

ESTIMACION DEL CONTENIDO DE SEMILLAS DE MALAS HIERBAS DE UN SUELO AGRICOLA COMO PREDICCIÓN DE SU FLORA ADVENTICIA

por

JOSE LUIS CARRETERO

Abstract. It has been estimated the contents of viable weed seeds (potential weed flora) in the arable soil layer of several agricultural plots located in different places of the province of Valencia (Spain) and we have obtained the relation between the potential weed flora and the real weed flora. This kind of research has a great interest in the application of herbicides, because it permits to predict the weed flora that is going to infest a determinated crop.

Resumen. Se ha estimado el contenido de semillas viables de malas hierbas (flora potencial) de la capa arable de varias parcelas agrícolas localizadas en puntos distintos de la provincia de Valencia y se ha obtenido la relación entre la flora adventicia potencial y la flora adventicia real. Este tipo de estudios tiene un gran interés en la aplicación de herbicidas, ya que permite predecir la flora adventicia que va a invadir un determinado cultivo.

INTRODUCCIÓN

Es sumamente interesante el poder predecir la composición específica de la flora que va a invadir un determinado cultivo, sobre todo si se va a utilizar herbicidas de preemergencia, que deben de ser aplicados antes de que la severidad de la infestación sea visible.

Para ello, el único método de que se dispone es el de estimar el número de semillas viables de malas hierbas que se encuentran en el suelo donde va a establecerse el cultivo.

KROPÁČ (1966) ha considerado el contenido total de semillas viables de un suelo como una «flora adventicia potencial», útil para una prognosis de la flora de malas hierbas en los cultivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

a) *Muestreo*

A causa de que las semillas tienden a estar agrupadas, parece más prudente, como principio general, tomar un gran número de pequeñas muestras que un número pequeño de muestras grandes (ROBERTS 1958, 1970, KROPÁČ 1966). A tal fin se ha utilizado una sonda cilíndrica de 5,35 cm de diámetro, a una profundidad de 10 cm (se considera que muy pocas son las semillas que son capaces de germinar a una profundidad mayor; CHANCELLOR 1964, BARRALIS 1969).

Si nos encontramos con suelos muy pesados (no es nuestro caso) la recogida de muestras con sonda es difícil, y sería conveniente la utilización de una azada (KROPÁČ 1966).

Se han hecho 12 sondeos por parcela de aproximadamente 100 m² de superficie.

La toma de muestras ha tenido lugar, en todos los casos, después de haber labrado el terreno y haberlo dejado en condiciones de realizar la siembra o trasplante.

b) *Identificación y enumeración de las semillas*

El análisis del contenido de semillas de un suelo se lleva a cabo generalmente de dos formas; el método más clásico consiste en extender, superficialmente, las muestras de suelo en bandejas que contienen arena exenta de semillas. El suelo es periódicamente removido y regado, y las plántulas que van emergiendo son identificadas y registradas (BRENCHLEY y WARINGTON 1930, GUYOT 1960, BARRALIS 1972). El principal inconveniente que presenta es que las muestras deben mantenerse mucho tiempo, dos o más años, para asegurarse de que germinan la mayoría de las semillas. Este método se inició en el presente trabajo pero no se continuó ya que al año aún había semillas que germinaban.

Otra técnica, mucho más rápida, consiste en mezclar las muestras con una solución que disperse los agregados de arcilla y tamizarlas bajo agua corriente con tamices de mallas cada vez menores. En cada etapa las semillas son seleccionadas e identificadas. Una de las variantes que presenta esta última técnica es la de separar, mediante lavado y

flotación, la fracción orgánica del suelo que llevará las semillas que queremos determinar. Así, MALONE (1967) utiliza hexametáfosfato sódico y bicarbonato sódico como sustancias dispersantes, y sulfato magnésico para producir una eficiente flotación (KROPÁČ 1966, utiliza carbonato potásico). El método de flotación ha sido desechado debido a que en numerosas ocasiones teníamos semillas que no eran extraídas con la fracción orgánica, particularmente las de *Melilotus parviflora*.

En este trabajo se ha empleado el siguiente procedimiento: adición de 10 gr de hexametáfosfato sódico, 5 gr de bicarbonato sódico y 200 cc de agua por cada 100 gr de suelo; agitación manual de la mezcla para provocar la dispersión del suelo; y tamizado con agua corriente, utilizando tamices de mallas de 1, 0,5 y 0,2 mm. Posteriormente, y con ayuda de un binocular, de no muchos aumentos, se procedió a la separación, identificación y enumeración de las semillas de las diferentes especies.

Para determinar la flora potencial de la capa arable es importante conocer el número de semillas viables. Para ello hay que emplear el método bioquímico del 2, 3, 5 trifenil tetrazolio (aceptado por la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas, I. S. T. A., pero de apreciable dificultad para semillas pequeñas), o hacer un ensayo de germinación, con utilización de métodos de ruptura de la latencia (alternancia de temperaturas en combinación con luz y oscuridad, tratamiento con nitrato potásico o ácido giberélico, etc.).

En un ensayo de germinación con algunas de las principales semilla encontradas en las muestras de suelo hemos obtenido los siguientes resultados:

Portulaca oleracea, han germinado el 85 por 100 en diez días. Condiciones: oscuridad, NO_3K al 0,2 por 100 y 30° C de temperatura.

Setaria adhaerens, germinadas el 88 por 100 en diez días. Oscuridad, NO_3K al 0,2 por 100 y 30° C.

Urtica urens, germinadas el 71 por 100 en veinte días. Oscuridad, NO_3K al 0,2 por 100 y 22° C.

Melilotus parviflora, germinadas el 84 por 100 en doce días. Escarificación mecánica, oscuridad, NO_3K al 0,2 por 100 y 20° C.

Naturalmente, en todos los casos el porcentaje está referido a se-

millas íntegras. JENSEN (1969) encuentra una germinación del 71 por 100 para el conjunto de semillas íntegras.

También hemos observado que el hexametáfosfato sódico, el bicarbonato sódico y el sulfato magnésico no han afectado a la germinación de las semillas ensayadas.

c) *Análisis de la flora*

En general, el recuento de las malas hierbas se efectuó uno o dos meses después de la toma de muestra del suelo. Para realizarlo se utilizó un cuadro de 35 cm de lado, arrojado 10 veces al azar por parcela de 100 m² de superficie.

RESULTADOS

Se han estudiado cinco parcelas distintas localizadas en zonas de regadío, con hortalizas como cultivo, de los siguientes términos municipales: tres de Silla, una de Pedralba y otra de Ribarroja. Todos ellos de la provincia de Valencia.

Los resultados, en cuanto al número de semillas por m² de suelo agrícola y 10 cm de profundidad y el número de plántulas por m², se expresan en las tablas correspondientes. Las semillas íntegras son aquellas que están completas, tanto exterior como interiormente. Muchas semillas, sobre todo de *Portulaca oleracea*, aparentan estar completas, debido a que conservan perfectamente la cubierta seminal, aunque en realidad están vacías.

TABLE I (Silla)

	Semillas/m ² (3-I-75)		Plántulas/m ²
	integras	vacías	(1 - II - 75)
<i>Especies de verano</i>			
Portulaca oleracea L.	593	1260	
Amaranthus retroflexus L.	37	37	
	630	1297	
<i>Especies de invierno</i>			
Poa annua L.	222	—	15
Stellaria media Vill.	185	148	12
Capsella bursa-pastoris Med.	111	—	6
Papaver dubium L.	74	—	
Urtica urens L.	74	—	
Oxalis corniculata L.	37	—	3
Silene rubella L.	—	111	
Euphorbia peplus L.	—	37	
	703	333	36
Total semillas	1333	1630	

TABLE II (Ribarroja)

	Semillas/m ² (20-V-75)		Plántulas/m ²	
	integras	vacías	29-VI-75	26-IX-75
<i>Especies de verano</i>				
Portulaca oleracea L.	3559	31398	82	
Chenopodium album L.	1001	2187	13	
Amaranthus retroflexus L.	927	6005	32	
Amaranthus silvestris Desf.	185	1594	5	
Amaranthus blitoides S. Wats.	185	704	5	
Setaria adhaerens (Forsk.) Chiov.	—	74		
	5857	41962	137	
<i>Especies de invierno</i>				
Urtica urens L.	1742	3077		75
Stellaria media Vill.	1409	11195		16
Poa annua L.	408	—		
Papaver dubium L.	296	185		
Veronica polita Fries	185	—		
	4040	14457		91
Total semillas	9897	52410		

TABLA III (Silla)

	Semillas/m ² (20-VI-75)		Plántulas/m ²
	íntegras	vacías	(10-VIII-75)
<i>Especies de verano</i>			
Setaria adhaerens (Forsk.) Chiov.	1779	4485	335
Portulaca oleracea L.	704	9193	33
Amaranthus silvestris Desf.	296	593	12
Echinochloa colona Parl.	185	297	16
Amaranthus retroflexus L.	111	185	
Chenopodium album L.	111	111	
Digitaria sanguinalis Scop.	74	—	8
	3260	14864	404
<i>Especies de invierno</i>			
Melilotus parviflora Desf.	1705	—	
Veronica polita Fries	890	—	
Lamium amplexicaule L.	593	593	
Poa annua L.	593	—	
Polygonum aviculare L.	482	815	
Phalaris minor Retz.	482	704	
Oxalis corniculata L.	409	111	
Stellaria media Vill.	185	704	
Urtica urens L.	185	74	
Medicago hispida Gaertn.	185	—	
Silene rubella L.	74	296	
Diplotaxis eruroides DC.	74	—	
Papaver dubium L.	74	—	
Vicia sativa L.	37	—	
Senecio vulgaris L.	—	37	
	5967	3344	
Total semillas	9227	18198	

Además, en esta parcela se han registrado:

Oxalis cernua Thunb. (bulbillos)	593	—
Brassica napus L. (cultivada)	4003	816

TABLA IV (Pedralba)

	Semillas/m ² (23-VII-75)		Plántulas/m ²
	íntegras	vacías	(24-VIII-75)
<i>Especies de verano</i>			
Portulaca oleracea L.	12789	56791	1105
Amaranthus blitoides S. Wats.	3596	7192	95
Chenopodium album L.	408	482	5
Setaria adhaerens (Forsk.) Chiov.	408	297	45
Euphorbia chamaesyce L.	185	—	5
	17386	64762	1255
<i>Especies de invierno</i>			
Veronica polita Fries	1297	—	
Polygonum aviculare L.	593	74	
Diplotaxis eruroides DC.	593	—	
Urtica urens L.	408	1001	
Euphorbia helioscopia L.	37	—	
	2928	1075	
Total semillas	20314	65837	

TABLA V (Silla)

	Semillas/m ² (5-VIII-75)		Plántulas/m ²
	íntegras	vacías	(2-IX-75)
<i>Especies de verano</i>			
Portulaca oleracea L.	13790	16385	1388
Euphorbia nutans Lag.	3892	4782	362
Amaranthus silvestris Desf.	3299	7006	237
Euphorbia chamaesyce L.	2113	890	100
Chenopodium album L.	1891	2187	11
Digitaria sanguinalis Scop.	667	111	48

<i>Setaria adhaerens</i> (Forsk.) Chiov.	445	890	48
<i>Echinochloa colona</i> Parl.	111	—	11
	26208	32251	2205
<i>Especies de invierno</i>			
<i>Veronica polita</i> Fries	148	—	
<i>Oxalis corniculata</i> L.	74	74	
<i>Stellaria media</i> Vill.	74	—	
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	74	37	
	—	74	
	370	185	
Total semillas	26578	32436	

DISCUSIÓN

a) *Contenido en semillas y comparación con los resultados de otros autores*

Por los resultados obtenidos en el presente estudio se puede admitir que el número de semillas íntegras, en perfecto estado, es muy variable, variando desde 1.333 por m² de superficie y 10 cm de profundidad en un suelo limpio, hasta 26.578 en un suelo muy infestado. A partir de 9.000-10.000 semillas íntegras por m² y 10 cm de profundidad se puede considerar que el suelo es rico en flora adventicia potencial.

En todos los casos se ha obtenido un número considerablemente mayor de semillas vacías.

En las zonas estudiadas, *Portulaca oleracea* suele ser la especie más abundante, de la que se ha llegado a contabilizar 13.790 semillas íntegras por m² y 10 cm de profundidad (tabla V, Silla) ó 12.789 (tabla IV, Pedralba). El 85 por 100 de todas ellas germinaban en el laboratorio.

En la tabla VI se indica el contenido de semillas de malas hierbas de la capa arable, según diferentes autores. Cuando solamente hay un número es la media, si hay dos enlazados por un guión son los valores mínimo y máximo.

TABLE VI

Autor y año	Localidad	Cultivo	Profundidad en cm	Método utilizado	Semillas / m ²	
					integras	viables
Kropác, 1966	Checoslovaquia	Cereales	25	lavado-flotación	20000-60000 (1)	—
Jensen, 1969	Dinamarca	»	20	»	50258	35963
Brenchley y Warrington, 1980	Gran Bretaña	»	15	emerg. de las plántulas	8300-73300 39100	—
Roberts, 1958	»	»	»	»	40400-71600 57500	—
Roberts y Stokes, 1966	»	Hortalizas	»	»	—	1600 86000 10000
Guyot, 1960	Francia	Cereales	10	»	—	8160
Barralis, 1972	»	»	»	»	—	5000
Carretero, 1975	España (Valencia)	Hortalizas	»	dispersión-lavado	1333-26578 13464	—

(1) Se considera la suma de las semillas intactas y aquellas que están algo deterioradas, pero siempre sin llegar a la mitad del total de la semilla.

b) Comparación entre la flora potencial y la real

Hay poca información sobre la relación entre el contenido de semillas del suelo y la flora real que en él se establece. Sin embargo, parece claro que las plántulas que aparecen en el cultivo sólo representan una pequeña proporción de las semillas viables de la capa arable. Así, BARRALIS (1965) observó que en un cultivo de trigo de invierno, las malas hierbas equivalían sólo al 2,5 por 100 de las semillas viables en 10 cm de profundidad. BARRALIS (1969) encontró que en varios cultivos las malas hierbas presentes sólo representaban el 2-7 por 100 de las semillas viables en 10 cm de profundidad. BARRALIS (1972) indicó que en varias parcelas de trigo de invierno la flora adventicia real no representaba más que el 2,2-20,1 por 100 de la flora adventicia potencial de la capa arable de 10 cm (media de 7,4 por 100) y en los cultivos de primavera (remolacha) el 19,5-46,9 por 100 (media 28,7 por 100). ROBERTS (1963), en una rotación de cultivos hortícolas comprobó que la emergencia de plántulas durante un año entero era el 10 por 100 del número de semillas viables, en los primeros 15 cm de suelo, que había al empezar el año.

Las cifras que se han obtenido en el presente estudio son bastante similares a las de los autores anteriormente citados. La flora real representa del 2,25 al 12,39 por 100 del contenido total de semillas íntegras en los primeros 10 cm de suelo. Teniendo en cuenta los ensayos de germinación hechos con algunas de las especies más abundantes, así como los resultados obtenidos por JENSEN (1969), del 71 por 100, podríamos establecer el 80 por 100 como cifra indicativa del número de semillas viables del total de semillas íntegras. De esta forma la relación flora real-flora potencial (semillas viables del suelo) sería del orden del 2,82 al 15,48 por 100. Naturalmente, esta proporción no es uniforme para todas las especies encontradas, ya que en general se observa un aumento en las especies de verano, y sobre todo en las gramíneas, donde probablemente el largo mesocotilo que emiten muchas de ellas les ayuda a germinar a profundidades mayores que otras especies. Tal es el caso, por ejemplo, de *Setaria adhaerens*, cuya emergencia del suelo ha llegado a ser del 18,83 por 100 con relación al contenido total de semillas íntegras o del 22,15 por 100 si nos referimos a las semillas viables. En todas las muestras en que estaba esta especie, la relación flora real-flora potencial fue alta.

CONCLUSIONES

De la literatura publicada, así como de los resultados y discusión de este trabajo, se pueden hacer varias generalizaciones sobre la población de semillas en los suelos agrícolas.

Las poblaciones están ampliamente representadas por semillas pertenecientes a especies anuales; las de especies vivaces o de plantas cultivadas están pobremente representadas. En la parcela correspondiente a la tabla III (Silla) se encontraron numerosas semillas de nabo, debido a que allí se ha cultivado esta especie durante varios años seguidos y dejándola, en muchas ocasiones, para la obtención de semilla.

Frecuentemente, una o dos especies son dominantes (en nuestro caso *Portulaca oleracea* la mayoría de las veces); las restantes están representadas por números de semillas mucho más reducidos.

La distribución en profundidad depende mucho de cuándo es examinado el suelo en relación a los cultivos y a la producción de semillas por las malas hierbas. En los cultivos donde se toma la muestra después de haber realizado un laboreo regular, la distribución de las semillas es uniforme en toda la capa removida. En nuestro caso no hubo diferencia entre los primeros 5 cm y siguientes 5 cm (por ello se dan los números de semillas en los primeros 10 cm, conjuntamente). KROPÁČ (1966) no encontró prácticamente diferencia entre las distintas capas de 5 cm hasta una profundidad de 30 cm.

El contenido de semillas de malas hierbas de un suelo agrícola es muy variable. En un campo muy limpio se han estimado 1.333 semillas íntegras por m² de superficie y 10 cm de profundidad; por el contrario, en un campo muy infestado, el resultado ha sido de 26.578. Individualmente el número más alto ha correspondido a *Portulaca oleracea*, con 13.790 semillas íntegras/m² y 10 cm de profundidad.

La proporción de semillas que germinan y dan plántulas viables con relación al contenido total de semillas, es débil. Nosotros hemos obtenido cifras del 2,25 al 12,39 por 100. Esta baja proporción puede deberse: a la latencia, a la escasa viabilidad de algunas semillas, a una elevada mortalidad de las semillas al germinar y a la profundidad, que a pesar de ser sólo de 10 cm, aún puede ser excesiva para muchas semillas. A este respecto es interesante anotar la alta proporción que se manifiesta en ciertas gramíneas, que son capaces de formar un largo mesocotilo; éste es el caso de *Setaria adhaerens*, cuyas semillas han llegado a transformarse en plántulas viables en la proporción del 18,83 por 100.

BIBLIOGRAFÍA

- Barralis, G. — 1965 — Aspect écologique des mauvaises herbes dans les cultures annuelles — 3è Conférence du Columa, Paris, décembre.
- — 1969 — Observations sur l'évolution de la flore adventice. Influence de 4 années de désherbage sur un assolement normal — 111^e Colloque sur la Biologie des Mauvaises Herbes. E. N. S. A., Grignon.
- — 1972 — Evolution comparative de la flore adventice avec ou sans désherbage chimique — *Weed Res.*, 12: 115-127.
- Brenchley, W. E. & Warington, K. — 1930 — The weed seed population of arable soil. I Numerical estimation of viable seeds and observations on their natural dormancy — *J. Ecol.*, 18: 235-272.
- Chancellor, R. J. — 1964 — The depth of weed seed germination in the field — 7th British Weed Control Conf., 2: 607-613.
- Feas., P. M. & Roberts, H. A. — 1973 — Note on the estimation of viable weed seeds in soil samples — *Weed Res.*, 13: 110-113.
- Guyot, L. — 1960 — Sur la présence dans les terres cultivées et incultes de semences dormantes des espèces adventices — *Bull. Serv. Cart. Phytogéogra.*, série B. V., 2: 197-254.
- Jensen, H. A. — 1969 — Content of buried seeds in arable soil in Denmark and its relation to the weed population — *Dansk Botanisk Arkiv.*, 27 (2): 1-56.
- Kellman, M. C. — 1974 — The viable weed seed content of some tropical agricultural soils — *Journal of Applied Ecology*, 11 (2): 669-677.
- Kropác, Z. — 1966 — Estimation of weed seeds in arable soil — *Pedobiologia*, 6: 105-128.
- Malone, Ch. R. — 1967. — A rapid method for enumeration of viable seeds in soil — *Weeds*, 15 (4): 381-382.
- Naylor, R. E. L. — 1970 — The prediction of Blackgrass infestations — *Weed Res.*, 10: 296-299.
- Roberts, H. A. — 1958 — Studies on the weeds of vegetable crops I. Initial effects of cropping on the weed seeds in the soil — *J. Ecol.*, 46: 759-768.
- — 1963 — The problem of weed seeds in the soil. Crop Production in a weed-free Environment — Blackwell Scientific Publications: 73-82, Oxford.
- — & Stokes, F. G. — 1966 — Studies on the weeds of vegetable crops VI. Seed populations of soil under commercial cropping — *J. Appl. Ecol.*, 3: 181-190.
- — & Dawkins, P. A. — 1967 — Effect of cultivation on the numbers of viable weed seeds in soil — *Weed Res.*, 7 (4): 290-301.
- — 1970 — Viable weed seeds in cultivated soils — *Rep. Natn. Veg. Res. Stn. for 1969*: 25-38.

E. T. S. Ingenieros Agrónomos
Valencia