

Efecto de la quema de rastrojos sobre la dormición de *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana* (Dur) Nyman

C. DE LA CUADRA, R. MILLARES DE IMPERIAL, R. CALVO, I. WÁLTER y M. BIGERIEGO

La quema de rastrojos en los cultivos cerealistas de invierno es una práctica ampliamente extendida entre los agricultores de distintas zonas de España, lo que representa una pérdida de materia orgánica en los suelos y por tanto de su fertilidad potencial, provocando paralelamente una degradación de los mismos (WALTER *et al.*, 1994).

Para estudiar los efectos de esta práctica se inició en 1979 un ensayo de campo de larga duración en la finca La Canaleja de Alcalá de Henares (Madrid). En 1991 comenzó el estudio del efecto en las poblaciones de malas hierbas que acompañan al cultivo.

C. DE LA CUADRA. Centro de Recursos Fitogenéticos. CRF-INIA. Apto. 1045. 28800 Alcalá de Henares (Madrid).

R. MILLARES DE IMPERIAL, I. WALTER y M. BIGERIEGO. Area de Conservación del Medio Natural. CIT-INIA. Apto. 8111. 28080 Madrid.

R. CALVO. Servicio de Biometría. SGIT-INIA. Apto. 8111. 28080 Madrid.

Palabras clave: *Avena sterilis*, dormición, malas hierbas, quema de rastrojos, cereales.

INTRODUCCIÓN

La avena loca es una de las malas hierbas más peligrosas y difíciles de combatir en los cultivos cerealistas (Figs. 1 y 2). Su éxito se debe principalmente a la dormición de las semillas (ADKINS y SIMPSON, 1988). Esta dormición está influida tanto por caracteres genéticos como por efectos medioambientales sobre la planta madre (HSIAO, 1987).

Hay trabajos centrados en el estudio de la influencia del medio ambiente vivido por la planta madre sobre la dormición de las semillas hijas (PETERS, 1982). Pero no se ha estudiado el efecto del microclima vivido por las semillas en el suelo sobre la dormición de la siguiente generación de semillas.

Las diferencias que se presentan entre suelos en los que se practica la quema de

rastrojos y aquellos en los que el rastrojo se incorpora son fundamentalmente dos, la elevada temperatura de los primeros durante la quema y la diferencia en materia orgánica (WALTER *et al.*, 1994). El diferente contenido de materia orgánica hace principalmente que el suelo quemado retenga menos agua y esté menos aireado que aquel en el que se incorporó el rastrojo.

En este trabajo se presenta un primer estudio sobre el efecto, que estas diferencias en el suelo, tienen sobre la dormición de semillas procedentes de plantas que se desarrollaron en ellos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en seis parcelas de 1800 m² situadas juntas, en la finca



Fig. 1- Germinación de avena loca en parcelas con tratamientos de quema e incorporación de rastrojo.



Fig. 2- Germinación de avena loca en parcelas con tratamiento de incorporación del rastrojo.

experimental "La Canaleja", parcelas en las que se cultiva trigo de invierno (var. Anza).

Durante 12 años en tres parcelas se han quemado los rastrojos y en las otras tres no.

Material vegetal

En el mes de junio se recogieron por separado espiguillas de avena loca de cada conjunto de parcelas, quemadas y sin quemar. Estas se cogieron directamente de las plantas y solo aquellas totalmente maduras. La espiguilla de *Avena sterilis* puede presentar distinto número de semillas, según la subespecie de que se trate, presentando la subespecie *ludoviciana* dos o tres semillas. Como estas semillas se forman una detrás de otra se les denomina primera semilla, segunda semilla y tercera semilla (Fig. 3).

Este estudio se realizó en primeras y segundas semillas, desechándose las terceras semillas en aquellas espiguillas en que se habían formado.

En el laboratorio primera y segunda semillas fueron separadas y empaquetadas. Obteniendo así cuatro grupos de semillas:

1. primeras semillas procedentes de suelos quemados;
2. segundas semillas procedentes de suelos quemados;
3. primeras semillas procedentes de suelos con incorporación de rastrojos;
4. segundas semillas procedentes de suelos con incorporación de rastrojos.

La mayor parte de ellas fueron congeladas para preservar su dormición, pero 200 semillas de cada lote fueron situadas en cámara a 25° C en oscuridad y en seco, a fin de que tuviera lugar la posmaduración y las semillas durmientes fueran evolucionando a no durmientes (HSIAO, 1979).

Métodos

Los datos tomados en los ensayos fueron: porcentaje de germinación, viabilidad de las semillas y peso de las semillas.

Test de germinación: Cuatro repeticiones de 25 semillas, fueron incubadas en caja Petri de 9 cm de diámetro con el fondo tapizado con un papel de filtro. A cada caja Petri



Fig. 3- *Avena loca* ssp. *ludoviciana*.
Planta, espiguilla, primera y segunda semilla.

se le añadió 5 ml de agua por semana. Las cajas fueron colocadas en incubador a temperatura constante de 10° C y en oscuridad (DE LA CUADRA, 1990).

Test de viabilidad: La dormición de la semilla de *Avena sterilis ludoviciana* se elimina totalmente al cortar el endospermo por la mitad transversal e incubar el embrión y su medio endospermo acompañante (DE LA CUADRA, 1990). Por ello, este método fue adoptado para asegurar que las semillas que no germinaban eran durmientes y no inviables.

Peso de las semillas: Nueve grupos de 100 semillas descascarilladas de cada lote, fueron pesadas por separado obteniéndose posteriormente la media.

Tratamientos aplicados: 1. incubación de unidades reproductivas completas (cariópsides con lema y palea); 2. incubación de cariópsides; 3. incubación de cariópsides posmadurados a temperatura ambiente durante 6 meses; 4. incubación de unidades reproductivas completas en 50 mg l⁻¹ de GA₃ (Auxina A₃, Merck); 5. incubación de cariópsides en 50 mg l⁻¹ de GA₃, y 6. incubación de semillas desnudas y con heridas en el endospermo, como prueba de viabilidad.

Cuadro 1. Efecto de la quema en la dormición de *Avena sterilis ludoviciana*. Semillas vacías.

<i>Avena sterilis ludoviciana</i>			
Quema		Incorporación	
1. ^a semilla 8%	2. ^a semilla 20%	1. ^a semilla 13%	2. ^a semilla 31%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La espiguilla de *Avena sterilis ludoviciana* presenta con frecuencia dos unidades reproductivas llamadas primera y segunda semilla. No es infrecuente que una o ambas cariósides no lleguen a formarse y que se presenten solo las envueltas externas (lema y palea). Normalmente es la segunda semilla la que no se desarrolla, pero puede ocurrir que no se forme la primera y sí la segunda.

Los porcentajes de semillas no desarrolladas, reflejados en el Cuadro 1, si bien en general son algo elevadas si se compara con el obtenido en otras poblaciones de la misma subespecie (DE LA CUADRA y REY, 1992), reflejan claramente una fertilidad ligeramente menor de las espiguillas procedentes de plantas que crecieron en los suelos con incorporación de los rastrojos. Esto puede ser debido a que la quema eliminaría las semillas más débiles, por ejemplo con menos capacidad de enterramiento, semillas que puede preverse producirán plantas con una fertilidad menor. Este hecho traería con-

sigu una menor presencia de plantas de avena loca por m² en los suelos quemados, lo que está de acuerdo con los resultados de nuestro trabajo anterior (DE LA CUADRA *et al.*, 1992), pero también produce una selección de semillas con capacidad para formar plantas más fértiles. El peso ligeramente mayor de las semillas procedentes de suelos quemados (Cuadro 2) parece apoyar esta idea. No obstante, para evaluar esta fertilidad sería interesante completar esta observación con el recuento del número de espiguillas desarrolladas por planta.

La dormición o incapacidad para germinar bajo condiciones idóneas siendo la semilla viable (TAYLORSON, 1977) es una característica de muchas semillas de plantas espontáneas. Este estado posee un alto poder adaptativo, que permite a la especie disponer de un número elevado de estrategias reproductivas y tener un gran número de semillas viables formando parte del banco de semillas del suelo, banco que forma un reservorio importante a la hora de hacer frente a condiciones adversas (TILSNER y UPADHYAYA, 1985).

Cuadro 2. Efecto de la quema en la dormición de *Avena sterilis ludoviciana*. Peso en grs de 100 cariósides. Primera semilla=1s., segunda semilla=2s..

Quema		Incorporación	
1. ^a semilla x 2,95 ó 0,19	2. ^a semilla x 1,09 ó 0.01	1. ^a semilla x 2,65 ó 0.27	2. ^a semilla x 1,02 ó 0.01

Para conocer el grado de dormición de una población natural, es decir, una población heterogénea para ese carácter, es necesario evaluarla desde distintos puntos de vista y, así, poder definirla. Una vez definida la dormición de ambas poblaciones, la procedentes de suelos quemados (suelos Q) y la procedente de suelos con incorporación de los rastrojos (suelos I), podremos compararlas y deducir si las diferencias entre los suelos en que vivieron las semillas, emergieron las plántulas y se desarrollaron las raíces, tienen efecto sobre la dormición de la siguiente generación de semillas.

Los datos aportados en este trabajo nos definen el estado inicial, la influencia de la lema y la palea, la duración y a intensidad de la dormición de las semillas de las dos poblaciones de *Avena sterilis ludoviciana* en estudio, así como la viabilidad de las mismas.

Ensayo 1. Germinación inicial (Figs. 4 y 5, trat.1).

El porcentaje inicial de germinación corresponde en primeras semillas a poblaciones solo parcialmente durmientes, ya que tanto en las parcelas de quema como en las de incorporación hay porcentajes de germinación inicial relativamente altos. Puede observarse, sin embargo, que la población procedente de las parcelas quemadas tiene un porcentaje de germinación inferior (20%) que la población procedente de parcelas en las que los rastrojos fueron incorporados (35%).

En ambas poblaciones la segunda semilla presentó unos porcentajes de germinación mínimos (2% y 1%). Este hecho es normal en esta especie cuya segunda semilla vive una dormición mucho más profunda, como igualmente ocurre en su especie próxima *A. fatua* (NAYLOR y JANE, 1976; PETERS, 1986; DE LA CUADRA, 1990).

Ensayo 2. Influencia de las cascarillas (Figs. 4 y 5, trat. 2).

La extracción de las cascarillas alivió notablemente la dormición de las primeras semillas (59% y 84%) y ligeramente la de las segundas semillas (8% y 21%) y en ambos casos la población Q fue más resis-

tente al tratamiento que la de la población I.

Ensayo 3. Duración de la dormición (Germinación tras seis meses de posmaduración) (Figs. 4 y 5, trat.3).

La posmaduración es un período posterior a la dehiscencia durante el que la semilla vive transformaciones metabólicas que le llevan de semilla durmiente a semilla no durmiente. Según estudios realizados en nuestro laboratorio las "primeras semillas" durmientes de una población de *Avena sterilis* puede tardar hasta 15 meses en alcanzar el 90% de germinación, este período de tiempo se conoce como duración de la dormición.

Después de 6 meses de posmaduración (semillas almacenadas a temperatura ambiente, en oscuridad y alejadas de cualquier foco de humedad) (ADKINS *et al.*, 1986), el aumento de la germinación en semillas descascarilladas fue relativamente pequeño, lo que indica que las semillas durmientes poseían una dormición relativamente larga. Si bien el número de primeras semillas que perdieron su dormición fue mayor en la población Q que en la I, el porcentaje de germinación siguió siendo mayor en las poblaciones I. Este hecho se repite en segundas semillas cuya dormición disminuyó más en la I que en la Q.

Ensayo 4 y 5. Intensidad de la dormición (respuesta al GA₃) (Figs. 4 y 5, trats. 4 y 5).

La respuesta al GA₃ nos demuestra que las semillas de la población Q tienen una dormición mucho más intensa que las de la población I, tanto en primera como en segunda semillas, ya que se define la intensidad de la dormición en función de su sensibilidad mayor o menor al GA₃.

Ensayo 6. Viabilidad y heridas en el endospermo.(Figs. 4 y 5, trat.6).

Los datos obtenidos en este ensayo nos demostraron que el porcentaje de germinación de los embriones fue siempre muy elevado, es decir, las semillas empleadas en los ensayos eran viables. Ello nos asegura que cuando la germinación no se presentaba era debido a la dormición de las semillas.

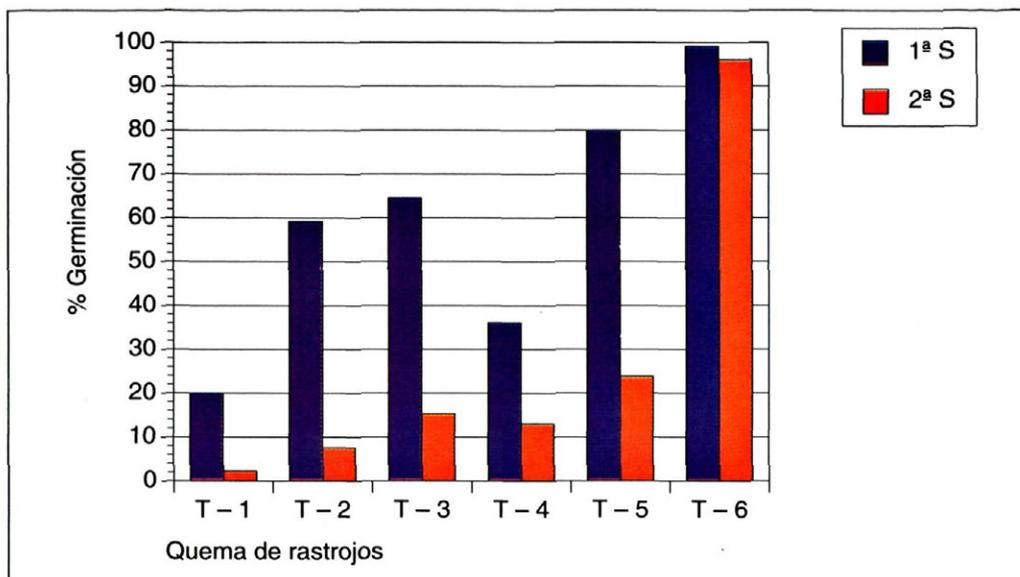


Fig. 4- Porcentajes de germinación de semillas de *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana* procedentes de parcelas quemadas: (T-1) germinación inicial de semillas con cascarillas, (T-2) germinación inicial de cariopsis, (T-3) germinación semillas posmaduras de 6 meses, (T-4) germinación semillas con cascarillas incubadas en 50 mg l⁻¹ de GA3, (T-5) germinación semillas desnudas incubadas en 50 mg l⁻¹ de GA3 y (T-6) germinación de cariopsis con endospermos cortados.

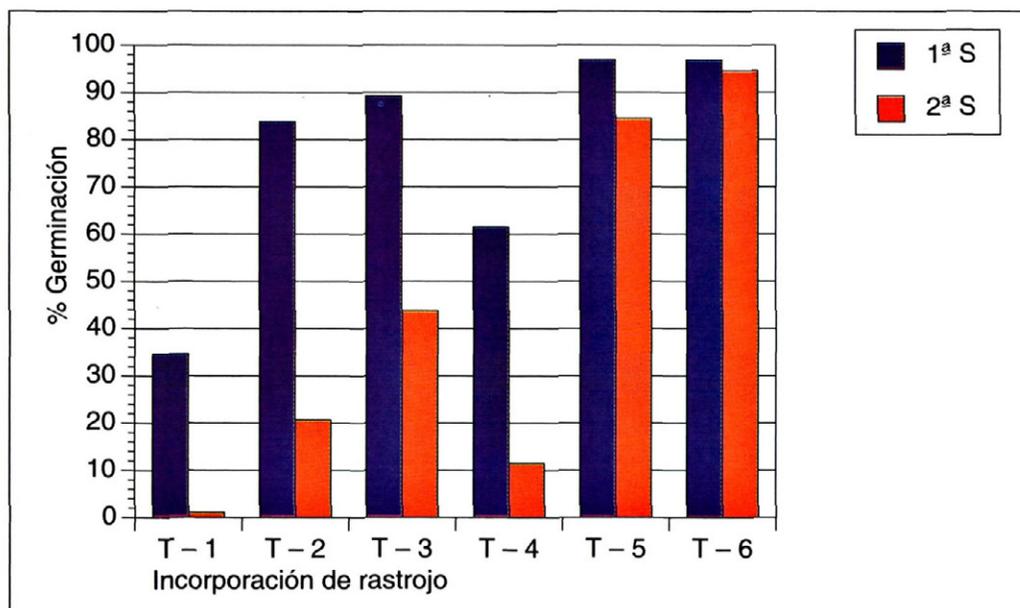


Fig. 5- Porcentajes de germinación de semillas de *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana* procedentes de parcelas con incorporación de rastrojos: (T-1) germinación inicial de semillas con cascarillas, (T-2) germinación inicial de cariopsis, (T-3) germinación semillas posmaduras de 6 meses, (T-4) germinación semillas con cascarillas incubadas en 50 mg l⁻¹ de GA3, (T-5) germinación semillas desnudas incubadas en 50 mg l⁻¹ de GA3 y (T-6) germinación de cariopsis con endospermos cortados.

La dormición de las semillas de la especie *A. fatua* viene genéticamente regulada (ADKINS *et al.*, 1986) pero está altamente influida por las condiciones ambientales (PETERS, 1986). Así, dentro de una misma población las sucesivas generaciones pueden variar en todos los caracteres antes estudiados dependiendo de las condiciones medioambientales que vivan las plantas madres. En principio podemos suponer que la especie *A. sterilis* responderá a un esquema funcional similar.

Dado que la única diferencia medio ambiental que puede detectarse entre las poblaciones de los suelos Q e I es el tratamiento del suelo en que se desarrollan, parece lógico pensar que esta diferencia es la causante de los distintos comportamientos de la dormición que se han detectado a lo largo de este trabajo.

Las altas temperaturas que se dan en los suelos durante la quema de los rastrojos

matarán indudablemente un elevado número de semillas y en nuestro trabajo anterior (DE LA CUADRA *et al.*, 1992), comprobamos que el número de plantas de avena loca desarrolladas en suelos quemados era claramente inferior que las crecidas en suelos con incorporación de los rastrojos. Sin embargo los datos mostrados en este trabajo, en los que se observa que las plantas crecidas en el primer tipo de suelos producen semillas mejor formadas, más durmientes y viables que las crecidas en los segundos, constituyen una llamada de atención sobre el aparente éxito de la quema sobre el desarrollo de las avenas locas que crecen junto al trigo. Si lo que se está consiguiendo es enriquecer el banco de semillas del suelo, se está propiciando una inversión de la situación, a medio o largo plazo, a favor de la mala hierba, ventaja que puede ser aprovechada por la planta para producir una infestación incontrolada y peligrosa.

ABSTRACT

DE LA CUADRA, C.; MILLARES DE IMPERIAL, R.; CALVO, R.; WALTER, I.; BIERIEGO, M., 1996. Effect of stubble burning on dormancy of *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana* (Dur) Nyman. *Bol. San. Veg. Plagas*, 22 (3): 613-620.

The stubble burning on winter cereal crops is a Spanish farmers normal practice. This practice represents an organic matter lost in soils, a decrease in their potential fertility and a soil degradation (WALTER *et al.*, 1994).

To study the effects of burning versus not burning stubble on winter wheat (*Triticum aestivum* L.), a long term experiment was started in 1979 in an experimental farm of INIA in Alcalá de Henares (Madrid). The study of the effect on weed population growing in a winter wheat crop was initiated in 1991.

Key words: *Avena sterilis*, dormancy, weed population, stubble burning, winter cereals.

REFERENCIAS

- ADKINS, S. W.; LOEWEN, M., y SYMONS, S. J., 1986. Variations within pure lines of wild oats (*Avena fatua* L.) in relation to degree of primary dormancy. *Weed Science*, 34: 859-864.
- ADKINS, S. W., y SIMPSON, G. M., 1988. The physiological basis of seed dormancy in *Avena fatua* L. Characterization of two dormancy states. *Physiol. Plant.* 73: 15-20.
- DE LA CUADRA, C., 1990. Fisiología de la dormición innata u orgánica en semillas de *Avena sterilis* (L) de España. Tesis doctoral Fac. Ciencias Biol. U. C. Madrid. 229 pp.
- DE LA CUADRA, C., y REY, C., 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.
- DE LA CUADRA, C.; MILLARES DE IMPERIAL, R.; WALTER, I., y BIERIEGO, M., 1992. Efecto de la quema o

- el incorporado de rastrojo en la evolución de malas hierbas en los cultivos cerealistas de invierno. *Proceeding del IV Simp. Nac. sobre nutrición mineral de las plantas.* Alicante. Vol (1) 73-79.
- HSIAO, A. I., 1979. The effect of sodium hypochlorite and gibberellic acid on seed dormancy and germination of wild oats (*Avena fatua*) *Can. J. Bot.* **57**: 1729-1734.
- HSIAO, A. I., 1987. Mechanisms of dormancy in wild oats (*Avena fatua*). *Fourth Int. Symp. on Pre-harvest sprouting in cereals.* (D.J. Mars ed.): 425-440.
- NAYLOR, J. M., y JANE, S., 1976. Genetic adaptation for seed dormancy in *Avena fatua*. *Can. J. of Bot.* **54**: 306-312.
- PETERS, N. C. B., 1980. Dormancy in wild oat seed and its agricultural significance. *Weed Res.* **21**: 52-58.
- PETERS, N. C. B., 1982. The dormancy of wild oats (*Avena fatua* L.) from plants grown under various temperature and soil moisture condition. *Weed Res.* **22**: 205-212.
- PETERS, N. C. B., 1986: Factors affecting seedlings emergence of different strains of *Avena fatua* L. *Weed Res.* **26**:29-38.
- TILSENER, H. R., y UPADHYAYA, M. K. 1985. Induction and release of secondary seed dormancy in genetically pure lines of *Avena fatua*. *Physiol. Plant.* **64**: 377-382.
- WALTER, I.; MIRA, R.; BIGERIEGO, M., 1994. Long term effects of wheat straw incorporation compared with burning on wheat yield and soil properties. *Proceeding VIII Intern. Symp. CIEC. Fertilizers and Environment.* Salamanca: p. 177.

(Aceptado para su publicación: 14 mayo 1996)