

## COMPORTAMIENTO DE LA GERMINACION EN EL COMPLEJO *Solanum nigrum*

\*J.P. DEL MONTE DÍAZ DE GUEREU y \*\*A.M. TARQUIS

\*Depto de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal; \*\*Depto de Matemática Aplicada. E. T. S. de Ingenieros Agrónomos. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.

**Resumen:** Se comparan el comportamiento en la germinación de las especies *S. nigrum* L., *S. physalifolium* Rusby var. *nitidibacatum* (Bitter) Edmonds, y *S. sarrachoides* Sendt. en función del régimen térmico. Según los resultados obtenidos la especie *S. nigrum* satisface rápidamente sus exigencias térmicas germinando, en función de su procedencia, con una temperatura base entre 7 y 15 ° C.; la especie *S. physalifolium* precisa o bien una temperatura base constante entre 25° y 35°, o bien con temperaturas alternas precisa un salto térmico que es función de la temperatura de partida, precisando siempre que la temperatura máxima este en el intervalo 25-35°; por último, la especie *S. sarrachoides* muestra una germinación a temperaturas constantes muy pequeña (12% a 25° y 10% a 30°), y con temperaturas alternas se ha conseguido una germinación significativa en los siguientes intervalos térmicos: 10/30, 15/25, 15/30, y 20/30°.

### INTRODUCCION

Las malas hierbas pertenecientes al complejo *Solanum nigrum* L. presentes en España hasta tiempos muy recientes han pertenecido a las especies *S. nigrum* L. y *S. villosum* Mill., siendo claramente mayoritaria la primera, y muy minoritaria la segunda. Sin embargo, a partir de 1976, aparecen en España dos nuevas especies, alóctonas ambas y originarias de América, *S. physalifolium* Rusby var. *nitidibacatum* (Bitter) Edmonds y *S. sarrachoides* Sendt., si bien durante bastante tiempo han sido consideradas como una única especie, lo cual crea notables problemas a la hora de consultar la bibliografía e imposibilita la generalización de los resultados. No obstante las diferencias entre ambas especies son muy notables en todos los aspectos morfológicos (SOBRINO y DEL MONTE, 1994). En Europa también están presentes, al menos en el Reino Unido y en Francia, si bien como una única especie; solo JOVET y VILMORIN (1977) citan la presencia de ambas especies en Francia. En cuanto a la distribución en España de estas dos especies, contrasta el área creciente que va ocupando *S. physalifolium*, que se distribuye por la mitad norte de la Península, sobre todo por el valle del Duero y algunas áreas del valle del Ebro desplazando en importancia como mala hierba al mismo *S. nigrum*, mientras que la especie *S. sarrachoides* se mantiene en unas áreas muy pequeñas y restringidas al valle del río Tajo, con una importancia despreciable. Por su parte *S. nigrum* está distribuido por toda España.

En siembras realizadas en invernadero hubo notables diferencias en cuanto al comportamiento de la germinación, motivo por el cual en el presente trabajo se estudia dicho comportamiento, de las especies *S. nigrum*, *S. physalifolium* y *S. sarrachoides*, en función del régimen térmico, para entender su comportamiento y distribución.

ROBERTS y BODDRELL (1983) estudiaron las necesidades térmicas para la germinación del *S. sarrachoides* en el Reino Unido, pero no se puede decir a cual de las dos especies que aquí contemplamos se estaban refiriendo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

De la especie *S. nigrum* se han utilizado semillas de tres procedencias: Tenerife, Madrid y La Manga; y de las especies *S. physalifolium* y *S. sarrachoides* se han utilizado semillas recolectadas en cultivo en tiesto en Madrid de semillas procedentes de Soria y Toledo respectivamente. Todas ellas fueron recolectadas en 1993. Una vez recolectadas las bayas fueron extraídas las semillas, lavadas con chorro de agua, y posteriormente se dejaron secar. No fueron sometidas a ningún tratamiento fungicida. Una vez secas se almacenaron a temperatura ambiente.

Los ensayos de germinación se realizaron en placa Petri, según normas de la ISTA, siguiendo dos tipos de regímenes térmicos: a) Temperaturas constantes de 10, 15, 20, 25, 30, y 35° C. b) Temperaturas alternas: 10/20, 10/25, 10/30, 15/20, 15/25, 15/30, 20/25 y 20/30° C. En este caso la duración de cada intervalo fue de 12 horas a cada temperatura. Tres lotes de semillas *S. physalifolium* se sometieron a 30° C durante 6, 15, y 24 horas, con posterioridad se pasaron a 15° constante; 7 días después se sometieron todos a 30° C durante 23 horas, y a continuación se volvieron a pasar a 15° C hasta; cuatro días después se repitió esta última fase; el ensayo tuvo una duración de 18 días. Los datos de germinación se les aplicó un análisis probit (HEWLETT y PLACKETT, 1978).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Temperatura constante.- Los resultados obtenidos de las tres especies ensayadas presentan en la figura 1. La especie *S. nigrum* germina con facilidad y de una manera muy concentrada en el tiempo, manifestando un comportamiento diferencial en cuanto a sus necesidades térmicas en base a la procedencia de las distintas poblaciones ensayadas. Así la población procedente de Tenerife presentó los siguientes parámetros térmicos:  $T_b=7,5^\circ$ ,  $T_o=30^\circ$  y  $T_m=52'5$ ; la población procedente de Madrid presentó  $T_b=10^\circ$ ,  $T_o=25^\circ$ , y  $T_m=44^\circ$ ; los valores de la población de La Manga fueron intermedios (Tarquis et al., 1995). Se observa que a mayor temperatura media de la zona de procedencia la  $T_b$  requerida es menor y la  $T_o$  mayor.

La especie *S. physalifolium* germinó únicamente con temperaturas constantes superiores a 20° ( $T_b=21^\circ$  y  $T_o=30^\circ$ ), si bien en estos casos el % de germinación se ha situado entre el 60 y 70% (del Monte & Tarquis, 1995). ROBERTS y BODDRELL (1983) obtuvieron germinaciones de "*S. sarrachoides*" con temperaturas de 25 y 30°, si bien en porcentajes variables en función de la vejez de las semillas. En nuestro caso, y tal como se han desarrollado los ensayos, no parece influir la vejez de las semillas puesto que el inicio de los ensayos los realizamos con semillas de 5 meses y el final con semillas de 18 meses sin que hayamos detectado diferencias significativas por el momento.



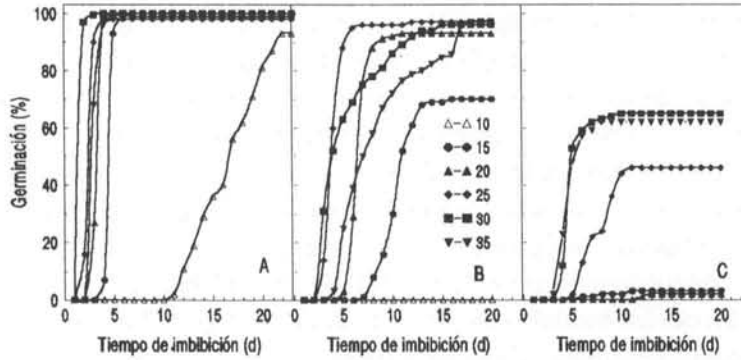


Fig 1. Curvas de germinación a temperaturas constantes de: A, *S. nigrum* de Tenerife; B, *S. nigrum* de Madrid y C, *S. physalifolium*.

La especie *S. sarrachoides* solo germinó con una temperatura constante de 25° C, si bien dicha germinación fue muy escasa (10%), al resto de las temperaturas ensayadas la germinación fue prácticamente nula (menor del 3%).

Temperaturas alternas.- Los resultados se presentan en las figuras 2 y 3. No se estudió el comportamiento de la especie *S. nigrum* en función de la alternancia de temperaturas, dado que satisfacía rápidamente sus exigencias térmicas y germinaba sin ningún problema. En la especie *S. physalifolium* se comprueba que de todas las combinaciones ensayadas solo son viables aquellas en cuyo salto térmico se alcanzan los 25 o los 30°, con excepción de la combinación 20/25° cuyo comportamiento es similar al del tratamiento de 20° constantes.

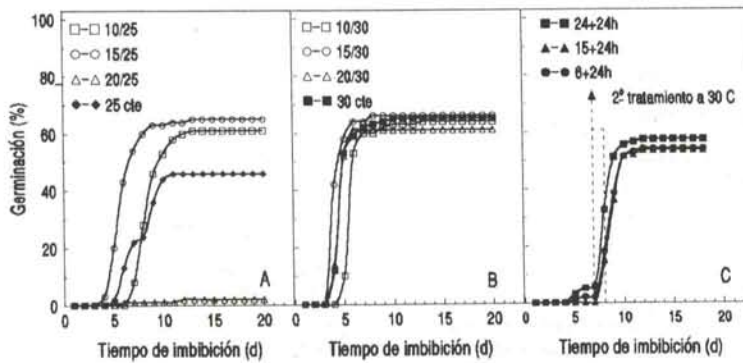


Fig. 2. Curvas de germinación de *S. physalifolium* con temperaturas alternas: A, alternancia llegando a 25°; B, alternancia llegando a 30°; C, alternancia de temperaturas 30/15/30/15 durante distintos tiempos.

Comparando los resultados de todos los tratamientos \*/25 (fig. 2A) o \*/30 (fig. 2B) que presentan resultados "positivos", se comprueba que aquellos en los que la temperatura no es constante, el tratamiento es mucho más efectivo desde el punto de vista térmico. Todos los tratamientos \*/30° presentan un comportamiento muy homogéneo, mientras que los \*/25° muestran una notable variabilidad, no solamente en cuanto al porcentaje de germinación final sino también en cuanto a la velocidad del proceso. A la vista de los resultados parece deducirse que esta especie para germinar precisa de temperaturas altas, bien de forma constante o alterna pero que la máxima esté en el entorno de la temperatura óptima, y que haya un salto térmico superior a 5° C. Este comportamiento está en concordancia con el de RAYMOND *et al.* (1982) con una respuesta no lineal a la temperatura, como utilizan los modelos basados en unidades probit. En ellos existe un parámetro de unidades térmicas (tiempo térmico) válido para temperaturas constantes pero no para una serie de temperaturas alternas (DURÁN *et al.*, 1995). Tomando como temperatura inicial de alternancia 15 o 20° existe un rango en el que podemos tomar la respuesta de germinación como lineal (del MONTE y TARQUIS, 1995). Pero al ampliar dicho rango este comportamiento lineal no se cumple.

Volviendo nuevamente al trabajo de ROBERTS y BODDRELL (1983), comentan que la especie "*S. sarrachoides*" germinó con los siguientes regímenes térmicos 4/25, 10/25, 10/30 y 20/30° C en tratamiento de 16/8 horas. Comparando nuestros resultados con los del trabajo anteriormente citado parece deducirse que esta especie precisa para iniciar la germinación un tiempo mínimo de altas temperaturas, no obstante queda la pregunta de ¿cuántas horas o ciclos de temperatura alterna son necesarios para que germine?. Realizamos un ensayo cuyos resultados se reflejan en la figura 2C, en la que se aprecia que aunque no sean consecutivos los tratamientos de alternancia de temperaturas, al pasar el segundo se puede llegar a alcanzar el máximo teórico (alrededor del 60%) muy poco tiempo después de haberlo realizado. Esto sugiere un modelo donde uno de los parámetros a tener en cuenta es el de "estímulo térmico" comparable a una energía de activación en la cinética de reacciones.

La especie *S. sarrachoides* presenta un rango muy estrecho de saltos térmicos en los que presenta una germinación aceptable: 15/20, 15/25, 10/30, 15/30 y 20/30 (fig. 3).

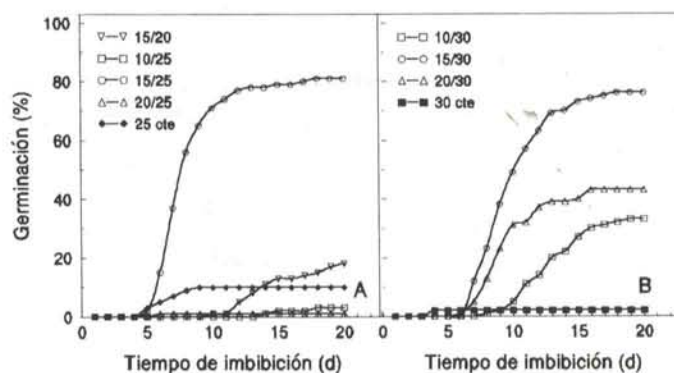


Fig. 3. Curvas de germinación de *S. sarrachoides* con temperaturas alternas: A, alternancia llegando a 20 y a 25°; B, alternancia llegando a 30°.



En este caso fue necesaria la alternancia de temperaturas puesto que a temperaturas constantes no germinó (únicamente a 25° constantes hubo una germinación apreciable, 10%). De los saltos ensayados los mas eficaces fueron el 15/25 (que fue el mejor tanto en cuanto al resultado final como en cuanto a la velocidad del proceso) y junto con el 15/30 que alcanzaron alrededor de un 80% de germinación. Los restantes fueron muy diferentes, no solo en los valores finales (apreciablemente inferiores) sino también en cuanto a la velocidad del proceso. Como se puede comprobar existen notables diferencias entre este comportamiento y el de la especie *S. physalifolium*.

## CONCLUSIONES

Con relación a las necesidades térmicas precisas para la germinación la especie *S. nigrum* las satisface muy rápidamente y germina de manera muy concentrada en el tiempo, con lo cual, teóricamente, sería facil de controlar en este estado. Sin embargo, la especie *S. physalifolium* precisa pasar algún tiempo temperaturas elevadas (25-30° C) de forma constante o con alternancia de temperaturas, si bien si la temperatura superior es de 30° las diferencias en el comportamiento con relación a las mínimas son muy pequeñas y afectan fundamentalmente a la velocidad del proceso. Por su parte la especie *S. sarrachoides* para germinar precisa de la alternancia de temperaturas, siendo su rango más estrecho que en el caso de la especie anterior, siendo las más eficaces la 15/25 y la 15/30° C.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- DEL MONTE DÍAZ DE GUEREÑU, J.P. Y A.M. TARQUIS. 1995. "Modelos de germinación de *Solanum physalifolium*". VI Congreso de la SECH, Barcelona, Abril-1995: 353.
- DURÁN, J.M, G.B. BRUNO, R.L.A. BRUNO AND A.M. TARQUIS. "Concept of thermal time with non constant temperatures". 1995. *Proceedings of Fourth National Symposium on Stand Establishment of Horticultural Crops*, California, April, 1995: 31-36.
- HEWLETT, P.S. AND R.L. PLACKETT. 1978. *An Introduction to The Interpretation of Quantal Responses in Biology*. University Park Press, Baltimore.
- JOVET, P. ET R. DE VILMORIN. 1977. "Flore Descriptive et Illustrée de la France". *Quatrième Supplément*. Ed. Librairie Scientifique et Technique Albert Blanchad, Paris.
- RAYMOND, A. EVANS, A.E. DEBRA, N. DON AND J.A. YOUNG. 1982. "Quadratic Response Surface Analysis of Seed-Germination Trials". *Weed Science* 30: 411-416.
- ROBERTS, H.A. AND E. JUNE. 1983. "Field emergence and temperature requirements for germination in *Solanum sarrachoides* Sendt". *Weed Research* 23:247-252.
- SOBRINO VESPERINAS, E. AND J.P. DEL MONTE DÍAZ DE GUEREÑU. 1994. "Two alien *Solanum* species new to the Spanish flora, and their characterization within the *Solanum nigrum* complex (*Solanaceae*). *Flora Mediterranea*, 4: 101-109.
- TARQUIS, A.M.; J.P. DEL MONTE DÍAZ DE GUEREÑU AND M.T. AZNAR. 1995. "Seed Germination Model Based on Spatial Variability". 1995. *Proceedings of Fourth National Symposium on Stand Establishment of Horticultural Crops*, California, April, 1995: 269-276.

Summary. The germination behavior of the species *S. nigrum* L., *S. physalifolium* Rusby var. *nitidibacatum* (Bitter) Edmonds, and *S. sarrachoides* Sendt. is compared based on the temperature pattern during the imbibition time. The species *S. nigrum* has a threshold temperature for germination (T<sub>b</sub>) between 7 and 15 C depending on the original environment, meanwhile *S. physalifolium* needs a T<sub>b</sub> value around 25° and 35° at constant temperatures. Also this last species requires a minimum thermal difference at alternative temperatures pattern depending on the initial temperature. In this case the maximum temperature should arise between 25-35 C. Finally, the *S. sarrachoides* species shows a low germination (12% at 25 C and 10% at 30 C) at constant temperatures and with alternative temperatures the only significant germination was obtained in the following cases: 10/30, 15/25, 15/30, and 20/30 C.