

# Ensayos de germinación en especies de *Ononis* L. (Fabaceae) del SW de España

JUAN ANTONIO DEVESA<sup>(1)</sup>, TRINIDAD RUIZ & GEMA BUZO

## RESUMEN

DEVESA, J. A., T. RUIZ & G. BUZO (2000) Ensayos de germinación en especies de *Ononis* L. (Fabaceae) del SW de España. *Collect. Bot. (Barcelona)* 25: 195-205.

Se aportan datos sobre la capacidad germinativa de las semillas de ocho táxones del género *Ononis*, procedentes del SW de España (*O. spinosa* subsp. *australis*, *O. pinnata*, *O. broterana*, *O. natrix*, *O. biflora*, *O. mollis*, *O. pubescens* y *O. viscosa* subsp. *crotalarioides*). Se comprueba la existencia de dormición seminal, y la eficacia del ácido sulfúrico como agente escarificante. Se analiza la influencia que tienen en el proceso el tiempo de escarificado y las condiciones de iluminación. Se propone como tratamiento más eficaz en términos globales la inmersión ácida durante 90 minutos e incubación en oscuridad. Además, se aporta información sobre la cinética del proceso.

## ABSTRACT

DEVESA, J. A., T. RUIZ & G. BUZO (2000) Germination essays on some species of *Ononis* L. (Fabaceae) from SW Spain. *Collect. Bot. (Barcelona)* 25:195-205.

Information on the germinative capacity of seeds belonging to eight taxa of *Ononis*, from the SW of Spain is given (*O. spinosa* subsp. *australis*, *O. pinnata*, *O. broterana*, *O. natrix*, *O. biflora*, *O. mollis*, *O. pubescens* and *O. viscosa* subsp. *crotalarioides*). Seed dormancy and the efficacy of sulphuric acid as a scarifier are verified. The influence in the process of the length of scarification or the light conditions are also analyzed. Acid immersion for 90 minutes followed by dark incubation is proposed as the most effective treatment in general terms. Information on the cinetics of the process is also given.

**Keywords.** Fabaceae, *Ononis*, semilla, germinación.

## INTRODUCCIÓN

El género *Ononis* L. comprende unas 70 especies con representación sobre todo en la Región Mediterránea, en cuyo extremo occidental posee un centro de diversifi-

---

(1) Departamento de Biología y Producción Vegetales: Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura, 06071-Badajoz. España. jadevesa@unex.es

cación (SIRJAEV, 1932). De ellas, unas 43 especies están representadas en la Península Ibérica (DEVESA, 2000), muchas de las cuales son endémicas.

En este género, mientras que los estudios taxonómicos han sido relativamente frecuentes (SIRJAEV, 1932; FÖTHER & PODLECH, 1991, ENDTMANN 1964, IVIMEY-COOK, 1969; DEVESA, 1986, 1988 y 1992, entre otros), no puede decirse lo mismo sobre las limitaciones en la germinación de las semillas, ello a pesar de ser bien conocida la dificultad que en general poseen las de las fabáceas como consecuencia de su dureza mecánica (EWART, 1908, GUPPY, 1912; KELLY & AL., 1992). Este fenómeno, que ha sido contrastado repetidas veces en especies de géneros próximos a *Ononis*, como *Medicago* (BUENDÍA & AL., 1966; RUIZ & DEVESA, 1998) y *Trifolium* (véase BUENDÍA & AL., 1966; DEVESA & AL., 1998) ha sido, sin embargo, testado sólo en algunas especies de aquél (*Ononis sicula*, GUTTERMANN & EVENARY, 1972, y GUTTERMANN 1980/81, 1986; *O. repens*, SILVERTOWN, 1980; *O. vaginalis*, AB-EL-RAHMAN & EL-MONAYERI, 1967).

Debido a la importancia que en la Península Ibérica poseen muchas de las especies de *Ononis*, tanto en las comunidades rupícolas como en diversos tipos de vegetación calcícola y psamófila, así como a la actualidad de los estudios conservacionistas, en este trabajo se han analizado varios aspectos de la germinación de las semillas en ocho táxones del SW de España: *O. natrix*, *O. biflora*, *O. mollis*, *O. pubescens*, *O. broterana*, *O. spinosa* subsp. *australis*, *O. pinnata* y *O. viscosa* subsp. *crotalarioides*, siendo los cuatro últimos endemismos ibéricos o íbero-norteafricanos (DEVESA, l. c.).

Para ello, se procedió en primer lugar a comprobar experimentalmente la existencia de dureza seminal y, seguidamente, a forzar la germinación de las semillas tras la escarificación con ácido sulfúrico en distintos tiempos de actuación y bajo diferentes condiciones lumínicas. El uso del ácido sulfúrico como escarificador químico trata de simular los procesos degradativos de la testa que suceden en condiciones naturales (ROLSTON, 1978; TRAN & CAVAGAH, 1984), y constituye una práctica tan eficaz como conocida (CAVAZZA, 1951; HAMLY, 1932; PORTER, 1949; BARTON, 1965; ROLSTON, 1978; HILTNER, 1902; HOPKINS, 1923), aunque su acción prolongada puede ser nociva a las semillas (MADIA DE CHALUAT, 1985). Igualmente, la respuesta de la germinación bajo condiciones de luz u oscuridad es de gran importancia, toda vez que en muchos casos las semillas pueden ser fotoblásticamente positivas o negativas (véase VEEN, 1970; BRADBEER, 1988), y de este último comportamiento se tiene indicios previos en alguna especie de *Ononis* (GUTTERMANN & HEYDECKER, 1973).

En consecuencia, los objetivos planteados en este trabajo han sido: a) determinar la existencia o no de dureza seminal; b) evaluación de la acción escarificadora sobre las semillas del ácido sulfúrico; c) análisis del comportamiento cinético de la germinación y d) evaluación de la importancia de la luz en el proceso germinativo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio se recolectaron legumbres en una población de cada uno de los nueve táxones estudiados (Anexo 1), que fueron conservadas en bolsas opacas de papel a temperatura ambiente y durante un período de tiempo inferior

a 6 meses. Posteriormente se extraían las semillas, que eran limpiadas de impurezas y eliminadas las defectuosas y vanas.

Los test de germinabilidad se efectuaron en lotes de 30 semillas, que eran colocadas en placas de Petri sobre un papel de filtro humedecido a saturación con agua destilada. Posteriormente, las placas se introducían en una cámara incubadora REVCO (Modelo Ri-50-55) con una temperatura de 20° C, una humedad relativa del 40-60 % y un fotoperíodo de 8 horas de luz blanca fría. El seguimiento de la germinación se hizo a diario durante un período de 30 días, considerándose semillas germinadas aquellas en que la radícula sobresalía al menos 1-2 mm.

Para determinar la existencia de dureza seminal se sometieron lotes de semillas a las condiciones arriba descritas, uno en condiciones de iluminación y otro en oscuridad (tratamientos testigo: C1 y C2, respectivamente).

Para evaluar la acción escarificadora del ácido sulfúrico sobre la testa de las semillas y facilitar así la germinación, se efectuaron los siguientes tratamientos:

- S1: inmersión de las semillas en ácido sulfúrico al 96% durante 60 minutos y posterior incubación en condiciones de iluminación.
- S2: inmersión de las semillas en ácido sulfúrico al 96% durante 60 minutos y posterior incubación en condiciones de oscuridad.
- S3: inmersión de las semillas en ácido sulfúrico al 96% durante 90 minutos y posterior incubación en condiciones de iluminación.
- S4: inmersión de las semillas en ácido sulfúrico al 96% durante 90 minutos y posterior incubación en condiciones de oscuridad.

La germinabilidad se expresó en % de semillas germinadas durante el período de observación, reconociéndose las siguientes categorías (RUIZ & DEVESA, 1998): nula (0%), baja ( $0 < \% < 30$ ), moderada ( $30 \leq \% \leq 70$ ), alta ( $70 \leq \% < 100$ ) y máxima (100%)

### *Análisis de los datos*

Para comparar los resultados obtenidos en la germinación (al cabo de 10, 20 y 30 días de observación) tras los distintos tratamientos, se elaboraron tablas de contingencia 2 x 2, y se aplicó el test de Chi-cuadrado para dilucidar si existían o no diferencias significativas entre los valores obtenidos (Tabla 2). Las comparaciones realizadas fueron: a) C1/S1, C1/S3, C2/S2 y C2/S4 (Tabla 2, Bloque A), para discriminar la dureza mecánica y su rotura tras escarificado en iguales condiciones de iluminación; b) C1/C2, S1/S2 y S3/S4, para evidenciar el influjo de la luz sobre la germinación tanto en las semillas control como en las escarificadas (Tabla 2, Bloque C), y c) S1/S3 y S2/S4, para discriminar el efecto de los distintos tiempos de escarificado con sulfúrico (Tabla 2, Bloque B).

El análisis de la velocidad de germinación se efectuó en función del Índice de Vigor (V), calculado según la fórmula:  $V = (a/1 + b/2 + c/3 + \dots + x/n) \times 100/S$ , siendo a, b, c, ..., el número de semillas germinadas al cabo de 1, 2, 3, ... días desde la imbibición, y S el número total de semillas sembradas (BRADBEER, 1988). Los valores del índice V pueden oscilar entre 0 y 100, y pueden recogerse en las siguientes categorí-

as: velocidad nula (0.0), lenta ( $0.0 < 5.0$ ), mediana ( $5.0 \leq 11.11$ ), ligera ( $11.11 \leq 33.33$ ) y rápida ( $33.33 \leq 100$ ). Adicionalmente, se han elaborado gráficos con las curvas acumuladas de germinación (vide THOMSON & EL-KASSABY, 1993) para los taxones y tratamientos efectuados.

TAXON	C1	C2	S1	S2	S3	S4	Peso
OSP	10.0 (2.0)	10.0 (2.4)	73.3 (14.8)	20.0 (5.3)	50.0 (7.1)	56.6 (19.8)	3.40
OPI	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	46.6 (10.8)	93.3 (31.8)	96.6 (24.5)	96.6 (26.6)	3.77
OBR	20.0 (1.2)	16.6 (1.1)	56.6 (4.3)	66.6 (10.3)	50.0 (12.8)	70.0 (19.1)	0.70
ONA	16.6 (1.7)	6.6 (2.2)	86.6 (17.2)	100.0 (28.2)	90.0 (23.6)	100.0 (21.9)	2.96
OBI	46.6 (6.7)	70.0 (9.4)	70.0 (11.7)	33.3 (5.5)	70.0 (15.5)	73.3 (16.9)	1.18
OMO	0.0 (0.0)	6.6 (0.5)	96.6 (19.5)	100.0 (18.4)	96.6 (27.7)	100.0 (27.7)	0.64
OVC	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	73.3 (11.8)	83.3 (12.5)	93.3 (14.8)	93.3 (13.7)	9.59
OPU	10.0 (0.9)	0.0 (0.0)	96.6 (14.2)	90.0 (19.2)	93.3 (26.2)	96.6 (48.3)	9.93

Tabla 1. *Columnas 1-6*: Porcentajes de germinación e Índices de Vigor (entre paréntesis) obtenidos en los distintos experimentos. *Columna 7*: peso medio de la semilla, expresado en mg, y calculado a partir del número de semillas contenido en 1 g. (Abreviaturas de los taxones sec. Anexo 1).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los porcentajes de germinación obtenidos en los distintos experimentos efectuados (Tabla 1) ponen de manifiesto cómo los lotes de semillas no escarificadas (C1 y C2) tuvieron un grado de germinabilidad nulo o bajo (algo mayor en *O. biflora*), pero que fue medio, alto e incluso máximo en los de las semillas previamente escarificadas. Estos resultados ponen de manifiesto la existencia de dureza seminal en las especies de *Ononis* estudiadas (semillas macrobióticas, en la terminología de BURKART (1943), una dormición física relacionada con la impermeabilidad de la testa. Este fenómeno es la consecuencia del bloqueo de todas las aberturas naturales de la semilla (hilo, micrópilo y chalaza), así como del notable desarrollo de la capa de células de Malpighi e incluso de la existencia de sustancias impermeabilizantes de la testa (WERKER, 1980/81, KELLY & AL., 1992, RIGGIO & AL. 1984, 1987 & 1989), fenómeno éste que ha sido demostrado histoquímicamente en el caso de *O. natrix* (STOECK & GRUBERT, 1978). Además, algunos autores han encontrado cierta correlación entre la coloración de la testa de las semillas y su impermeabilidad (STEWART, 1926, MARBACH & MAYER 1974, SERRATO & AL. 1989), fenómeno tal vez relacionado con reacciones de oxidación de los fenoles con el consiguiente empardecimiento por la formación de quinonas, que a su vez precipitan proteínas y por tanto impermeabilizan (ROLSTON, 1978). En ese sentido, deben ser mencionados los trabajos de EVENARY & AL. (1966), GUTTERMANN & EVENARY (1972) y GUTTERMANN (1973) en poblaciones de *O. sicula*.

La acción del ácido sulfúrico sobre la testa de las semillas propició mayores niveles de germinación que en los lotes testigo (86.45% de los casos; Tabla 2, Bloque A

y Tabla 1), tanto si la incubación se efectuaba bajo luz como en la oscuridad. No obstante, es bien conocido que la eficacia de este poderoso agente escarificador está en función de su tiempo de actuación (vd. GONZÁLEZ & AL. 1985), si bien en el 61.90% de los casos estudiados no se apreciaron diferencias significativas con tratamientos de las semillas durante 60 y 90 minutos en iguales condiciones de iluminación (Tabla 2, Bloque B). Sin embargo, si se tienen en cuenta los valores del Iv (Tabla 1) en los casos en los que no existieron diferencias significativas en la germinación (véase Tabla 2, Bloque B) tras distintos tiempos de actuación del sulfúrico (*O. natrix*, *O. mollis*, *O. pubescens*), o la hubo sólo bajo ciertas condiciones lumínicas (los restantes táxones a excepción de *O. spinosa* subsp. *australis*), se aprecia que en general una actuación más prolongada del escarificador propició la aceleración del proceso de germinación, una respuesta importante de cara al asentamiento y supervivencia de las plántulas (OLIVARES & AL. 1990, BRADBEER, 1988). Por otro lado, la dureza seminal parece ser independiente del tamaño de las semillas (expresado en peso), como parece deducirse al comparar los porcentajes de germinación encontrados en todos los táxones (Figura 1) y el peso medio de sus semillas (Tabla 1), de manera diferente a lo que sucede en géneros próximos (*Trifolium*, DEVESA & AL., 1998).

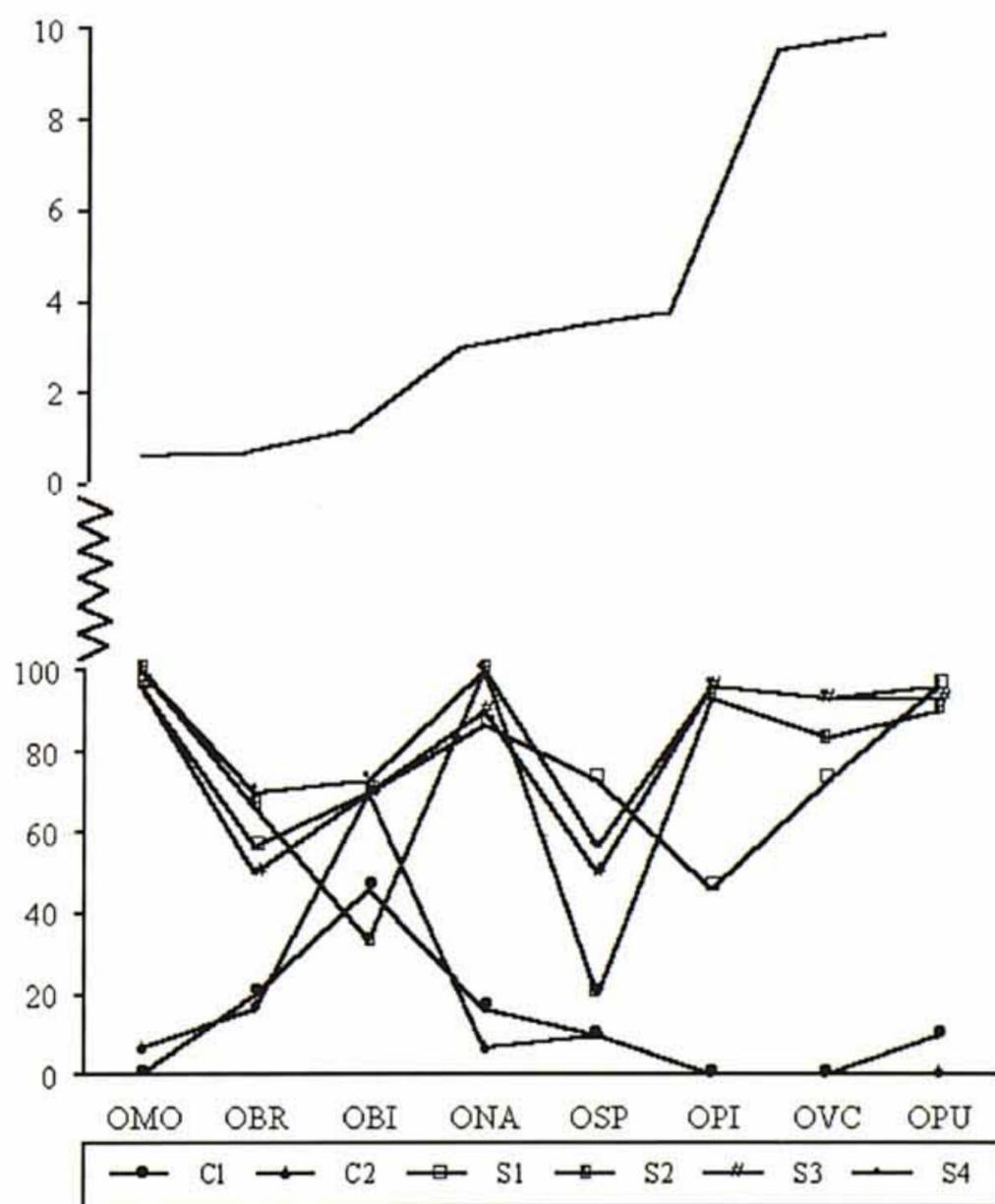


Fig. 1. *Superior*: Peso medio de las semillas de los distintos taxones. *Inferior*: Porcentajes de germinación de los distintos taxones, obtenidos en los diferentes experimentos. (Para las abreviaturas, véase Material y Método).

TAXON	d	BLOQUE A				BLOQUE B		BLOQUE C		
		C1/S1	C1/S3	C2/S2	C2/S4	S1/S3	S2/S4	C1/C2	S1/S2	S3/S4
OSP	10	***	ns	ns	***	***	***	ns	***	***
	20	***	***	ns	***	**	***	ns	***	ns
	30	***	***	ns	***	**	***	ns	***	ns
OPI	10	***	***	***	***	***	ns	ns	***	ns
	20	***	***	***	***	***	ns	ns	***	ns
	30	***	***	***	***	***	ns	ns	***	ns
OBR	10	ns	***	***	***	***	ns	ns	***	ns
	20	***	***	***	***	ns	ns	ns	ns	ns
	30	***	**	***	***	ns	ns	ns	ns	ns
ONA	10	***	***	***	***	ns	ns	ns	ns	ns
	20	***	***	***	***	ns	ns	ns	ns	ns
	30	***	***	***	***	ns	ns	ns	**	ns
OBI	10	ns	**	***	ns	ns	***	ns	***	ns
	20	ns	ns	**	ns	ns	***	ns	***	ns
	30	ns	ns	***	ns	ns	***	ns	***	ns
OMO	10	***	***	***	***	ns	ns	ns	ns	ns
	20	***	***	***	***	ns	ns	ns	ns	ns
	30	***	***	***	***	ns	ns	ns	ns	ns
OVC	10	***	***	***	***	***	ns	ns	ns	ns
	20	***	***	***	***	***	ns	ns	ns	ns
	30	***	***	***	***	**	ns	ns	ns	ns
OPU	10	***	***	***	***	ns	ns	ns	ns	ns
	20	***	***	***	***	ns	ns	ns	ns	ns
	30	***	***	***	***	ns	ns	ns	ns	ns

Tabla 2. Niveles de significación estadística (ns no significativo; \*\*  $p < 0.01$ ;  $p < 0.005$ ), para el test de chi-cuadrado, obtenidos al comparar los resultados de germinación con diferentes tratamientos a los 10, 20 y 30 días (d) de siembra. (Abreviaturas de los taxones sec. Anexo 1).

El análisis de la germinación en términos de velocidad se efectuó mediante el cálculo del índice de vigor (Iv), un parámetro de especial importancia en las primeras fases de desarrollo de las plántulas (HARPER & AL. 1970, THOMSON & EL-KASSABY, 1993), sobre todo en el caso de especies cuyo ciclo vital ha de adaptarse a condiciones climáticas muy peculiares, como ha demostrado GUTTERMANN (1986), al estudiar los mecanismos que afectan la heteroblastia en plantas del Desierto de Negev, en Israel, entre ellas *O. sicula*. Los resultados del índice de vigor en los táxones estudiados (Tablas 1-3) ponen de manifiesto que la escarificación no sólo hace posible la germinabilidad de las semillas sino que también acelera notablemente el proceso, lo que concuerda con hallazgos previos en táxones de otros géneros de la misma Tribu (OLIVARES & AL., 1990; RUIZ & DEVESA, 1998; DEVESA & AL., 1998).

En relación con la luz señalar que en diversas especies de este género se ha demostrado su influjo sobre la germinación (LASOTA, 1979, GUTTERMANN 1973, GUTTERMANN, 1980/81, SILVERTOWN, 1980, GUTTERMANN & EVENARY 1972), aunque con resultados diversos, siendo de especial interés la fotodependencia del fenómeno en las semillas del xerófito anual *O. sicula* (GUTTERMANN, 1980/81, GUTTERMANN & EVENARY 1972). Por contra, en la mayoría de los táxones estudiados en este trabajo (83.33 % de los casos) no se encontraron diferencias significativas en la germinación en función de la iluminación (Tabla 2, Bloque C), situación no infrecuente en las semillas de plantas silvestres y menos aún en las cultivadas (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989). La mayoría de los táxones mostraron, pues, semillas no fotoblásticas, al igual que se había comprobado previamente en *O. repens* (SILVERTOWN, 1980). En los casos en que la respuesta a la luz fue positiva (16.66 %) esta sucedió al comparar los tratamientos S1/S2, unas veces a favor del tratamiento con luz y otras del tratamiento en oscuridad, y sólo en los casos de *O. spinosa* subsp. *australis*, *O. biflora* y *O. pinnata* esta diferencia se mantuvo durante todo el período de seguimiento. Estos resultados sugieren la necesidad de estudiar más en profundidad el efecto de la luz sobre la germinación de las semillas en las especies de *Ononis*.

Respecto al modelo seguido por el proceso germinativo durante los 30 días de observación, destacar que este se ajusta en general a un modelo no lineal, como los representados en la Figura 2 (*O. natrix*), del que sólo se alejan de manera significativa los tratamientos control, donde los resultados están muy mediatizados por los escasos o nulos niveles de germinabilidad. En todos los táxones la curva de germinación

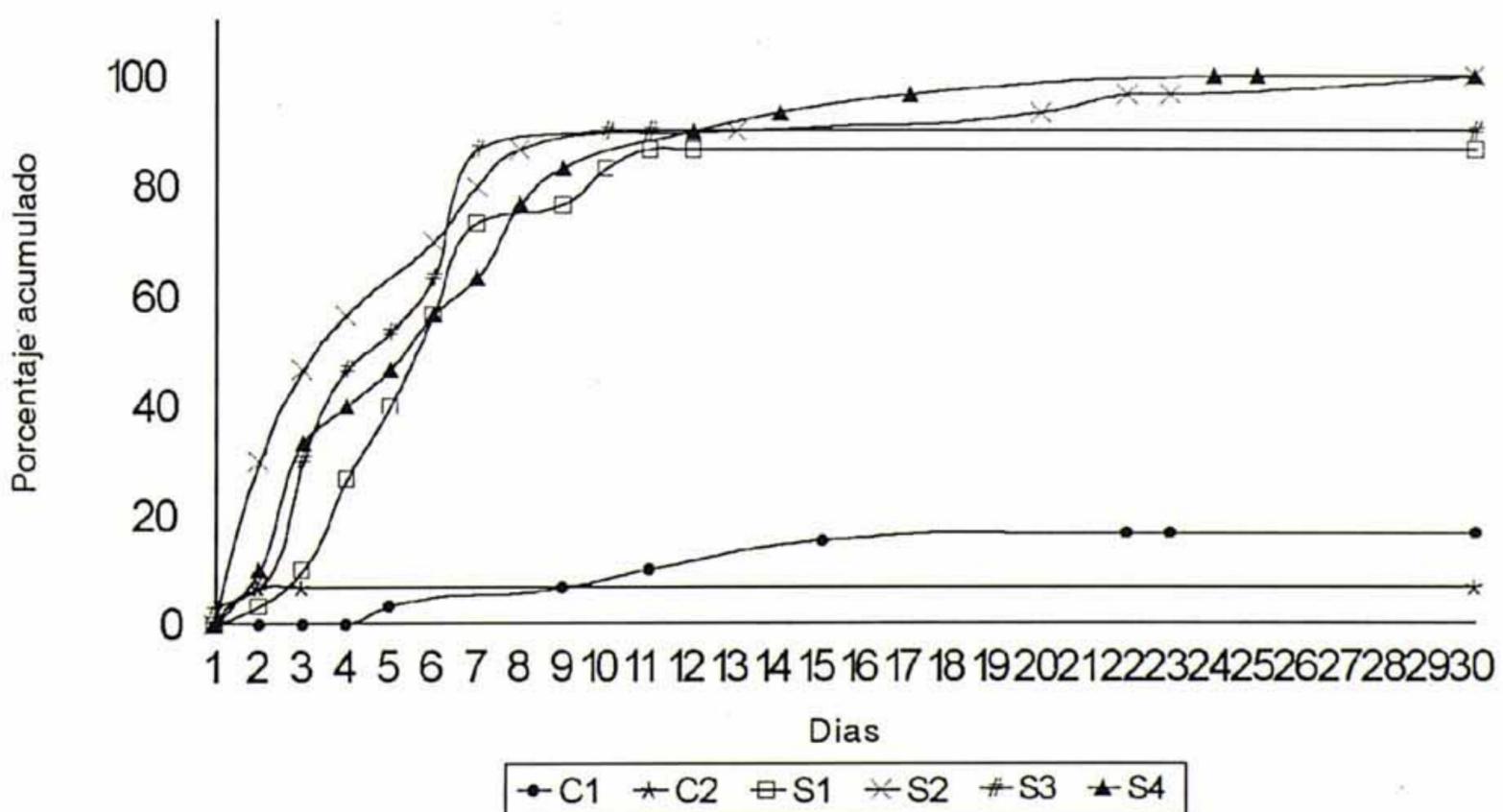


Fig. 2. Curva de porcentaje acumulado de germinación obtenida para *Ononis natrix*.

TAXON	C1	C2	S1	S2	S3	S4	TRATAMIENTO SELECCIONADO
OSP	1	1	3	1	2	2	S1
	1	1	3	2	2	3	
OPI	0	0	2	3	3	3	S2
	0	0	2	3	3	3	
OBR	1	1	2	2	2	3	S4
	1	1	1	2	3	3	
ONA	1	1	3	4	3	3	S2
	1	1	3	3	3	3	
OBI	2	3	3	2	3	3	S3-S4
	2	2	2	2	3	3	
OMO	0	1	3	4	3	4	S4
	0	1	3	3	3	3	
OVC	0	0	3	3	3	3	S3
	0	0	2	3	3	3	
OPU	1	0	3	3	3	3	S4
	1	0	3	3	3	3	

Tabla 3. Germinabilidad (0=nula, 1=baja, 2=moderada, 3=alta y 4=máxima) y Tipos de vigor o velocidad germinativa (0=nula, 1=lenta, 2=mediana, 3=ligera y 4=rápida), correspondientes a los resultados de la Tabla 2, en primera y segunda línea respectivamente. En la columna de la derecha se indican los tratamientos recomendados. (Abreviaturas de los taxones sec. Anexo 1).

es sigmoidea y pone en evidencia la existencia de una fase de imbibición, ya conocida en *Fabaceae* (CHYAPAITE, 1978; RUIZ & DEVESA, 1998, DEVESA & AL., 1998) y cuya duración (2-3 días en nuestro caso), puede estar mediatizada por los factores ambientales que hayan interactuado en el proceso de maduración y desarrollo seminal, como han sugerido GUTTERMANN & EVENARY, 1972.

Finalmente, a tenor de los resultados obtenidos tras el escarificado de las semillas y en función tanto de la duración del tratamiento, como de la acción de la luz y la velocidad de germinación (Tablas 1-3), se proponen como tratamientos más recomendables en las especies de *Ononis* estudiadas los recogidos en la Tabla 3.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Dirección General de Investigación Científica y Técnica (DGICYT, PB90-0670) de España y la Consejería de Educación y Juventud de la Junta de Extremadura-Fondo Social Europeo (EIA94-13).

**BIBLIOGRAFÍA**

- AB-EL-RAHMAN, A. & M. EL-MONAYERI (1967). Regulation of germination in some range plants *Ononis vaginalis*, *Trifolium purpureum* and *Crotalaria aegyptiaca*. *Phyton Ann. Bot.* 12: 42-47.
- BARTON, L. V. (1965). *Dormancy in seeds imposed by the seed coat*. Encyclopaedia of Plant Physiology 15: 727-745. Springer Verlag, New York.
- BRADBEER, J. W. (1988). *Seed dormancy and germination*. Chapman & Hall, New York.
- BUENDÍA, F., J. RUIZ DEL CASTILLO & G. TELLA (1966). *Semillas y plántulas de leguminosas prateses españolas*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid.
- BURKART, A. (1943). *Las leguminosas argentinas*. Ed. ACME. Buenos Aires.
- CAVAZZA, L. (1951). On the different response of hard seeds of three leguminosae species. *Nuovo Giorn. Bot. Ital.* 58: 13-26.
- CHYAPAITE, A.B.A. (1978). Biological and biochemical characters of *Medicago falcata* x *Medicago sativa* lucerne hybrid. 2. Seed germination. *Lietuvos T. S. R. Mokslu Akad. Biol. Ist. Darb., C 2*: 33-38.
- DEVESA, J.A. (1986). *Ononis* sect. *Ononis* subsect. *Diffusae* Sirj. en Andalucía Occidental. *Lagasalia* 14: 76-85.
- DEVESA, J. A. (1988). Estudio taxonómico del género *Ononis* L. en Portugal. *Mem. Soc. Brot.* 28: 5-53.
- DEVESA, J. A. (1992). Sobre la presencia de *Ononis euphrasiifolia* Desf. en la Península Ibérica. *Anales Jard. Bot. Madrid* 50: 118.
- DEVESA, J. A. (2000). *Ononis*. In: S. CASTROVIEJO & AL. (eds.) *Flora Iberica* 7: 590-646. CSIC, Madrid.
- DEVESA, J.A., T. RUIZ & P. RODRIGUEZ (1998). Seed germination in wild clovers (*Trifolium*, Leguminosae) from Southwestern Europe (Spain). *Plant Biosyst.* 132: 225-232.
- ENDTMANN, J. (1964). Zur Verbreitung und Taxonomie der Gattung *Ononis* in Nordest-Deutschland. *Feddes Repert.* 69: 103-131.
- EVENARY, M., D. KOLLER & Y. GUTTERMANN (1966). Effects of the environment of the mother plants of germination by control of seed-coat permeability to water in *Ononis sicula* Guss. *Austral. J. Bot. Sci.* 19: 1007-1016.
- EWART, A. J. (1908). On the longevity of seeds. With an appendix by Miss Jean White. *Proc. Roy. Soc. Victoria*, nov. ser., 11: 1-210.
- FÖRTHNER, H. & D. PODLECH (1991). Revision der *Ononis* natrix-Gruppe (Leguminosae) von Makaronesien, Nordafrika und dem Angrenzenden Westasien. *Mitt. Bot. Staatssamml. München* 30: 197-296.
- GONZÁLEZ, E., T. DÍAZ & Y. IGLESIAS (1985). Efectos de la luz, temperatura y escarificación sobre la germinación de semillas de *Adenocarpus complicatus* (L.) Gay subsp. *complicatus*. *Phyton* 45: 183-186.
- GUPPY, H. B. (1912). *Studies in seeds and fruits*. Williams & Norgate. London
- GUTTERMANN, Y. (1973). *Differences in the progeny due to day length and hormone treatment of the mother plant*. Proc. Seed Ecol. Symp. Nottingham: 59-80.
- GUTTERMANN, Y. (1980/81). Influences of seed germinability: phenotypic maternal effects during seed maturation. *Israel J. Botany* 29: 105-117.
- GUTTERMANN, Y. (1986). *Influences of environmental factors on germination and plant establishment in the Negev Desert highlands of Israel*. Proceedings of the International Rangeland Congress. 441-443.
- GUTTERMANN, Y. & M. EVENARY (1972). The influence of day length on seed coat color, an index of water permeability of the desert annual *Ononis sicula* Guss. *J. Ecol* 60: 713-719.
- GUTTERMANN, Y. & W. HEYDECKER (1973). Studies of the surfaces of desert plant seeds. I. Effect of the day length upon germination of the seed coat of *Ononis sicula* Guss. *Ann. Bot. (London)* 37: 1049-1050.

- HAMLBY, D. H. (1932). Softening of the seeds of *Melilotus alba*. *Bot. Gaz.* 93, 345-375.
- HARPER, J. L., P. H. LOVELL & K. G. MOORE (1970). The shapes and sizes of seeds. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 1: 327-356.
- HILTNER, L. (1902). Die Keimungsverhältnisse der Leguminosamen und ihre Beeinflussung durch Organismenwirkung. *Arbeiten Biol. Reichsanst. Land-Forstw* 3: 1-102.
- HOPKINS, E. F. (1923). The behaviour of hard seeds of certain legumes when subjected to conditions favorable to germination. *Proceedings Association Official Seed Analysts of North America* 14: 46-48.
- IVIMEY-COOK, R. B. (1968). *Ononis* in T. G. TUTIN & AL. (eds.). *Flora Europaea* 2: 373-384. Cambridge University Press, Cambridge.
- KELLY, K. M., J. VAN STADEN & W. E. BELL (1992). Seed coat structure and dormancy. *Pl. Growth Regulator*. 11: 201-209.
- LASOTA, L. R. (1979). Comparative testa morphology of the genus *Ononis* (Leguminosae). *Dissertation Abstracts. International*, ser. B 39: 4672.
- MADIA DE CHALUAT, M. (1985) Micro-organisms present on lucerne (*Medicago sativa*) seeds. *Fitopatologia* 20: 75-77.
- MARBACH, I. & A. M. MAYER (1974). Permeability of seeds coats to water as related to drying conditions and metabolism of phenolics. *Pl. Physiol.* 54: 817-820.
- MAYER, A. M. & A. POLJAKOFF-MAYBER (1989). *The germination of seeds*, ed. 4. Pergamon Press, Oxford.
- OLIVARES, A., M. JOHNSTON & G. FERNÁNDEZ (1990). Temperature effect on the germination of seven species of the mediterranean annual pastures and characterization of its emergency. *Simiente* 60: 123-131.
- PORTER, R. H. (1949). Recent developments in seed technology. *Bot. Rev.* 715: 221-344.
- RIGGIO L., F. ROTI-MICHELOZZI & G. SERRATO (1984). Water entry in *Cercis siliquastrum* (Leguminosae) seeds. *Nordic J. Bot.* 4: 675-679.
- RIGGIO L., F. FOSSATI & G. DONDERO (1987). «Callose» in the impermeable seed coats of *Sesbania punicea*. *Ann. Bot. (London)* 59: 335-341.
- RIGGIO L., G. ROTI-MICHELOZZI & P. MODENESI (1989). The watertight dormancy of *Melilotus alba* seeds. *Canad. J. Bot.* 67: 3453-3456.
- ROLSTON, M. P. (1978). Water impermeable seed dormancy. *Bot. Rev.* 44: 365-396.
- RUIZ, T. & J. A. DEVESA. (1998). Seed germination in wild medics (*Medicago*, Leguminosae) from southwestern Europe (Spain). *Acta Bot. Gallica* 145: 81-91.
- SERRATO VALENTI, G., L. MELONE, M. FERRO & A. BOZZINI (1989). Comparative studies on testa structure of «hard-seeded» and «soft seeded» varieties of *Lupinus angustifolius* L. (Leguminosae) and on mechanisms of water entry. *Seed Sci. & Technol.* 17: 563-581.
- SILVERTOWN, J. (1980). Leaf-canopy-induced seed dormancy in a grassland flora. *New Phytol.* 85: 109-118.
- SIRJAEV, G. (1932). Generis *Ononis* L. revisio critica. *Beih. Bot. Centralb.* 49: 381-665
- STEWART, G. (1926). Effect of color seeds, of scarification, and of dry heat on the germination of alfalfa seeds and some of its impurities. *Amer. J. Bot.* 70: 303-307.
- STOECK A. & M. GRUBERT (1978). Studies on the endosperm mucilages of *Cercis-siliquastrum* and *Ononis natrix*. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 91: 369-380.
- THOMSON, A.J. & Y. A. EL-KASSABY (1993). Interpretation of seed-germination parameters. *New Forests* 7: 123-132.
- TRAN, V. N. & A. K. CAVANAGH (1984) *Structural aspects of dormancy*. In: D. R. MURRAY (Ed.) *Seed physiology* 2: 1-44. Academic Press, New York.
- VEEN, R. VAN DER (1970) The importance of the red-far red antagonism in photoblastic seeds. *Acta Bot. Neerl.* 19: 809-812.
- WERKER, E. (1980/81). Seed dormancy as explained by the anatomy of embryo envelopes. *Israel. J. Bot.* 29: 22-24.

## ANEXO 1

### Procedencia del material estudiado

(BA, provincia de Badajoz. CC, provincia de Cáceres)

---

**OSP. *O. spinosa* subsp. *australis*** (Sirj.) Greuter & Burdet

BA. Carretera de Olivenza, arroyo Hinojales, 24-VII-1992, *A. Ortega* (1617/92).

**OPI *O. pinnata*** Brot.

CC. Hervás, Fuente de San Jerónimo, 27-VII-1992, *J. A. Devesa & A. Ortega* (1673/92).

**OBR *O. broterana*** DC.

CC. La Bazagona, 22-V-1992, *T. Ruiz & R. Tormo* (461/92).

**ONA *O. natrix* L. subsp. *natrix*.**

BA. Alconera, en dirección a La Parra, 3-VII-1992, *J. A. Devesa & A. Ortega* (1045/92).

**OBI *O. biflora*** Desf.

BA. Villafranca de los Barros, 23-IV-1992, *R. Tormo & T. Ruiz* (122/92).

**OMO *O. mollis*** Savi

BA. Entre el Valle de Santa Ana y Peña Utrera, 14-V-92, *J. A. Devesa & A. Ortega* (332/92).

**OVC *O. viscosa* subsp. *crotalarioides*** (Cosson) Sirj.

CC. Valdecañas de Tajo, Cerro de Jabalí, 25-V-1992, *T. Ruiz & R. Tormo* (471/92).

**OPB *O. viscosa* subsp. *brachycarpa*** (DC.) Batt.

BA. La Parra, 6-VII-1993, *J. A. Devesa & F. Vázquez* (800/93).

**OPU *O. pubescens*** L.

BA. Almendral, 13-VII-1992, *R. Tormo & F. Vázquez* (1093/92)

---