

## Características agronómicas de la especie *Avena sterilis* (L.) en relación con su papel de mala hierba

C. DE LA CUADRA y C. REY

Dentro de un esquema general de trabajo sobre fisiología de la dormición de las avenas locas, se planteó una primera parte cuyo objetivo era conocer ciertas características agronómicas de esta especie, conocimiento importante tanto para evaluarla como mala hierba como para interpretar los resultados que se obtuvieran en posteriores trabajos sobre la germinación y dormición de sus semillas. En este artículo se presentan y se discuten los resultados obtenidos en los ensayos, de campo e invernadero, sobre fenología, biomasa, producción y composición de las poblaciones según el color y la pilosidad de las semillas. Todos estos datos han sido obtenidos estudiando varias poblaciones de diferentes localidades españolas, comparándose las dos subespecies de la especie *Avena sterilis*, subespecie *ludoviciana* y subespecie *sterilis*.

C. DE LA CUADRA y C. REY. Dpto. de Producción y Tecnología de Alimentos. CIT-INIA. Apartado 8111. 28080 Madrid.

**Palabras clave:** *Avena sterilis*, malas hierbas, fenología, profundidad de siembra, dormición.

### INTRODUCCION

Las avenas locas son malas hierbas de cereales muy conocidas por su amplia distribución y las dificultades que plantea su control. En éstas, como en muchas otras malezas, su perpetuación y expansión es debida, esencialmente, a sus semillas (BARTON, 1962).

Se acepta de forma general que el gran éxito de las avenas locas, para establecerse en los cultivos y para escaparse a las medidas de control, se debe fundamentalmente a la *dormición* de sus semillas; es decir, a la incapacidad para germinar semillas viables en condiciones ambientales adecuadas durante el período de tiempo más o menos largo. Esta dormición puede ser *primaria*, aquella que vive la semilla desde el final de su maduración, o *secundaria*, que es la desarrollada por una semilla cuando ha vivi-

do condiciones ambientales especialmente adversas y que antes de sufrir dichas condiciones estaba presta para germinar. Ambos tipos de dormición desaparecen a lo largo de un período de tiempo variable denominado posmaduración.

Si tenemos en cuenta estos dos tipos de dormición, la duración variable del período de posmaduración, así como las influencias genética y ambiental sobre ambos fenómenos, podremos especular sobre las enormes posibilidades de estrategias reproductivas y la gran plasticidad con que cuentan las avenas locas para adaptarse a un medio ambiente cambiante como es el agrícola.

Enfrentarse, pues, al control de estas malas hierbas sin un conocimiento profundo de su biología, como de los procesos de germinación seminal, puede dar lugar a una mala aplicación de herbicidas, con escaso

rendimiento en el control a medio plazo y altos costes ecológicos y económicos.

Por todo ello comenzamos una serie de trabajos encaminados al conocimiento de la fisiología de la germinación y dormición de las semillas de *A. sterilis*, la principal representante de las avenas locas en nuestro suelo. Este artículo presenta los primeros datos experimentales diseñados para conocer características agronómicas de la planta y la semilla, cuyo interés para la evaluación correcta de futuros trabajos sobre germinación y dormición se consideraron primordiales.

## MATERIAL Y METODO

Se realizaron estudios de invernadero y estudios de campo.

Para los primeros se cosecharon cuatro poblaciones naturales de *A. sterilis* ssp. *ludoviciana*, en Segovia, Valladolid, Lérida y Madrid y una población de *A. sterilis* ssp. *sterilis* en Barcelona.

Las observaciones de campo se practicaron en una parcela en la finca experimental del INIA en el término de Alcalá de Henares (Madrid).

### 1.º ensayo de invernadero

Dieciséis meses después de la cosecha, durante los cuales las semillas se conservaron a temperatura ambiente y aisladas de cualquier fuente de luz y humedad, doscientas semillas de cada población fueron sembradas en dos mesas de invernadero de placa rígida y sin calefacción. En cada una de ellas la distribución se hizo en hilera con cien semillas por población con una separación de 5 cm y una profundidad de 5 cm. Las temperaturas máxima y mínima se anotaron diariamente y el riego se hizo manual. El ensayo completo se repitió dos veces.

En las plantas de estas poblaciones se estudiaron los siguientes parámetros:

1. Fenología, expresada en número de días transcurridos desde la siembra hasta

que el 50 % de las poblaciones alcanzaban los diferentes estados fenológicos, se compararon dos fechas de siembra.

2. Peso seco de las plantas, en el estado fenológico de 4½ hojas y de planta adulta, se utilizaron 25 plantas en cada caso, que fueron desecadas en estufa a 50 °C.

3. Después del ahijamiento las plantas fueron entutoradas y, al comienzo de la maduración de las semillas, embolsadas para evitar pérdida de espiguillas. Al final de la maduración éstas fueron recogidas y contadas. Posteriormente se tomaron de cada población 500 espiguillas al azar, de cada una de ellas se separó la primera de la segunda semilla, obteniéndose el tanto por ciento de semillas abortadas y el peso medio de 100 semillas descascarilladas (sin lema ni palea).

### 2.º ensayo de invernadero

En el mismo invernadero en terrinas de urelita se sembraron a profundidades de 5, 10, 15 y 20 cm semillas de una población natural de cada subespecie. Para cada profundidad se emplearon cuatro repeticiones distribuidas al azar y en cada repetición cincuenta semillas.

Se evaluó la capacidad de emergencia desde cada profundidad contabilizando las plántulas emergidas y el tiempo medio de emergencia (TME), para ambas subespecies.

### Ensayos de campo

Fueron realizados para observar las posibles variaciones que, a lo largo de cuatro años, tenían ciertos caracteres morfológicos y agronómicos de las semillas de una población natural de *A. sterilis* ssp. *ludoviciana*, la misma que posteriormente se emplearía en los estudios sobre germinación y dormición.

Las semillas fueron recogidas de las plantas que crecían en una parcela de la finca experimental del INIA en la provincia de

Madrid, durante los años 1983, 1984, 1985 y 1986.

De la cosecha de cada año se tomaron 500 espiguillas al azar de las cuales se estudió la variación en el tiempo de los caracteres morfológicos color y pilosidad de la semilla y se evaluó la producción por el número de semillas por espiguillas, el peso medio de 100 semillas y el porcentaje de semillas abortadas.

## RESULTADOS

### 1.º ensayo de invernadero

En el cuadro 1 vienen representados el número de días empleados por el 50 % de las poblaciones en alcanzar los distintos estados fenológicos, cuando dichas poblaciones fueron sembradas en enero. Como puede comprobarse los ciclos de las dos subespecies resultaron muy similares bajo las condiciones del ensayo.

En el cuadro 2 vemos los datos obtenidos con las mismas poblaciones, pero esta vez sembradas en noviembre, donde tampoco se aprecian diferencias estimables entre especies y poblaciones.

Comparando ambos cuadros observamos que las plantas procedentes de semillas sembradas en otoño deceleran su crecimiento después de alcanzar el estado de 2½ hojas y el 50 % de ellas no consiguen alcanzar el estado de 4½ hojas hasta después de transcurrido un mes y medio, mientras que las poblaciones procedentes de semillas sembradas en invierno acortan este período a 15 días. Los estados fenológicos posteriores se alargan también, aunque de forma menos drástica. Finalmente en ambos casos el 50 % de la población llega a la anthesis en el mes de mayo, independientemente de la fecha en que se efectuó la siembra.

En el cuadro 3 se dan las medias y desviaciones típicas de los pesos secos de las plantas de estas poblaciones en el estado fenológico de 4½ hojas y de planta adulta.

Ninguna de las cuatro poblaciones de la

primera subespecie dio un peso mayor que la de la segunda. Se pueden observar pequeñas diferencias entre las poblaciones de *ludoviciana*, resultando de mayor porte las plantas adultas desarrolladas a partir de semillas procedentes de Valladolid y Lérica que las nacidas de semillas que fueron cosechadas en Madrid y Segovia.

Los caracteres de producción de las semillas obtenidas en el invernadero pueden verse en el cuadro 4.

Las poblaciones de Madrid, Valladolid y Segovia produjeron mayoritariamente espiguillas con dos semillas bien formadas, pero la de Lérica presentó un alto porcentaje de tres semillas por espiguilla. En la subespecie *sterilis* se formaron, mayoritariamente, espiguillas de tres y cuatro semillas bien desarrolladas.

El peso medio de cien semillas fue muy similar en todas las poblaciones, tanto en el caso de las primeras semillas como en el de las segundas, siendo el peso de las segundas claramente inferior al de las primeras en todos los casos. Las semillas de la subespecie *sterilis* no se diferenciaron mucho de las poblaciones de la subespecie *ludoviciana*.

Los porcentajes de semillas abortadas fueron siempre más altos en primera que en segunda semilla y en la subespecie *sterilis* que en la *ludoviciana*.

### 2.º ensayo de invernadero

Los resultados de la capacidad de emergencia de ambas subespecies desde distintas profundidades vienen reflejados en el cuadro 5.

La subespecie *ludoviciana* produjo globalmente un número mayor de plántulas (373) que la *sterilis* (345) y la emergencia de la segunda fue algo más lenta que la de la primera.

En ambos casos se desarrollaron un número muy elevado de plántulas emergidas desde 5 y 10 cm de profundidad, mientras que se puede ver la enorme disminución de plántulas obtenidas de semillas a 15 cm. de

**Cuadro 1.—Valores medios y desviación típica, en base a cuatro repeticiones, del número de días en que alcanzan los diferentes estados fenológicos plantas de cuatro poblaciones de *Avena sterilis ludoviciana* y una de *A. sterilis sterilis*, que fueron sembradas en invierno**

	<i>A. ludoviciana</i>				<i>A. sterilis</i>
	Madrid	Valladolid	Segovia	Lérida	Barcelona
Emergencia	22 (3,7)	20 (2,9)	24 (4,3)	21 (6,1)	23 (3,6)
2½ hojas	47 (1,9)	46 (2,3)	47 (1,1)	44 (1,0)	48 (1,5)
4½ hojas	60 (9,1)	58 (5,2)	58 (4,1)	58 (3,8)	61 (4,3)
Ahijamiento	74 (7,7)	70 (7,2)	71 (6,9)	75 (8,8)	76 (5,9)
Espigado	106 (5,5)	108 (4,2)	109 (5,3)	110 (5,5)	109 (1,7)
Antesis	119 (1,0)	119 (3,0)	119 (3,7)	121 (3,6)	122 (4,8)

**Cuadro 2.—Valores medios, de dos repeticiones, del número de días en que alcanzan los diferentes estados fenológicos plantas de cuatro poblaciones de *A. sterilis ludoviciana* y una de *A. sterilis sterilis*, sembradas en otoño**

	<i>A. ludoviciana</i>				<i>A. sterilis</i>
	Madrid	Valladolid	Segovia	Lérida	Barcelona
Emergencia	19	19	17	16	21
2½ hojas	45	39	39	37	39
4½ hojas	94	90	89	91	96
Ahijamiento	129	128	115	126	127
Antesis	182	185	182	186	182

profundidad desde la que lograron emerger mayor número de plantulas de la subespecie *sterilis*. Alguna emergencia se produjo a partir de los 20 cm, pero desde los 25 cm fue prácticamente nula.

### Ensayos de campo

La variación en el tiempo de los caracteres morfológicos, color y pilosidad, estudiados en una población natural de *A. sterilis ludoviciana* estudiada durante cuatro años, viene reflejada en las figuras 1 y 2.

El carácter que presentó menor variabilidad fue la pilosidad, ya que la mayoría de las semillas estudiadas pertenecían al tipo de pilosidad abundante. No sucedió lo mismo al clasificar las semillas según su color y así, mientras que las 500 semillas estudiadas el primer año se distribuyeron prácticamente en igual número entre los tres tipos,

algo más de la mitad de las semillas estudiadas en 1984 y en 1986 fueron pardas y en 1985 grises, siendo en estos tres últimos años el tipo crema claramente minoritario.

Los valores de los caracteres de producción de las semillas de esta población durante el mismo período de tiempo se representan en el cuadro 6, en el que puede comprobarse grandes variaciones entre años.

## DISCUSION

### 1.º ensayo de invernadero

De las dos fechas de siembra que se estudiaron, principio de invierno (Cuadro 1) y comienzo del otoño (Cuadro 2), la primera parecía tardía para la subespecie *ludoviciana* a la que normalmente se le atribuye una emergencia otoñal (MONTEGUT, 1979) sin embargo, la mayoría de las semillas

Cuadro 3.—Medias y desviaciones típicas de los pesos secos (expresados en gramos) de plántulas en el estado de 4 1/2 hojas y de plantas adultas de subespecies *ludoviciana* y *sterilis*

Especies	Localidad	4 1/2 hojas		Planta adulta	
		m	σ	m	σ
<i>A. ludoviciana</i>	Madrid	0,17	0,05	10,7	2,96
	Segovia	0,18	0,06	10,6	1,98
	Valladolid	0,18	0,04	14,2	2,46
	Lérida	0,22	0,06	13,1	3,60
<i>A. sterilis</i>	Barcelona	0,29	0,08	16,3	4,11

Cuadro 4.—Caracteres de producción de las semillas cosechadas en el invernadero de cuatro poblaciones de *A. sterilis ludoviciana* (Madrid, Valladolid, Segovia y Lérida) y de una población de *A. sterilis sterilis* Barcelona. Primera semilla = 1 s.; segunda semilla = 2 s.

		<i>A. ludoviciana</i>				<i>A. sterilis</i>
		Madrid	Valladolid	Segovia	Lérida	Barcelona
Semillas por espiguillas	2	91(4,3)	100(0)	99(0,7)	61(7,3)	7(4,2)
	3	9(4,3)	0(0)	1(0,7)	39(7,3)	60(3,3)
	4	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	33(4,7)
Peso (mg)	1 s.	1,6(0,2)	1,6(0,2)	1,4(0,2)	1,6(0,3)	1,7(0,1)
	2 s.	1,0(0,2)	0,9(0,1)	0,9(0,1)	1,2(0,2)	1,2(0,1)
Abortadas (%)	1 s.	3(1,9)	1(1,3)	4(2,2)	2(3,0)	5(2,4)
	2 s.	6(3,4)	7(2,3)	8(2,6)	4(2,7)	7(2,8)

Cuadro 5.—Porcentajes de plántulas emergidas, respecto al número de semillas sembradas, y tiempos medios de emergencia (TMG) desde distintas profundidades de las dos subespecies de *A. sterilis*. Medias y desviaciones típicas, de cuatro repeticiones de 50 semillas

Profundidad	<i>A. sterilis ludoviciana</i>				<i>A. sterilis sterilis</i>			
	% plántulas	T.M.G.	% plántulas	T.M.G.	% plántulas	T.M.G.	% plántulas	T.M.G.
5 cm	92 (4,2)	3,63 (5,6)	86 (6,0)	40,8 (1,6)	86 (6,0)	40,8 (1,6)	86 (6,0)	40,8 (1,6)
10 cm	83 (4,3)	42,5 (2,4)	72 (7,3)	44,9 (3,9)	72 (7,3)	44,9 (3,9)	72 (7,3)	44,9 (3,9)
15 cm	11 (3,8)	49,4 (5,2)	12 (5,1)	51,4 (2,7)	12 (5,1)	51,4 (2,7)	12 (5,1)	51,4 (2,7)
20 cm	1 (1,7)	— (—)	3 (2,2)	— (0)	3 (2,2)	— (0)	3 (2,2)	— (0)
25 cm	— (—)	— (—)	— (—)	— (—)	— (—)	— (—)	— (—)	— (—)

emergieron en las cuatro poblaciones estudiadas, resultados que coinciden con las observaciones BARTON (1962) y de ROLSTON (1981). La subespecie *sterilis* tuvo un porcentaje de emergencia elevado. MONTEGUT (1979) describe que la de ésta tiene lu-

gar en otoño y en invierno en lugares geográficos más cálidos y con inviernos más suaves y, por lo tanto, cabría esperar que con temperaturas más frías como las ensayadas en este trabajo los porcentajes de germinación fueran más bajos; no obstante

## COLOR

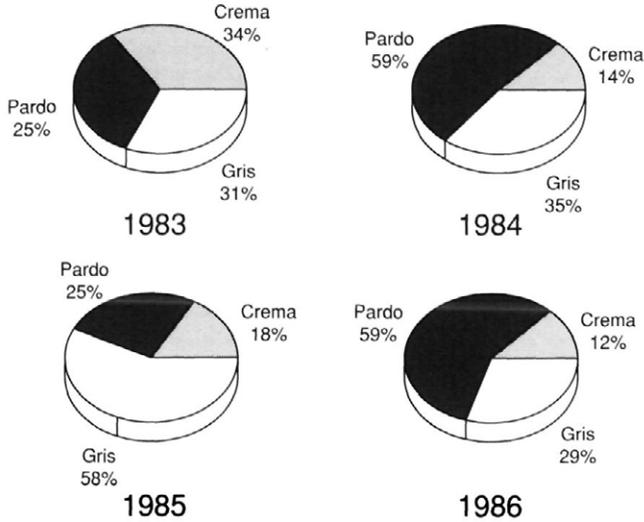


Fig. 1.—Variación, en cuatro muestras de una población de *A. sterilis ludoviciana* tomadas en años consecutivos, de las frecuencias, en porcentajes, de los tres tipos en que se pueden dividir las semillas de esta especie según el color de sus cascarillas. Valores medios de cinco repeticiones de 100 semillas por muestra.

## PILOSIDAD

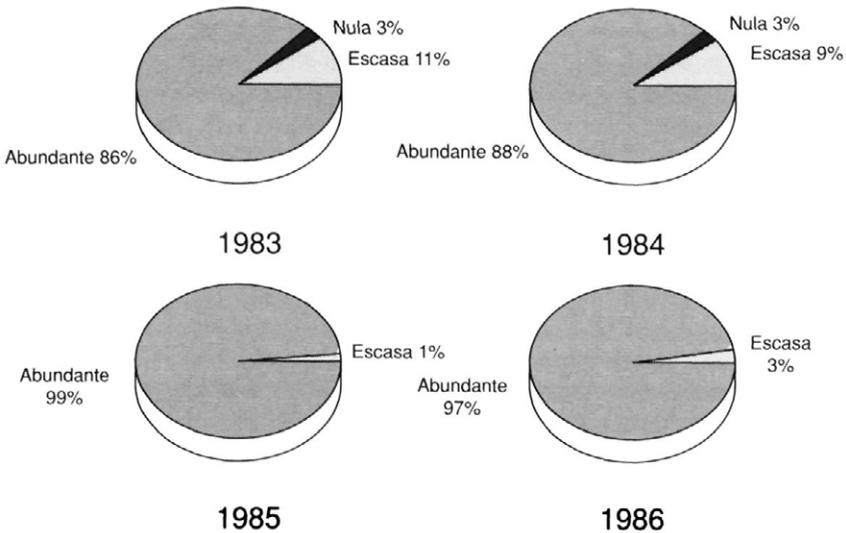


Fig. 2.—Variación, en cuatro muestras de una población de *A. sterilis ludoviciana* tomadas en años consecutivos, de las frecuencias, en porcentajes, de los tres tipos en que se pueden dividir las semillas de esta especie según la pilosidad de sus cascarillas. Valores medios de cinco repeticiones de 100 semillas por muestra.

**Cuadro 6.—Variación de ciertos caracteres de producción de una población de *A. sterilis ludoviciana* de la que se tomaron muestras durante cuatro años consecutivos. Se expresan en valores medios acompañados de las desviaciones típicas**

		Semillas/espiguillas			Peso (mg)		% Abortadas	
		1	2	3	1.ª s.	2.ª s.	1.ª s.	2.ª s.
1983	m	0	72,8	27,2	1,54	0,94	3,4	11,2
	σ	—	3,6	3,6	0,02	0,04	1,9	2,0
1984	m	4,2	85,8	10,0	2,19	1,37	18,2	22,4
	σ	2,6	5,0	2,8	0,03	0,05	4,4	4,4
1985	m	0	15,6	84,4	2,89	2,07	6,6	6,0
	σ	—	2,6	2,6	0,1	0,06	2,2	1,5
1986	m	0	100	0	2,00	1,10	7,8	8,0
	σ	—	0	—	0,05	0,07	3,2	3,6

esta población fue capaz de germinar y emerger en el experimento realizado.

Es importante observar cómo, independientemente de la fecha de siembra, el momento de la antesis se presenta en el mes de mayo, período en el que comienzan a elevarse las temperaturas hasta alcanzar los valores necesarios para la buena maduración de las semillas, presentándose diferencias constatables en el tiempo transcurrido entre los estados fenológicos de 2½ y 4½ hojas. Puesto que el régimen de riego fue igual en ambos casos, así como el tipo de suelo, la densidad de siembra, etc., la capacidad de acelerar o retrasar el desarrollo puede estar ligada al fotoperíodo y a las temperaturas que requiere la especie para su desarrollo y esta habilidad de las poblaciones para variar bajo condiciones cambiantes, como son las agrícolas, es esencial para el éxito de colonización de una mala hierba (BARRET, 1982).

Hay que hacer constar que el período de planta joven presenta en *A. fatua* varias características de interés agronómico, que sería conveniente comprobar en *A. sterilis* a la hora de aplicar determinados métodos de control. Por una parte, en el primer estadio de la planta (hasta el estado de 2½ hojas, 2,5 cm), aunque la plántula sea cortada o volteada por las labores del cultivo puede volver a brotar, a enraizar y a dar

una planta normal, si el nódulo del coleoptilo es enterrado y si se dan buenas condiciones de crecimiento (BUBAR y BANTING, 1983). Pero, por otra parte, este período tiene también su debilidad, ya que, en igualdad de condiciones, el desarrollo es más lento que el de los cereales y sólo después de alcanzar el estado de 4½ hojas comienza a desarrollar un amplio sistema radicular y se vuelve muy competitiva con el cultivo (BUBAR y BANTING, 1983). Los resultados obtenidos con las poblaciones de *A. sterilis* sembradas en distintas fechas ponen una interrogante a la posibilidad de tener esta ventaja para el cultivo, que BUBAR señala en *A. fatua* ya que aquella especie se ha mostrado capaz de amoldar la longitud de este primer período.

Atendiendo al desarrollo total de las plantas vemos que las cuatro poblaciones de *ludoviciana* y la población de *sterilis* bajo las mismas condiciones alcanzaron los diferentes estados fenológicos en tiempos muy similares y que dentro de las condiciones que las plantas vivieron en el invernadero no se pusieron de manifiesto diferencias entre las distintas poblaciones estudiadas.

El valor del peso seco de una planta es un índice de su porte y capacidad competitiva con el resto de las especies vegetales con las que comparte un ecotipo particular.

El peso seco de las plantas en estado de

4½ hojas ya demuestra el mayor porte de la ssp. *sterilis*.

Los valores del peso seco de la planta, tomados al final de su ciclo vegetativo y que podemos ver en el cuadro 3, corresponden a plantas que alcanzaron un desarrollo algo menor que el que normalmente alcanzan en el campo, hecho que se achaca a cierta escasez de suelo que se dio en las bancadas del invernadero, lo que pudo imponer a la planta un impedimento a la hora de desarrollar su sistema radicular, o bien a falta de nutrientes al no haberse aplicado ningún abono. No parece lógico que este menor tamaño sea debido al efecto de la densidad de siembra, ya que las avenas locas se desarrollan, de modo natural, en agrupaciones densas, o comunidades-rodales.

El efecto de un desarrollo menor de la planta, dentro del invernadero, fue aún mayor en el caso de la subespecie *sterilis*, imputable además a que se cultivó bajo condiciones ambientales, luz y temperatura, diferentes a las requeridas, como lo demuestra su distribución mediterránea. A pesar de estas deficiencias sufridas por la subespecie *sterilis* las plantas pertenecientes a ésta dieron un peso seco mayor que el de cualquiera de las cuatro poblaciones de *ludoviciana*, datos que coinciden con la experiencia de campo, en donde se ha observado que la primera subespecie presenta mayor porte que la segunda.

También se apreciaron diferencias entre las poblaciones de *ludoviciana* resultando la de Valladolid de mayor porte.

La población de *sterilis* dio mayoritariamente 3 y 4 semillas por espiguilla, como es característico de esta subespecie, en la que se pueden presentar hasta 6 semillas por espiguilla (GÓMEZ e IBÁÑEZ, 1980). Tres poblaciones, de las cuatro estudiadas de *ludoviciana* produjeron mayoritariamente dos semillas por espiguilla y la cuarta, procedente de Lérida, presentó un 39,2 % de espiguillas con tres semillas. La cercanía del lugar de origen de esta población con la zona mediterránea, por donde se distribuye la subespecie *sterilis*, pudiera hacer pensar en una posible hibridación de pobla-

ciones; sin embargo la presencia de tres semillas por espiguilla no es infrecuente en plantas de *ludoviciana* (PETERS y WILSON, 1980).

También se estudió el número medio de semillas producidas por la planta en cada población (datos no publicados). Así, dentro de las poblaciones de *ludoviciana* se obtuvieron los valores 55,4 para la población de Madrid, de 83,2, para la de Valladolid, 69,7 para la de Segovia y 80,4 para la de Lérida. La población de *sterilis* arrojó un valor medio de 91,7 semillas por planta. Los valores obtenidos en trabajos similares con *A. fatua* son muy variables y parece ejercer un efecto especial sobre este carácter la densidad de siembra. Así, PETERS (1972) comprobó que cuando éstas competían en un cultivo denso de cebada de primavera produjo sólo entre 20 y 30 semillas por planta, mientras que bajo una competición menos intensa en campos de judías pudo producir hasta 140 semillas por planta. Por otra parte WILSON (1980) en un trabajo donde las condiciones de desarrollo de la planta fue muy cuidada, germinando las semillas en el laboratorio, desarrollando la plántula en invernadero hasta el estado de 2½ hojas y transplantándolas al campo en condiciones idóneas, obtuvo la asombrosa cantidad de 1.600-1.800 semillas por planta.

Respecto al número de semillas por plantas obtenidas en nuestro trabajo cabe señalar que para la población de *sterilis*, es muy posible que esté reducido por las condiciones ambientales poco apropiadas para estas subespecies que se daban en el invernadero. Que en el número de espiguillas por planta, no se han tenido en cuenta aquellas que no habían desarrollado semillas. Y, que la evaluación del número de semillas por planta como carácter de producción debe ser realizada con cuidado, ya que puede no ser igual la posibilidad de desarrollo y capacidad de infestación de una planta según provenga de la primera, segunda o tercera semilla.

Ya se verá más adelante que todas las semillas tienen capacidad de germinación, pero la idea de una mayor capacidad de la

primera semilla frente a la segunda nos puede surgir al comparar sus pesos (Cuadro 4) y el número de semillas inviables.

## 2.º ensayo de invernadero

Profundidades de siembra de hasta 10 cm resultaron apropiadas para la emergencia de la mayoría de las plántulas procedentes de primeras semillas de ambas subespecies de *A. sterilis*, como puede verse en el cuadro 5. Hubo alguna emergencia a partir de los 15 cm de profundidad, pero fue prácticamente nula la emergencia de plántulas procedentes de semillas enterradas a 20 ó 25 cm.

El conocimiento de las profundidades desde las que puede emerger una mala hierba es importante al evaluar la capacidad de ciertos herbicidas como método de control. Así, por ejemplo, se ha demostrado una correlación entre el efecto de dialatos y triatos como método de control de *A. fatua* y la profundidad de la que puede emerger (PARKER, 1963; HOLROYD, 1964). Aquellas semillas que sean capaces de germinar desde profundidades mayores escapan a la acción de los herbicidas y en su control habrá que plantearse cómo incorporar el herbicida más profundamente en el suelo, evitando su encarecimiento y posible pérdida de eficacia.

En su trabajo, HOLROYD (1964) encontró que la mayoría de las plantas de *A. fatua* crecían a partir de semillas enterradas hasta 8 cm de profundidad, aunque aproximadamente un 10 % del total de semillas emergidas lo hicieron desde una profundidad de 15 cm.

Recientemente, PETERS (1986) encontró que profundidades de entre 2 y 10 cm no ofrecían diferencias en cuanto al número de semillas emergidas de *A. fatua*, resultados que están muy de acuerdo con los obtenidos aquí para ambas subespecies de *A. sterilis*.

En general, el enterramiento de semillas por debajo de los 5 cm parece incrementar las dificultades de emergencia (SHARMAN y

VADEN BORN, 1987). Determinadas labores agrícolas propician que las semillas de avenas locas se entierren profundamente y esto afecta a su emergencia y, posiblemente, a su germinación siempre que la profundidad supere los 10 cm, como se deduce de la experiencia presentada.

Se considera que la profundidad en la que las semillas de *A. fatua* son capaces de sobrevivir es uno de sus mecanismos de supervivencia, ya que las plántulas pueden emerger desde mayores profundidades que la mayoría de los cereales. Esto es debido a que el primer internódulo o mesocotilo de *A. fatua* tiene mayor poder de extensión, así que puede empujar al ápice del tallo, y al tejido de hoja circundante, hacia arriba, desde la profundidad a la que se encuentre en el suelo, a través de una distancia considerable. Esta característica permite normalmente emerger a la primera hoja con la protección del coleoptilo. El coleoptilo, sin embargo, no puede alargarse indefinidamente y la semilla puede estar tan profunda que la primera hoja rompa a través del coleoptilo antes de que alcance la superficie del suelo (BUBAR y BANTING, 1983).

En trigo, cebada y centeno, el primer internódulo es muy corto y la base del coleoptilo permanece unida a la semilla. La protección a la hoja encerrada está más limitada por la posibilidad de alargamiento del coleoptilo (BUBAR y BANTING, 1983).

La capacidad de emergencia de *A. sterilis* que se pone de manifiesto en nuestro experimento es muy similar a la que en la bibliografía se cita para *A. fatua*, por lo que parece igualmente importante el papel de esta característica como mecanismo de supervivencia.

## Ensayo de campo

Determinados caracteres morfológicos de las semillas han sido relacionados con la profundidad de la dormición vivida por las mismas. En algunas especies la correlación entre color de semilla y dormición es muy clara. Así la especie *Halogeton glomeratus*

desarrolla semillas negras y marrones, en la proporción 1:3. Las negras germinan muy pronto, mientras que se piensa que las marrones permanecen durmientes durante varios años (BARTON, 1962).

Los caracteres morfológicos que se han intentado correlacionar con la dormición en el caso de la *A. fatua* han sido el color y la pilosidad. En este caso, la situación no es tan clara como en el ejemplo anterior. Las semillas de *A. fatua* han sido clasificadas, según el color presentado por sus lemas y paleas en cremas, pardas y grises y según la pilosidad de estas mismas envueltas en semillas de pilosidad abundante, pilosidad escasa o glabras (THURSTON, 1957).

En un principio se dio una gran importancia a estos caracteres morfológicos de las cascarillas y a su posible relación con diferentes estados de dormición, ya que se daba a éstas un papel protagonista en la regulación de la dormición, bien porque actuaban como una barrera para el paso del oxígeno (ATWOOD, 1914; JONHSON, 1935), bien porque llevaran sustancias inhibitorias (ELLIOT y LEOPOLD, 1949). Sin embargo, no se logró encontrar dicha correlación en trabajos planteados para ello (KOMMEDAHL, 1959), llegándose a la conclusión de que, si bien en un tiempo en que el color de las cascarillas había sido relacionado con la dormición, en ese momento parecía haberse demostrado que se presentaba un rango completo de dormición (semillas muy durmientes, poco durmientes, o no durmientes) dentro de cada tipo (PETERS, 1980). No obstante el propio PETERS (1982, 1986) ha reabierto el tema, intentando correlacionar diversos tipos de semillas de *A. fatua*, clasificados según el color y la pilosidad de las cascarillas, con su germinabilidad y su capacidad de emergencia.

La población estudiada de semillas de *A. sterilis* pudo ser clasificada según el color de las cascarillas en los tres tipos en que THURSTON (1957) ordenó a las semillas de *A. fatua*, semillas cremas, pardas y grises, la frecuencia relativa de cada tipo varió de año en año. En 1983 (primer año en estudio) la proporción de los tres tipos fue to-

talmente equilibrada, un tercio del total cada tipo. Pero este equilibrio no volvió a repetirse en ninguno de los tres años siguientes, en los que el tipo crema fue minoritario, presentándose como más abundante el tipo pardo en 1984 y 1986 y el tipo gris en 1985.

Respecto al carácter pilosidad de lema y palea la población en estudio resultó mucho más homogénea, pues en los cuatro años la mayoría de las semillas fueron del tipo de pilosidad abundante (86, 88, 99 y 97 % en 1983, 1984, 1985 y 1986 respectivamente), el resto de las semillas estudiadas, en los diferentes años, presentaban una pilosidad escasa, excepto un 3 % que en el año 1984 no presentaban pilosidad.

No se pretendía con este estudio especular sobre las causas de la presencia o ausencia de los distintos tipos de semillas y su variación u homogeneidad durante los años sucesivos, sino conocer la composición y la variabilidad de esta población respecto a caracteres morfológicos que han sido relacionados con la dormición. De esta población fueron cosechadas las semillas empleadas como material vegetal en los ensayos sobre germinación y dormición por lo que el conocimiento de la presencia en *A. sterilis* de los tipos de semillas reconocidos en *A. fatua* y de la participación de estos tipos en la población objeto de la posterior experimentación es interesante.

De todo lo anterior, conviene destacar que la población de *A. sterilis ludoviciana* en estudio está constituida por semillas de pilosidad abundante y puede clasificarse según el color de sus cascarillas en pardas, grises y cremas. La proporción de cada tipo es variable cuando se toman muestras en años sucesivos, posiblemente como respuesta a una diversidad genética y a variaciones ambientales. Por último, el tipo menos frecuente es el crema.

Las diferencias en los caracteres de producción de las semillas, que se presentan de año en año en las muestras recogidas de la población de Madrid, deben estar relacionadas con las características climáticas de los distintos años.

Durante la campaña 83-84, con precipitaciones muy regulares se desarrollaron plantas que produjeron semillas más grandes que las de la campaña anterior, durante la cual las lluvias fueron escasas, excepto en el mes de abril, período en el que se concentró casi toda la pluviosidad de la campaña 83-84 y que es anterior a la antesis de esta especie (Cuadros 1 y 2) en un clima moderadamente frío como el de Madrid. La caída de las temperaturas máximas en el mes de mayo de 1984, momento que coincide con la antesis y el comienzo de la formación del grano, parece haber influido negativamente en el desarrollo de las semillas, ya que aumentó el número de semillas abortadas y se presentaron panículas de una sola semilla, hecho que no se presentó en ninguna de las otras cosechas. Bien es verdad que algún dato no tenido en cuenta como una infección de hongos o plaga de insectos pudo afectar a las semillas desarrolladas durante este período, pero no se detectó presencia de hongos patógenos en muestras de semillas cosechadas en junio del 84 (datos no publicados) y pudimos comprobar posteriormente en el laboratorio que estas semillas presentaron una dormición más prolongada que las cosechadas los otros años, característica que también se relaciona con temperaturas bajas durante la maduración (PETERS, 1982).

Las semillas cosechadas en junio de 1985 fueron las que presentaron mayor peso de grano, menor número de semillas abortadas y mayor proporción de espiguillas compuestas por tres semillas bien desarrolladas. Durante la campaña 84-85, período de tiempo durante el que se desarrollaron las plantas que produjeron esas semillas, las temperaturas fueron muy regulares y subieron durante la primavera, período en el que se formaron y maduraron las semillas, suave y constantemente. Las lluvias presentaron una distribución equilibrada durante este último período tan importante para la correcta formación de las semillas.

Las plantas desarrolladas entre el otoño de 1985 y la primavera de 1986, vivieron durante un período de lluvias escasas y produjeron las semillas de menor peso (Cuadro 6); sin embargo, esta población produjo panículas regulares con semillas bien formadas y un porcentaje muy pequeño de semillas abortadas.

## CONCLUSIONES

El período de desarrollo fenológico comprendido entre la emergencia y el estado de 4½ hojas es muy plástico en la especie *Avena sterilis*, pudiéndose ajustar su duración en función de la fecha de emergencia, lo que supone una ventaja adaptativa para la planta.

La subespecie *sterilis* desarrolla mayor porte, número de semillas por espiguillas y semillas de más peso que la subespecie *ludoviciana*, en circunstancias ambientales más propicias para la segunda que para la primera.

Dentro de una población natural de *A. sterilis ludoviciana* estudiada, la proporción de los tres colores de lema que pueden presentarse, crema gris y pardo, no es un carácter fijo sino que varía de año en año. El carácter pilosidad es más constante, siendo la mayoría de las semillas de pilosidad abundante.

Los caracteres de producción de las semillas, número de semillas por panícula, peso de la semilla y porcentaje de semillas abortadas, están muy influidos por las condiciones ambientales bajo las que se desarrollan las plantas de las que proceden.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este artículo queremos agradecer la colaboración del Dr. Tello en la discusión de los resultados y la corrección final del mismo.

## ABSTRACT

DE LA CUADRA, C., y C. REY (1992): Características agronómicas de la especie *Avena sterilis* (L.) en relación con su papel de mala hierba. *Bol. San. Veg. Plagas*, **18** (4): 789-800.

Into a general work about the physiology of the seed dormancy of whinter wild oat, we studied some agronomic characteristics of this weed, because it is important to evaluate bothe the weed as the results of the posterior work on germination and dormition. In the present paper we present and we evaluate the datas obtained on fenology, dry weight, seedling emergence and some morphologic characteristics of the seeds. These datas were obtained from several populations of the two subspecies of the specie *Avena sterilis*, the subspecie *ludoviciana* and the subspecie *sterilis*, that come from different places of Spain.

**Key words:** *Avena sterilis*, weed, phenology, seedling emergence, dormancy.

## REFERENCIAS

- ATWOOD, W. H., 1914: A physiological study of germination of *Avena fatua*. *Bot. Gaz.* (Chicago), **57**: 386-414.
- BARTON, L. V., 1962: The germination of weed seeds. *Weeds*, **30**: 174-182.
- BUBAR, C. J.; BANTING, J. D., 1983: Growth habit and control of wild oats. Res. Branch. Contribution 1983 1-E, Direction Generale de la Recherche, Agriculture, Canada.
- ELLIOT, B. B.; LEOPOLD, A. C., 1949: An inhibitor of germination and amylase activity in oat seeds. *Physiol. Plant.*, **6**: 57-61.
- GÓMEZ, A.; IBAÑEZ, L., 1980: La avena loca en el cultivo cerealista. *Hojas divulgadoras* del Ministerio de Agricultura, **17-18**: 1-9.
- HOLROYD, J., 1964: The emergence and growth of *Avena fatua* from different depths in the soil. *Weed Res.*, **4**: 621-627.
- JOHNSON, L. P. V., 1935: General preliminary studies on the physiology of delayed germination in *Avena fatua*. *Can J. Res.*, **13**: 283-300.
- KOMMEDAHL, T.; DEVAY, J. E.; CHRISTENSEN, C. M., 1959: Factors affecting dormancy and seedling development in wild oats. *Weeds*, **6**: 12-18.
- MONTEGUT, J., 1979: Facteurs climatiques et developement des graminees envahissantes des cereales en France. Proc. EWRS Symp., 49-56.
- PARKER, N., 1963: Factors affecting the selectivity of 2,3-dichloroallyl di-isopropylthiol carbamate (dallate) against *Avena* spp. in wheat and barley. *Weed Res.*, **3**: 259-276.
- PETERS, N. C. B., 1978: Factors influencing the emergence and competition of *Avena fatua* L. with spring barley. Ph. D. Thesis Univ. of Reading.
- 1982: The dormancy of wild oat seeds (*Avena fatua* L.) from plants grown under various temperature and soil moisture conditions. *Weed Res.*, **22**: 205-212.
- 1986: Factors affecting seedling emergence of different strains of *Avena fatua* L. *Weed Res.*, **26**: 29-38.
- PETERS, N. C. B.; WILSON, B. J., 1980: Dormancy in wild-oat seed and its agricultural significance. *Weed Res.*, **21**: 52-58.
- ROLSTON, M. P., 1981: Wild Oats in New Zealand: a review. *N. Z. Journal of Exp. Agric.*, **9**: 115-121.
- SHARMA, M. P.; VADEN BORN, W. H., 1978: The biology of canadian weeds. 27: *Avena fatua* L. *Can. J. Plant. Sci.*, **58**: 141-157.
- THURSTON, J. M., 1957: Morphological and physiological variation in wild oats (*Avena fatua* L. and *Avena ludoviciana* Den.) and hybrids between wild and cultivated oatas. *J. Agric. Sci. Cam.*, **49**: 259-274.
- WILSON, B. J., 1980: Effect of time of seedling emergence on seed production and time to flowering of light weeds. *Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, **20**: 35-38.

(Aceptado para su publicación: 16 marzo 1992)