de Formosa (U.Na.F.). Dirección postal. Libertad 1245 – 3600 – Formosa – ARGENTINA – E-mail: flia_assephcalabroni@ciudad.com.ar.

² Magister Scientiae en Genética Vegetal. Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra Botánica General y Forestal, Carrera: Ingeniería Forestal. Facultad de Recursos Naturales. Universidad Nacional de Formosa (U.Na.F.). Dirección postal. Brandsen 326 – 3600 – Formosa – ARGENTINA – E-mail: shawlili@yahoo.com.

³ Magister Scientiae en Producción Vegetal. Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra Botánica General, Carrera: Ingeniería Zootecnista. Facultad de Recursos Naturales. Universidad Nacional de Formosa (U.Na.F.). Dirección postal. Brandsen 1333 – 3600 – Formosa – ARGENTINA – E-mail: claugo@ciudad.com.ar.

⁴ Estudiante de la Carrera Ingeniería Forestal. Facultad de Recursos naturales. Universidad Nacional de Formosa (U.Na.F.).

SUMMARY

The germinative capacity, the germinative energy, and the half value of germination of seeds of *Gleditsia amorphoides* was evaluated during three years in sixteen experiences. In the first and last experience they were also evaluated the morphologic characters of the seedlings. The germinative capacity showed maximum and constant values during the first two years, while for the germinative energy and the half value of germination the highest values were verified between the first third experience and the first and the fifth experience respectively, and then to diminish significantly. The evaluation of the morphologic characters of the seedlings in the first experience showed a significantly superior percentage of normal seedlings between the first and the last experience, consequently the percentage of abnormal seedlings increased notably among the first one and the last experience.

Key words: *Gleditsia amorphoides*, germinative capacity, germinative energy.

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluaron la capacidad germinativa, la energía germinativa y el valor medio de germinación de semillas de *Gleditsia amorphoides* durante tres años consecutivos. En la primera y última experiencia se evaluaron los caracteres morfológicos de las plántulas. La capacidad germinativa mostró valores máximos (98 a 100 %) y constantes durante los dos primeros años, mientras que para la energía germinativa y el valor medio de germinación los mayores valores se verificaron entre la primera y tercera experiencia (16 a 13 %) y la primera y la quinta experiencia (112 y 77 %) para luego disminuir significativamente. La evaluación de los caracteres morfológicos de las plántulas en la primera experiencia mostró un porcentaje de plántulas normales (63 %) significativamente superior al hallado en la última experiencia (30 %), indicando que el porcentaje de plántulas anormales aumentó notablemente entre la primera (37 %) y la última experiencia (70 %).

Palabras clave: *Gleditsia amorphoides*, espina corona, capacidad germinativa, energía germinativa.

INTRODUCCIÓN

El Género *Gleditsia* perteneciente a la Familia *Leguminosae*, Subfamilia *Cesalpinioideae*, presenta amplia distribución mundial, pero en áreas disyuntas, lo que implica su antigüedad geológica (RIQUÉ Y PARDO, 1954). En América, *G. amorphoides*, “espina corona”, “coronillo” o “espina de Cristo”, crece en forma natural en los bosques y selvas del Norte Argentino, extendiéndose a regiones adyacentes de Bolivia, Paraguay, Brasil y Uruguay, reproduciéndose por semillas. Los árboles alcanzan una altura total de hasta 12 m, caracterizándose por presentar espinas distribuidas a lo largo del tronco. *G. amorphoides* es una especie polígamo dioica, es decir que posee flores hermafroditas y unisexuales en individuos distintos, la fructificación se produce en árboles hermafroditas, se inicia a fines de agosto y continúa durante los meses de septiembre, octubre y noviembre alcanzando la maduración de los frutos en el mes de diciembre. El fruto es una legumbre falcada, de color oscuro, indehiscente, que contiene entre seis y diez semillas endospermadas (CALABRONI, 2000). Las semillas son de color verde oliva, provistas de un tegumento duro, cuya

permeabilidad aumenta por la acción de heladas, o la acción de microorganismos del suelo. De manera artificial se utilizan métodos para ablandar el tegumento duro, tales como la inmersión de las semillas en agua caliente, el uso de ácido sulfúrico o el escarificado mecánico. Si bien se conoce que las semillas de la especie en estudio poseen un alto grado de latencia, se desconoce hasta el momento el período de duración de la misma, impuesta por la cubierta seminal, la cual produce una restricción en la absorción de agua asociada a la composición química y a las características morfo-anatómicas de la cubierta. La longevidad de las semillas está determinada por un balance entre factores intrínsecos y extrínsecos que afectan principalmente los procesos de reparación y los mecanismos deletéreos del metabolismo (BAJAJ, 1976; ROBERTS, 1972). Además el período que las semillas permanecen viables es extremadamente variable y está determinado genéticamente, aunque los factores ambientales y las condiciones de almacenamiento tienen un efecto decisivo en la duración de la vida de una semilla (MAYER *et al.*; 1982). En las leguminosas, varias partes de la epidermis han sido sugeridas como responsables de la impermeabilidad, entre ellas una cutícula cerosa, la línea lúcida, paredes celulares cutinizadas o suberizadas y la presencia de material semejante al corcho en el tapón estrofiolar (WERKER *et al.*, 1979; CASTILLO, 1997; CALABRONI, 2000). El presente trabajo fue efectuado a fin de evaluar la capacidad germinativa, energía germinativa y el valor medio de germinación de un lote de semillas de *G. amorphoides* durante tres años consecutivos, así como también el porcentaje de germinación y otras variables cuantitativas (longitud total de plántulas, longitud radicular, longitud de hipocótilo, ancho y largo de cotiledones y longitud de epicótilo) de plántulas germinadas en la primera y última siembra efectuadas, caracterizándolas, además en plántulas normales y anormales de acuerdo a lo estipulado por la I.S.T.A. (INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, 1996). Si bien dichas normas estandarizan ensayos efectuados en condiciones controladas de temperatura y humedad, se consideró necesario tomarlas en cuenta para utilizar la misma clasificación de plántulas normales y anormales establecidas por las normas citadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo en el vivero forestal de la Facultad de Recursos Naturales dependiente de la Universidad Nacional de Formosa (U.Na.F.). Los materiales objeto de estudio fueron los frutos maduros (cosecha 1999-2000) de árboles semilleros ubicados en la Reserva Natural "Guaycolec", distante 28 kilómetros de la ciudad de Formosa, Departamento Formosa. La provincia de Formosa tiene una superficie de 72.066 kilómetros cuadrados y una población de 486.559 habitantes (CENSO 2001). Está ubicada en la Región Nordeste

de la República Argentina comprendida entre los paralelos 26° y 22° 30' de latitud sur y los meridianos 57° 30' y 62° 25' de longitud occidental. El territorio provincial está caracterizado por régimen de altas temperaturas, cuyas medias anuales oscilan entre 21,9°C y 20,6°C. Los meses cálidos son diciembre y enero, en los que se registra un máximo absoluto de 45°C. Sin embargo, estas condiciones climáticas tropicales son modificadas por el ingreso de masas de aire frío provenientes del sur, que provocan notables bajas térmicas en el centro y oeste de la provincia. A medida que disminuye la influencia del Río Paraguay hacia el oeste, el período libre de heladas se hace cada vez menor, pero siempre dentro de un nivel próximo a los 350 días. Este fenómeno ocurre con más frecuencia durante los meses de mayo y agosto. La gran amplitud térmica diaria denota una marcada continentalidad. Las precipitaciones pluviales son más abundantes y mejor distribuidas en el este que en la parte occidental de la Provincia. En tanto que en el este el 75 % de las precipitaciones se distribuyen a lo largo de ocho meses del año, en el oeste el mismo porcentaje se registra de noviembre a marzo.

En general, el régimen de precipitaciones pasa gradualmente de subtropical continental en el este a típicamente monzónico en el oeste (ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA PROVINCIA DE FORMOSA, 2001).

Los frutos fueron almacenados y conservados en bolsas de red, en sitio seco y aireado, sin luz solar directa y a temperatura ambiente. Se realizaron dieciséis experiencias en forma continuada. En cada experiencia, doscientas semillas fueron escarificadas a mano, en la región micropilar, con ayuda de papel de lija de grano fino, remojándolas posteriormente con agua corriente durante doce horas, tras lo cual se realizó la siembra en arena de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado. En todas las experiencias, se contó con un testigo, consistente en cien semillas sin escarificar ni remojar y sembradas en las mismas condiciones que las semillas de las restantes experiencias.

El método utilizado fue el de siembra continuada llevado a cabo en condiciones de vivero, a media sombra, sin control de temperatura ambiente y con suministro de agua en caso de no registrarse precipitaciones en un período superior a los siete días.

La siembra de semillas comenzó a principios de otoño de 2000, efectuándose consecutivamente cada tres meses hasta principios de invierno del año siguiente, realizándose posteriormente cada dos meses hasta la última siembra, la que se llevó a cabo a fines de verano de 2003. Considerando que a partir de la experiencia catorce (E14) el porcentaje de germinación (38 %) fue inferior al 50 % y también de las siguientes (E15 y E16), se decidió finalizar el ensayo.

Las variables evaluadas fueron:

1. capacidad germinativa (CG): porcentaje de semillas germinadas al final del período de evaluación (HARTMANN Y KESTER, 2001),

2. energía germinativa (EG): máximo cociente obtenido al dividir el porcentaje de germinación diaria acumulada por el correspondiente número de días, en otras palabras es la germinación media diaria de los componentes más vigorosos del lote de semillas (HARTMANN Y KESTER, 2001),

3. valor de germinación (VG): este parámetro corresponde al producto entre la germinación media diaria (GMD), que es el porcentaje de germinación final dividido por el total de días de control y el Valor Cima (VC) que corresponde al porcentaje de germinación en el punto de máxima germinación terminal, dividido por el número de días transcurridos.

Para calcular el VG en *G. amorphoides*, se realizaron conteos periódicos de emergencias radiculares.

Una vez transcurridos quince días desde la primera (E1) y última (E16) siembra, las plántulas fueron clasificadas en:

a) plántulas normales: aquellas que presentan todas las estructuras esenciales normales (sistema radical y un sistema apical),

b) plántulas anormales: aquellas que presentan una o varias de las estructuras esenciales anormales, pudiendo clasificarse de acuerdo a lo observado en:

plántulas anormales con raíz raquílica: con cotiledones encerrados en el episperma seminal o con cotiledones libres,

plántulas anormales con raíz primaria ausente o atrofiada: con cotiledones encerrados en el episperma seminal o con cotiledones libres.

En plántulas normales como anormales se evaluaron las siguientes variables cuantitativas. longitud total de la plántula, longitud total de la raíz primaria, longitud de hipocótilo, longitud y ancho de cotiledones, longitud de epicótilo, evaluándose, además, la morfología foliar (tipo de hoja y cantidad de foliolos).

Para el análisis de las variables CG y EG se efectuó un análisis de la varianza y prueba de Duncan. Con el objeto de determinar la relación entre CG y temperaturas medias mensuales, se estimaron los coeficientes de correlación de Pearson.

Se utilizaron datos meteorológicos para la ciudad capital de la provincia de Formosa, registrados por el Servicio Meteorológico Nacional ubicado en el Aeropuerto local "El Pucú". El análisis de los datos, en todos los casos, se realizó con el paquete estadístico SAS, Cary, N.C. (2000).

Se realizó un análisis de la varianza evaluándose todas las variables mencionadas, discriminándose dicho análisis para las experiencias (E1) y (E16).

RESULTADOS

1. Capacidad germinativa

La Tabla 1 muestra los valores correspondientes a la CG acumulada de las semillas estudiadas en cada una de las experiencias realizadas en el transcurso de tres años consecutivos.

Tabla 1. Capacidad germinativa de semillas de *G. amorphoides* en las diferentes experiencias.
Table 1. Germinative capacity of seeds of *G. amorphoides* in the different experiences.

Días	2000				2001					2002						2003
	E1 mar	E2 jun	E3 sep	E4 dic	E5 mar	E6 jun	E7 ago	E8 Oct	E9 dic	E10 feb	E11 abr	E12 jun	E13 ago	E14 oct	E15 dic	E16 feb
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	36	17	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	60	26	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	78	59	52	35	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7
6	84	62	61	58	57	0	0	27	0	55	0	0	7	2	19	18
7	95	96	91	78	74	0	0	51	0	78	0	0	18	14	32	21
8	100	99	100	90	78	0	37	65	77	92	54	0	27	26	35	26
9	100	100	100	92	78	0	50	69	83	100	63	4	36	29	36	28
10	100	100	100	98	98	0	70	84	94	100	82	11	37	30	37	32
11	100	100	100	98	100	0	86	90	94	100	84	23	39	33	37	34
12	100	100	100	99	100	0	86	96	94	100	87	34	41	34	37	35
13	100	100	100	99	100	0	90	100	98	100	92	41	48	36	37	35
14	100	100	100	100	100	26	90	100	100	100	93	48	53	38	37	35
15	100	100	100	100	100	51	98	100	100	100	98	52	53	38	37	37
CG																
Total	100	100	100	100	100	51	98	100	100	100	98	52	53	38	37	37

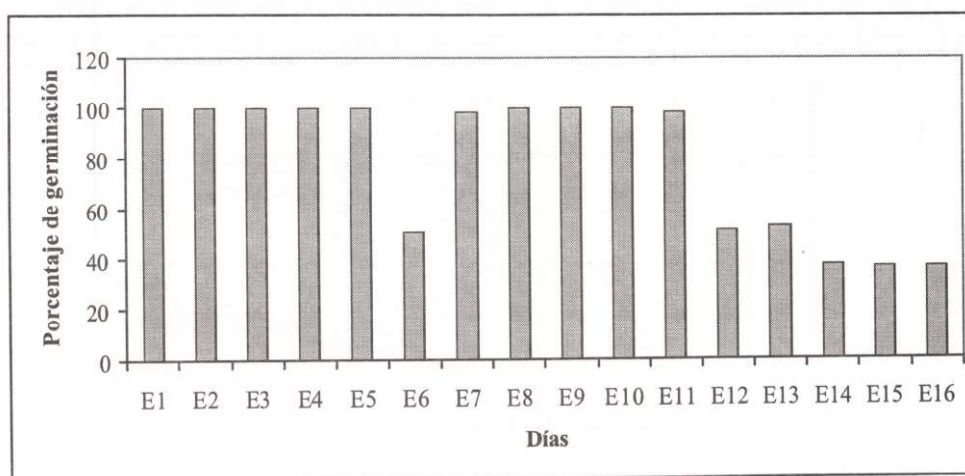
F-días = 11,42**, altamente significativo (P=0,001).

F-experiencias = 6,23**, altamente significativo (P=0,001).

Tabla 2. Capacidad germinativa de la experiencia testigo de *G. amorphoides* durante los tres años.
Table 2. Germinative capacity of witness of *G. amorphoides* in the different experiences.

Días	2000				2001				2002				2003			
	E1 mar	E2 jun	E3 sep	E4 dic	E5 mar	E6 jun	E7 ago	E8 Oct	E9 dic	E10 feb	E11 abr	E12 jun	E13 ago	E14 oct	E15 dic	E16 feb
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	3	2	0	3	2	4	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0
CG Total	3	2	0	3	2	4	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0

Gráfico 1. Porcentaje de germinación de semillas de *G. amorphoides* en las diferentes experiencias.
Graphic 1. Percentage Germinative of seeds of *G. amorphoides* in the different experiences.



La CG acumulada total mostró el máximo valor esperado (100 %) en las cinco primeras experiencias, es decir, comprendiendo el periodo marzo de 2000 – marzo de 2001. En la E6 (junio de 2001), la variable estudiada, se redujo a la mitad (51 %), alcanzando nuevamente valores superiores (98 a 100 %) desde la E7 hasta la E11, desde agosto de 2001 a abril de 2002. Posteriormente, a partir de la E12 y hasta la E16 se observó una notable disminución (52 a 37 %). A partir de todo lo referido se puede decir que la CG acumulada se mantuvo constante durante dos años consecutivos, excepto en invierno de 2001. Este porcentaje vuelve a recobrase a partir de E7 a E11, obteniéndose valores similares a los del primer año de iniciado el ensayo. Durante el tercer año la CG disminuyó considerablemente registrándose valores inferiores al 50 %, desde junio de 2002 a febrero de 2003. Los resultados obtenidos en el tercer año, estarían indicando una pérdida de la CG la cual se reduce irreversiblemente con el tiempo, conforme se demuestra con los resultados obtenidos en E12 a E16. Similares resultados fueron hallados por PASSERA (1990) al determinar que en *Atriplex lampa* el porcentaje de germinación se reduce con dos años de almacenaje. Asimismo, AIAZZI y ARGUELLO (1992), establecieron que semillas de

Atriplex cordobensis con siete a catorce meses de almacenaje presentan una disminución en la germinación del 7,3 a 33,9 % en relación a las semillas con un mes de almacenaje. El análisis de la varianza detectó diferencias altamente significativas ($P=0,001$) entre los días de evaluación. Este resultado indica que la CG acumulada del lote de semillas estudiadas fue estadísticamente distinta a través del tiempo. Se detectaron diferencias altamente significativas ($P=0,001$) en el conjunto de experiencias estudiadas, por lo tanto algunas de ellas tuvieron mayor CG acumulada que las restantes. Para obtener un mejor conocimiento acerca del comportamiento de la CG en las diferentes experiencias, se realizó un análisis de Duncan, que permitió agrupar a las experiencias de acuerdo a la CG, formándose tres grupos (D1, D2 y D3), en adelante, grupos homogéneos (GH).

De acuerdo a este agrupamiento, el 25 % de las experiencias realizadas fueron consideradas como pertenecientes al grupo de mayor CG (D1), sólo el 19 % fue considerado como de menor DG (D3), mientras que el 56 % restante perteneció al grupo de CG intermedia (D2).

Cuadro 1. Valores medios y Análisis de la Capacidad Germinativa de *G. amorphoides* según la Prueba de Duncan.

Square 1. Means and analysis of the germinative capacity of *G. amorphoides* according to Duncan's multiple range test (P=0,05).

GH	2000				2001					2002					2003	
	E1 mar	E2 jun	E3 sep	E4 dic	E5 mar	E6 jun	E7 ago	E8 Oct	E9 dic	E10 feb	E11 abr	E12 jun	E13 ago	E14 oct	E15 dic	E16 feb
	D1	D1	D1	D1	D2	D3	D2	D2	D2	D2	D2	D3	D2	D3	D2	D2

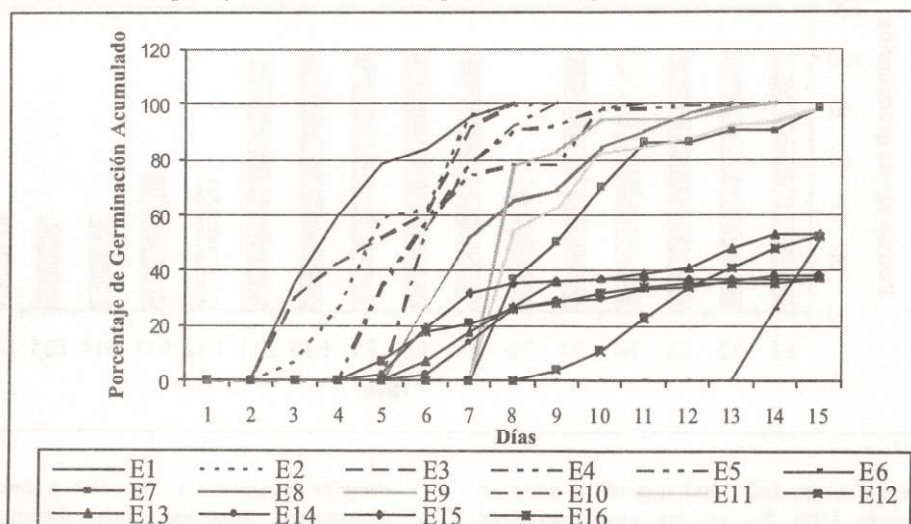
D1 = formado por todas las experiencias que presentaron la mayor CG (E1, E2, E3, E4).

D2 = se conformó con aquellas experiencias que mostraron una CG estadísticamente menor (E6, E12 y E14).

D3 = conformado por aquellas experiencias no comprendidas entre ambos grupos (E5, E7, E8, E9, E10, E11, E13, E15 y E16). Este grupo fue considerado con una CG intermedia entre D1 y D3.

Gráfico 2. Capacidad germinativa de semillas de *G. amorphoides* en los diferentes tratamientos.

Graphic 2. Germinative capacity of seeds of *G. amorphoides* during three years in the different experiences.



En el presente gráfico se observa la formación de los tres grupos anteriormente mencionados. El D1, formado por las experiencias que registran inicio de la germinación entre el segundo y quinto día, llegando al punto T (100 %) entre el octavo y decimocuarto día. El D2, formado por experiencias que registran inicio de germinación entre el sexto día (E14) y el decimocuarto día (E6), llegando a un T máximo que oscila entre 38 y 52 %. El D3, formado por experiencias que registran inicio de germinación en el quinto día (E5, E15 y E16), llegando a un T máximo de 100 % (E5) y de 37 % (E15 y E16).

1.1. Correlación entre CG y temperaturas y precipitaciones medias mensuales durante el periodo marzo 2000 – febrero 2003.

El objetivo de este análisis fue determinar la existencia de correlación entre temperaturas medias durante tres años sobre la capacidad germinativa en las dieciséis experiencias realizadas, dado que se realizaron siembras continuadas en condiciones de vivero. En la Tabla 3 se exponen los datos meteorológicos correspondientes a los años de estudio.

Con el objeto de conocer la relación entre la CG de las semillas de *G. amorphoides* y las temperaturas medias mensuales registradas durante el periodo de estudio de las mismas, se realizó la estimación del coeficiente de correlación de Pearson. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4.

Tabla 3. Valores medios de temperatura en el periodo marzo 2000-febrero 2003 para la ciudad capital de la provincia de Formosa proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional.
Table 3. Means of temperatures of march 2000 – february 2003.

	Temperaturas medias mensuales (grados centígrados)											
	ene	feb	mar	abr	may	Jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
2000	-----	-----	25,9	23,4	28,3	18,5	13,3	19,0	19,9	24,7	2,8	26,4
2001	26,8	28,8	27,7	23,9	17,2	17,2	18,2	21,4	19,5	23,5	25,3	26,4
2002	26,8	25,9	27,5	23,8	19,1	16,2	15,0	19,8	20,1	24,9	25,2	27,1
2003	27,7	26,9	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabla 4. Correlación de Pearson (r) para la capacidad germinativa y los valores medios de temperatura.
Table 4. Correlation of Pearson (r) for the capacity germinative and the means of the temperatures.

Relación	N	R
CG y temperaturas medias mensuales	16	0,156*

*: significativo (P=0,05).

NS: no significativo.

N: número de pares de datos.

2. Energía germinativa

En la Tabla 5 se registran los datos de energía germinativa en las diferentes experiencias durante tres años consecutivos.

El análisis de la varianza detectó diferencias altamente significativas (P=0,001) para las fuentes de variación días y experiencias, indicando que la EG de las semillas evaluadas, varió a través del tiempo y que en algunas experiencias la EG se diferenció

estadísticamente. La prueba de Duncan permitió formar tres grupos: A1, A2 y A3. El A1 formado por todas las experiencias que presentaron la mayor EG (E1, E2 y E3). El A2, en cambio, se conformó con aquellas experiencias que mostraron una EG estadísticamente menor (E6, E12, E13, E14 y E16). El A3 estaría conformado por aquellas experiencias no comprendidas entre ambos grupos (E4, E5, E7, E8, E 9, E10, E11 y E15).

Tabla 5. Energía germinativa de semillas de *G. amorphoides* en las diferentes experiencias.
Table 5. Germinative energy (%) of seeds of *G. amorphoides* during three years in the different experiences.

Días	2000				2001					2002						2003
	E1 mar	E2 jun	E3 sep	E4 dic	E5 mar	E6 jun	E7 ago	E8 Oct	E9 dic	E10 feb	E11 abr	E12 jun	E13 ago	E14 oct	E15 dic	E16 feb
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	12	6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	15	6	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	16	12	10	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	14	10	10	10	9	0	0	4	0	9	0	0	2	0	3	3
7	14	14	13	11	11	0	0	7	0	11	0	0	3	2	5	3
8	12	12	12	11	10	0	5	8	10	11	7	0	3	3	4	3
9	11	11	11	10	9	0	5	8	9	11	7	0	4	3	4	3
10	10	10	10	10	10	0	7	8	9	10	8	1	4	3	4	3
11	9	9	9	9	9	0	8	8	8	9	8	2	3	3	3	3
12	8	8	8	8	8	0	7	8	8	8	7	3	3	3	3	3
13	8	8	8	8	8	0	7	8	7	8	7	3	4	3	3	3
14	7	7	7	7	7	2	6	7	7	7	7	3	4	3	3	3
15	7	7	7	7	7	3	6	7	7	7	6	3	4	3	3	2
VMG	112	98	91	77	77	9	48	56	70	77	48	9	8	9	15	6

Cuadro 2. Valores medios y análisis de la capacidad germinativa de *G. amorphoides* según Prueba de Duncan. Square 2: Means and analysis of the germinative capacity of *G. amorphoides* according to Duncan's multiple range test (P=0,05).

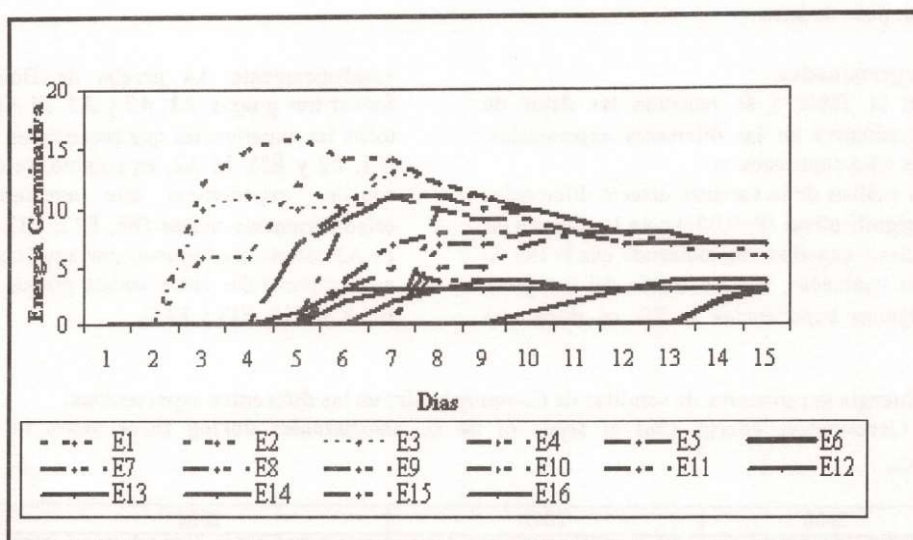
GH	2000				2001					2002					2003	
	E1 mar	E2 jun	E3 sep	E4 dic	E5 mar	E6 jun	E7 ago	E8 Oct	E9 dic	E10 feb	E11 abr	E12 jun	E13 ago	E14 oct	E15 dic	E16 feb
	A1	A1	A1	A3	A3	A2	A3	A3	A3	A3	A3	A2	A2	A2	A3	A2

En el grupo A1 se observó que la EG osciló entre 16 y 13 %, registrada entre el quinto y séptimo día. En el A2, la EG osciló entre 4 y 3 %, entre el sexto y decimoquinta día. En el grupo A3, la EG osciló entre 11 y 5 %, entre el séptimo y decimotercer día.

El Gráfico 3 muestra los valores correspondientes a la EG durante los quince días de duración en cada una de las experiencias estudiadas.

En el presente gráfico se observa la formación de los tres grupos anteriormente mencionados, que derivan del cociente entre la CG y los días (EG).

Gráfico 3. Energía germinativa de semillas de *G. amorphoides* en los diferentes tratamientos. Graphic 3. Energy of germination (%) of seeds of *G. amorphoides* in the different experiences.



3. Valor de Germinación

Los resultados del VG, indican la formación de tres grupos marcadamente diferenciados, los cuales se detallan a continuación.

VG1= formado por las E1 a E5, E9 y E10, con los máximos cocientes de germinación (112 a 70). Es decir, que fueron las experiencias, cuyas semillas

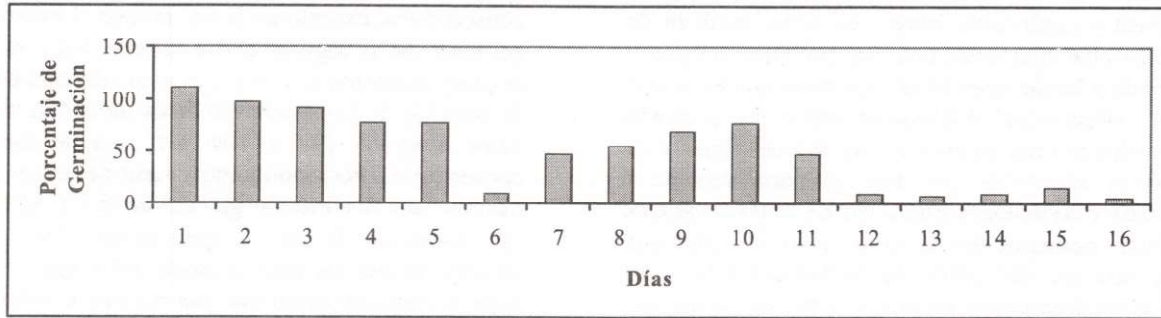
registraron mayor velocidad de germinación y vigor en menor tiempo.

VG2= formado por las E7, E8 y E11, con los valores medios de germinación (56 a 48).

VG3= formado por E6, E12 a E16, con los mínimos cocientes de germinación (15 a 6).

En el Gráfico 4 se observa la conformación de los grupos anteriormente mencionados

Gráfico 4. Valor medio de germinación de *G. amorphoides* en las diferentes experiencias.
Graphic 4. Half value of germination (%) of *G. amorphoides* in different experiences.



Relación entre el porcentaje de plántulas germinadas y la evaluación de caracteres morfológicos en la primera experiencia (E1) y la última experiencia (E16).

El análisis de la varianza detectó diferencias altamente significativas ($P=0,001$) para todas las variables evaluadas en las dos experiencias, excepto para la variable longitud del hipocótilo. La prueba de Duncan para la variable porcentaje de germinación en

la E1, permitió diferenciar a las plántulas normales de todas las restantes.

En la E16, en cambio para la misma variable permitió diferenciar a las plántulas anormales con raíz raquílica y cotiledones libres. Para las variables longitud total de la plántula, longitud radicular y longitud de hipocótilo tanto en la E1 como en la E16 se diferenciaron las plántulas normales de las restantes.

Tabla 6. Valores medios para la primera experiencia (E1).

Table 6. Means of variables evaluated for the first experience (E1).

	N	Porcentaje de germinación	Longitud total (cm)	Longitud radicular (cm)	Longitud de hipocótilo (cm)	Cotiledones (cm)		Longitud de epicótilo
						ancho	largo	
1	124	63	16,0	5,8	3,7	2,2	1,0	3,5
2	37	18	8,0	4,5	2,7	2,0	1,0	3,0
3	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	33	16	5,5	0,0	3,0	2,0	1,0	2,0
5	6	3	3,5	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0
Total	200	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabla 7. Valores medios para la última experiencia (E16).

Table 7. Means of variables evaluated for the last experience (E16).

	N	Porcentaje de germinación	Longitud total (cm)	Longitud radicular (cm)	Longitud de hipocótilo (cm)	Cotiledones (cm)		Longitud de epicótilo
						ancho	largo	
1	22	30	12,0	8,0	6,5	2,5	1,2	4,0
2	26	35	9,0	4,0	3,5	1,5	0,9	1,5
3	6	8	8,0	3,0	4,5	0,0	0,0	0,0
4	11	15	5,5	0,0	4,0	1,7	0,9	2,4
5	9	12	3,7	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
Total	74	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Referencias para las Tablas 6 y 7:

1. Plántulas normales: **hoja compuesta, bipinnada, con tres a cuatro foliolos, cada uno con 10 a 15 foliolillos.**
2. Plántulas anormales con raíz raquílica y cotiledones libres: **hoja compuesta, pinnada, opositopinnada, paripinnada o imparipinnada, con tres a cuatro foliolos, cada uno con 10 a 15 foliolillos.**
3. Plántulas anormales con raíz raquílica y cotiledones cubiertos: **hoja compuesta, pinnada, opositopinnada, paripinnada o imparipinnada, con tres a cuatro foliolos, cada uno con 10 a 15 foliolillos.**
4. Plántulas anormales con raíz primaria ausente o atrofiada y cotiledones libres: **hoja compuesta, opositopinnada, paripinnada o imparipinnada, con tres a cuatro foliolos, cada uno con 10 a 12 foliolillos.**
5. Plántulas anormales con raíz primaria ausente o atrofiada y cotiledones cubiertos: **hoja compuesta, pinnada, opositopinnada, paripinnada o imparipinnada, con tres a cuatro foliolos, cada uno con 10 a 12 foliolillos.**

Para la variable ancho y largo de cotiledones en la E1 y en la E16 no se hallaron diferencias entre

las plántulas normales y anormales que presentaron cotiledones libres. Para la variable longitud de

epicótilo en la E1 fue posible diferenciar plántulas normales de las plántulas anormales con raíz raquítica y cotiledones libres, así como también de las plántulas anormales con raíz primaria ausente o atrofiada y cotiledones libres. En tanto que en la E16 no se observaron diferencias entre las plántulas anormales con raíz raquítica y cotiledones libres y las plántulas anormales con raíz primaria ausente o atrofiada y cotiledones libres. En E1 el porcentaje de plántulas normales fue superior al 60 %, valor que representa más del doble del hallado en E16. Este dato es de gran importancia si se tiene en cuenta que al cabo de tres años la CG disminuyó notablemente y asimismo la calidad de las semillas germinadas, esto se traduce en un menor porcentaje de plántulas normales y un incremento de plántulas anormales. En el caso de las plántulas anormales, el porcentaje obtenido en E16 fue del 70 % con respecto al 37 % obtenido en E1. Estos valores estarían indicando que entre la primera y la última experiencia al cabo de tres años, el porcentaje de plántulas anormales germinadas *aumentó considerablemente*. Probablemente, este incremento de plántulas anormales se debe a la pérdida de la calidad de las semillas a lo largo del tiempo.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en el estudio de la variable capacidad germinativa (CG) permiten establecer que la aplicación del tratamiento pregerminativo (escarificado mecánico y posterior inmersión en agua durante doce horas), de las semillas de *G. amorphoides*, aceleraron el tiempo de germinación, lográndose obtener un porcentaje de germinación de 98 a 100 % en un periodo de quince días. En la mayoría de las experiencias testigo el inicio de la germinación se registró a partir del día treinta y el porcentaje de semillas germinadas ese día no superó el 4 %. Se ha comprobado por estudios realizados en *Pinus nigra* que el porcentaje y la velocidad de germinación está relacionado con el peso de las semillas. De tal manera, que las semillas más grandes, presentan mayor vigor y dan origen a brinzales que crecen mejor y más de prisa (CASTRO, 1990), aunque esto está relacionado a un ambiente desfavorable (GROSS y SMITH, 1991) y desaparecen al cabo de poco tiempo (WEINER *et al.*, 1997). El escarificado mecánico sería una técnica apropiada para reducir el grado de latencia impuesta por la cubierta seminal la cual produce una restricción en la absorción de agua asociada a la composición química y características morfo-anatómicas de la cubierta, como lo han informado distintos autores para *G. amorphoides* y otras leguminosas (WERKER *et al.*, 1979; CASTILLO, 1997; Calabroni, 2000). El escarificado mecánico en la región micropilar de las semillas de *G. amorphoides* y posterior inmersión en agua, permitió ablandar las cubiertas seminales. Este tratamiento posibilitó superar el letargo e iniciar la germinación

entre el tercer y el noveno día de siembra en las experiencias E1 a E16, durante tres años consecutivos, excepto en la E6, en que el inicio de la germinación se registró el día catorce. Por otra parte se pudo demostrar que la CG acumulada total del lote de semillas de la especie estudiada mostró el máximo valor esperado (98 a 100 %) durante dos años consecutivos. Posteriormente a partir del tercer año se observó una declinación gradual de la CG (52 A 37 %). Asimismo la energía germinativa (EG) de las semillas evaluadas varió a través del tiempo y de las experiencias, obteniéndose los máximos valores de germinación media diaria (GMD) de los componentes más vigorosos del lote de semillas entre el quinto y el *décimo segundo día de siembra*, durante los dos primeros años. En cuanto al valor de germinación (VG), los resultados obtenidos si bien posibilitaron la formación de tres grupos marcadamente diferenciados, podemos concluir que los máximos cocientes de germinación (112 a 70) corresponden a semillas que registran mayor velocidad de germinación y vigor durante los dos primeros años de siembra. En la presente investigación los resultados obtenidos en la evaluación de tres parámetros de germinación (CG, EG y VG) permiten afirmar que un lote dado de semillas de *G. amorphoides* conservadas dentro de los frutos, almacenados en bolsas de red en sitio seco y aireado sin luz solar directa y a temperatura ambiente, muestran los máximos valores de germinación (98 y 100 %) durante dos años consecutivos (2001 y 2002). Asimismo, PASSERA (1990) determinó un 83 % de germinación a 20°C en semillas de *Atriplex lampa* con dos años de almacenaje. Sin embargo, AIAZZI y ARGÜELLO (1992), establecieron que semillas de *Atriplex cordobensis* con 7 y 14 meses de almacenaje presentan una disminución en la germinación del 7,3 y 33,9 %, respectivamente, en relación a las semillas de un mes de almacenaje. En *A. repanda*, *A. cordobensis* y otras especies de este género se encontró que algunas sales (cloruro de sodio principalmente) y otros compuestos como saponinas y ácido abscísico actúan inhibiendo la germinación (BEADLE, 1952; OSMOND *et al.*, 1980; FERNÁNDEZ *et al.*, 1986; AIAZZI y ARGÜELLO, 1992).

Al realizar el análisis de los caracteres morfológicos de las semillas entre la primera (E1) y la última experiencia (E16), luego de tres años consecutivos, se pudo comprobar la existencia de un alto porcentaje de plántulas normales (63 % en la E1 y 30 % en la E16). El porcentaje de plántulas anormales con raíz raquítica en la E1 fue de 18 % y en la E16 fue de 43 %. El porcentaje de plántulas anormales con raíz primaria ausente o atrofiada, en la E1 fue de 19 % y en la E16 de 27 %. Estos resultados estarían indicando que los caracteres morfológicos de las plántulas obtenidas se pierden con el transcurso del tiempo. Se pudo comprobar en *G. amorphoides* que en tres años el porcentaje de plántulas normales

se redujo a la mitad y el porcentaje de plántulas anormales con raíz raquílica y con raíz primaria ausente o atrofiada aumentó con los años transcurridos, a partir del momento de cosecha de los frutos. Por lo tanto, es aconsejable para esta especie utilizar semillas que no posean más de dos años de cosecha, debido a que tanto la capacidad germinativa como la calidad de las plántulas obtenidas disminuye considerablemente a la mitad a partir del segundo año de cosecha.

BIBLIOGRAFÍA

- AIAZZI, M.; ARGÜELLO, J.; 1992. Dormancy and germination studies on dispersal units of *Atriplex cordobensis* (Gandoger et Stucker). *Seed Science and Technology* 20: 401-407.
- ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA PROVINCIA DE FORMOSA, 2001. Dirección de Estadística, Censos y Documentación.
- BAJAJ, I.; 1976. Gene preservation through freeze storage of plant cells, tissue and organ culture. *Acts Horti*, 63-65.
- BEADLE, N.; 1952. Studies in Halophytes. The germination of seeds and establishment of the seedlings of five species of *Atriplex* in Australia. *Ecology* 33 (1): 49-62.
- CALABRONI, A.; 2000. Contribución al estudio organográfico de *Gleditsia amorphoides* (Griseb) Taub., "espina corona" *Leguminosae*. *Revista de Ciencia y Tecnología de la UNSE* (5): 209-222.
- CASTILLO, R.; 1997. Estudio de la dureza en semillas de *Stylosanthes hamata* (L.) Taub. y su relación con las características morfo-anatómicas de la cubierta seminal. Tesis de maestría. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- CASTRO, J.; 1999. Seed mass versus seedling performance in Scots pine: a maternally dependent trait. *New Phytol.* 144: 153-161.
- FERNÁNDEZ, H.; OLIVARES, A.; JOHNSTON, B.; CONTRERAS, 1986. Rol del pericarpio de *Atriplex repanda* en la germinación. Efectos del NaCl y saponinas en la germinación de cuatro especies. *Phyton*, 46: 19-20.
- GROSS, K.; SMITH, A.; 1991. Seed mass and emergence time effects on performance of *Panicum dichotomiflorum* Michx. Across environments. *Oecología* 87: 270-278.
- HARTMANN, H.; KESTER, D.; 2001. Propagación de plantas. Principios y prácticas. C.E.C.S.A. México. 760 páginas.
- INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING, 1996. *Seed Science and Technology. Supplement: International Seed Testing Association.* Zurich, Switzerland, 24.
- MAYER, A.; POLJAKOFF-MAYBER, A.; 1982. The germination of seeds. Pergamon Press, 3a ed., capítulo 3: 22-49.
- OSMOND, C.; BJÖRKMAN, ANDERSON, J.; 1980. Physiological process in plant ecology. Toward a synthesis with *Atriplex*. Berlin, Springer - Verlag, 468 pp.
- PASSERA, C.; 1990. Efecto de la temperatura y del estrés hídrico en la germinación de *Atriplex lampa* Moq. (*Chenopodiaceae*) *Studia Oecologica*, VII: 77-84.
- RIQUÉ, T.; PARDO, L.; 1954. Estudio de goma obtenida de espina corona (*Gleditsia amorphoides*). Buenos Aires. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Administración Nacional de Bosques. Publicación técnica 19, 1-30.
- ROBERTS, E.; 1972. Viability of seeds. Chapman y Hall (eds), London, 253 pp.
- SAS INSTITUTE INC.; 1990. SAS/STAT User' guide, version 6. Fourth edition, Volume 2, Cary, NC: SAS Institute Inc., 846 pp.
- WEINER, J.; MARTÍNEZ, S.; MULLERSCHARER, H.; STOLL, H.; SCHMID, B.; 1997. How important are environmental maternal effects in plants. A study with *Centaurea maculosa*. *Journal of Ecology* 85: 133-142.
- WERKER, E.; MARBACH, I.; MAYER, A.; 1979. Relation between the anatomy of the testa, water permeability and the presence of phenolics in the genus *Pisum*. *Annals of Botany* 43: 765-771.