Biología de *Lolium rigidum Gaud.* Como planta infestante del cultivo de cebada. Aplicación al establecimiento de métodos de control.

Andreu Taberner Palou

I S B N: 84-89727-64-3
Depósito Legal: S. 54-98

Servei de Publicacions
Universitat de Lleida

TESITEX, S.L.
c/. Melchor Cano, 15
Télf. 923 - 25 51 15
Fax 923 - 25 87 03
37007 SALAMANCA

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN
- 1.1. ANTECEDENTES
  - 1.1.1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA DE Lolium rigidum Gaud. EN EL SISTEMA AGRÍCOLA DE CEREAL DE INVIERNO
  - 1.1.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE *Lolium rigidum* GAUD.
  - 1.1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA COMPETENCIA DE *Lolium rigidum* EN LOS CEREALES DE INVIERNO
  - 1.1.4. CONTROL DE *Lolium rigidum* Gaud. EN CEREALES DE INVIERNO
    - 1.1.4.1. Situación actual. Sistemas y métodos de control utilizados
    - 1.1.4.2. Curvas de eficacia. Uso de dosis reducidas de herbicida.
  - 1.1.5. BASES ECOLÓGICAS Y BIOLÓGICAS PARA EL CONTROL INTEGRADO. INTERÉS DE LOS ESTUDIOS DE DEMOGRAFÍA Y DINÁMICA DE POBLACIONES Y DE LA BIOLOGÍA DE LAS SEMILLAS DE *Lolium rigidum* Gaud.
- 1.2. OBJETIVOS

CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO DE LAS EXPERIENCIAS
- 2.1. PLANTEAMIENTO GENERAL DE LA EXPERIENCIAS
- 2.2. LOCALIZACIÓN
- 2.3. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA DE LA CIUDAD DE LLEIDA
  - 2.3.1. CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS
    - 2.3.1.1. Introducción
    - 2.3.1.2. Períodos frío y cálido
  - 2.3.2. CARACTERÍSTICAS PLUVIOMÉTRICAS Y DE HUMEDAD
  - 2.3.3. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO
  - 2.3.4. RELACIONES CLIMA – VEGETACIÓN
    - 2.3.4.1. Cualitativas. Vegetación cultivada. Clasificación de J. Papadakis
  - 2.3.5. ZONA AGROCLIMÁTICA
- 2.4. DATOS METEOROLÓGICOS REGISTRADOS EN EL OBSERVATORIO DE LLEIDA DURANTE LOS AÑOS DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS
  - 2.4.1. TEMPERATURA
    - 2.4.1.1. Temperatura media
    - 2.4.1.2. Temperatura máxima y mínimas
  - 2.4.2. PLUVIOMETRÍA
  - 2.4.3. TEMPERATURA DEL SUELO
  - 2.4.4. HORAS DE SOL
- 2.5. CARACTERIZACIÓN EDÁFICA DE LOS SUELOS
  - 2.5.1. DESCRIPCIÓN DEL SUELO UTILIZADO EN EL ENSAYO DE PERSISTENCIA DEL BANCO DE SEMILLAS
  - 2.5.2. CARACTERIZACIÓN EDÁFICA DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES DE LOS ENSAYOS DE DEMOGRAFÍA Y DE DINÁMICA DE POBLACIONES

CAPÍTULO 3. IMPORTANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE *Lolium rigidum* Gaud. EN LOS CEREALES DE INVIERNO DE CATALUÑA
- 3.1. INTRODUCCIÓN

3.1.1. ANTECEDENTES
3.1.2. OBJETIVOS
3.2. MATERIAL Y MÉTODOS
3.2.1. REALIZACIÓN DE LA PROSPECCIÓN
3.2.2. PARÁMETROS CALCULADOS
3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN
3.3.1. CAMPOS INFESTADOS A NIVEL GLOBAL DE CATALUÑA
3.3.2. NÚMERO DE CAMPOS CON DIFERENTES DENSIDADES DE *Lolium rigidum* Gaud
3.3.3. FRECUENCIA DE INFESTACIÓN POR COMARCAS
3.3.4. CONTRIBUCIÓN ESPECÍFICA A LA INFESTACIÓN TOTAL (% CEIT)
3.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES
CAPÍTULO 4. FENOLOGÍA, DEMOGRAFÍA Y DINÁMICA DE POBLACIONES
4.1. INTRODUCCIÓN
4.1.1. ANTECEDENTES
4.1.2. OBJETIVOS
4.2. MATERIAL Y MÉTODOS
4.2.1. METODOLOGÍA GENERAL
4.2.2. FENOLOGÍA: MATERIAL Y MÉTODOS
4.2.3. DEMOGRAFÍA Y DINÁMICA DE POBLACIONES: MATERIAL Y MÉTODOS
4.3. RESULTADOS
4.3.1. FENOLOGÍA: RESULTADOS
4.3.2. RESULTADOS DE LA DEMOGRAFÍA
4.3.2.1. Resultados generales de la demografía
4.3.2.2. Demografía campaña 1990_1991
4.3.3. RESULTADOS DE LA DINÁMICA DE POBLACIONES
4.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES
4.4.1. FENOLOGÍA: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES
4.4.2. DEMOGRAFÍA Y DINÁMICA DE POBLACIONES: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES
CAPÍTULO 5. GERMINACIÓN, DORMICIÓN Y PERSISTENCIA DE LAS CARIÓPSIDES DE *Lolium rigidum* Gaud
5.1. INTRODUCCIÓN
5.1.1. ANTECEDENTES
5.1.2. OBJETIVOS
5.2. CONDICIONES ÓPTIMAS DE GERMINACIÓN
5.2.1. INTRODUCCIÓN
5.2.2. MATERIAL Y MÉTODOS
5.2.2.1. Material vegetal
5.2.2.2. Condiciones de germinación
5.2.2.3. Descripción de las cámaras utilizadas
5.2.2.4. Prueba de comprobación de la viabilidad de las cariópsides
5.2.2.5. Diseño estadístico
5.2.3. RESULTADOS
5.2.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES
5.3. EVOLUCIÓN DE LA DORMICIÓN DE LAS CARIÓPSIDES EN EL

TIEMPO
5.3.1. INTRODUCCIÓN
5.3.2. MATERIAL Y MÉTODOS
5.3.2.1. Material vegetal
5.3.2.2. Condiciones de germinación
5.3.2.3. Diseño estadístico
5.3.3. RESULTADOS
5.3.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES
5.4. PERSISTENCIA DE LAS CARIÓPSIDES EN EL SUELO
5.4.1. INTRODUCCIÓN
5.4.2. MATERIAL Y MÉTODOS
5.4.2.1. Cariópsides utilizadas
5.4.2.2. Simulación de los regímenes pluviométricos
5.4.2.3. Situación de las cariópsides
5.4.2.4. Diseño experimental
5.4.2.5. Análisis de las cariópsides recuperadas
5.4.3. RESULTADOS
5.4.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES GENERALES
CAPÍTULO 7. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

AGRADECIMIENTOS

En la realización de esta Tesis Doctoral debo agradecer a un numeroso grupo de personas el que haya podido ser posible su consecución. Así, debo estar agradecido a todos con los que he tenido contacto a diario, especialmente por razones laborales, dado que su estímulo ha sido constante. Con esta breve nota deseo hacer patente este agradecimiento a todos ellos en general, y, de modo particular, por su singular relación con esta Tesis, a las siguientes personas:

Al Dr. Jordi Recasens Guinjuan, Director de esta Tesis, por su orientación, estímulo, amabilidad y dedicación, que me han resultado de una gran ayuda para su realización.

A los Sres. Joaquim Feixa, padre e hijo, agricultores propietarios de la finca donde se han desarrollado todas las experiencias de fenología y demografía, por darnos toda clase de facilidades y ayudas en dichos trabajos.

A mis compañeros del Servicio de Protección de los Vegetales de la Generalitat de Catalunya, a los que tanto debo profesionalmente. En especial a mi compañero de la Sección de Malherbología, Antonio Roque Ortega, que me ha ayudado en numerosos conteos y aplicaciones de herbicidas con total desinterés.

A Teresa Martín, Jordi Pañella, Olga Ric, Belén Ruiz y Ramón Tarragó, que han colaborado de forma muy importante en diversas partes de la Tesis.

Al Dr. Ferran Riba, a quien debo muchas enseñanzas sobre la realización de las experiencias de esta Tesis.

A los Dres. Cesar Fernández Quintanilla, Rafael de Prado y Carlos Zaragoza, que me han animado de forma especial a realizarla.

A todos ellos y a los que, por descuido involuntario, haya podido olvidar, reitero mi agradecimiento.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

A mi esposa, Mercè y a nuestros hijos Carles y Maria

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA DE *Lolium rigidum* Gaud. EN EL SISTEMA AGRÍCOLA DE CEREAL DE INVIERNO

La defensa de un cultivo contra plagas, enfermedades, malas hierbas o fisiopatías debe enmarcarse en el conjunto de todos los factores que inciden en el cultivo, de tal manera que ya no sólo la protección integrada es un concepto asumido en todos los programas de protección vegetal sino que ya se abre camino en la práctica agrícola el concepto de producción integrada (EL TITI, 1995), en que deben ser tenidos en cuenta no solamente todos los métodos posibles de control del agente causal de daños, sino también todos los aspectos que intervienen en la consecución del producto final.

Se define como sistema agrícola de cultivo al conjunto de clima, suelo, factores bióticos y tecnología aplicados a un cultivo (RAMOS y CEÑA, 1992), por lo que una misma especie vegetal está sometida a diferentes sistemas de cultivo según el clima en que se desarrolle, el tipo de suelo en que se cultive o la tecnología que se emplee; por este motivo en diferentes comarcas se pueden dar sistemas diferentes de conducción del cultivo, lo cual puede conducir a la adopción de distintos sistemas de control para resolver el problema de una misma plaga, enfermedad o mala hierba en un mismo cultivo.

Es desde este punto de vista globalizador que se elabora el presente estudio sobre una de las principales malas hierbas de los cereales de invierno, adoptando los criterios que se derivan de los anteriores conceptos.

Los principales factores que entran a formar parte de un sistema de cultivo, con sus componentes principales y las características que adquieren en nuestro caso particular de los cereales de invierno se resumen en la Tabla 1-1.

Factores	Componentes	Características
* Clima	* Temperatura	* Variable y extrema
	* Pluviometría	* Escasa e irregular
* Suelo	* Propiedades físicas	* Variables
	* Propiedades químicas	* Suelos pobres
* Factores Antrópicos	* Legislación	* Política agraria U.E. (PAC)
	* Aprovechamiento	* Cebada para pienso
	* Gestión	* Familiar
*Tecnología	* Labores	* Minimización de inputs
	* Fertilización	
	* Riego	* Secano
	* Defensa fitosanitaria	* Malas hierbas

Tabla 1-1. Componentes de los factores que entran a formar parte de un sistema de cultivo y características principales de los mismos en el sistema de producción de cereal de invierno en Cataluña.

El factor principal que domina en el sistema de producción es la pluviometría, determinante por su escasez (CANTERO, 1989) y por su irregular distribución, con un máximo en otoño y otro en primavera separados por prolongados períodos de sequía.

Por este motivo dedicamos un primer capitulo de este trabajo a presentar al sujeto principal de la misma, *Lolium rigidum* Gaud., en el contexto del sistema agrícola del cultivo sobre el que incide, los cereales de invierno en cultivo de secano.

Para nuestro interés particular, la situación de la problemática del *Lolium rigidum* Gaud. en el cereal de invierno en Cataluña se da preferentemente en cultivo de cebada de invierno, cuyas variedades más cultivadas son Germania, Dobla y Garbo en secano y además de éstas, Garbo y Barbarrosa en regadío (DARP, 1992). En menor medida se cultiva trigo, en sus variedades Anza, Recital, Cartaya y Betres entre otras. En menor superficie se cultiva Triticale.

El cultivo se realiza en su mayor parte en condiciones de secano, sobre suelos de baja fertilidad, que presentan una profundidad de cultivo aceptable en los hondos de los valles y sin embargo llegan a ser muy poco profundos, con 30 cms escasos de perfil, en los llanos y situaciones altas.

Dado que la rentabilidad económica es escasa debido a que los rendimientos obtenidos no son elevados y que los precios de mercado están estabilizados, se persigue una utilización mínima de inputs. Así, se consideran buenas las producciones que superan los 4.000 kg/ha de media en cebada y los 5.000 kg/ha en trigo, con unos precios de mercado en torno a las 22 - 25 Ptas/kg con tendencia a disminuir. Por este condicionante económico es un objetivo común de los agricultores disminuir en lo máximo posible el laboreo de la tierra, la aportación de fertilizantes, el coste en el uso de semillas certificadas, etc.

La utilización máxima de la poca agua disponible procedente de la escasa pluviometría, hace que el cultivo se centre en una determinada época de siembra, entre el 15 de octubre y el 5 de noviembre, al tiempo que las elevadas temperaturas estivales obligan también a una determinada fecha para efectuar la recolección, que oscila según comarcas entre la primera decena de junio y la primera de julio.

A este sistema agrícola claramente definido se adapta de forma perfecta la mala hierba objeto de este estudio, *Lolium rigidum* Gaud.

La importancia del estudio de los cereales de invierno queda justificada por su interés económico, por la gran extensión de cultivo que ocupan, porque son los cultivos que mejor se adaptan al medio y que en consecuencia crean una dependencia social importante y por su carácter estratégico dentro de la alimentación humana occidental.

El cereal de invierno ocupa en Cataluña una extensión superior a las 300.000 has (DARP 1992), según la distribución en superficie mostrada en la Tabla 1-2, en la que se puede ver la importancia relativa de los cereales de invierno respecto al total de los cereales

cultivados.

Cultivo	Superficie cultivada	% Superficie cultivada
Arroz	22523	2,22
Trigo	64009	6,31
Triticale	321	0,03
Cebada	251252	24,76
Maíz	26748	2,64
Sorgo	1804	0,18
Centeno	398	0,04
Avena	4915	0,48

Tabla 1-2. Superficie cultivada de cereales en Cataluña expresada en has (DARP 1992).

En la Tabla 1-3, se puede ver la importancia económica de los cereales de invierno en Cataluña, que con sus 1.241.137 Tm producidas con un valor de 28.611 MPta, representan un porcentaje del 18,8% de la Producción Final Agrícola y un 6,6% de la Producción Final Agraria.

Cultivo	Tm	MPta
Cebada	952.561	21.194,6
Trigo	288.576	7.416,4
Total	1.241.137	28.611,0
Producción Final Agrícola	-	149.678,4
Producción Final Agraria	-	426.245,5

Tabla 1-3. Importancia económica de los cereales de invierno en Cataluña, expresada en Tm y en millones de pesetas (MPta), en comparación con la Producción Final Agrícola y la Producción Final Agraria. (DARP 1992).

La distribución de la superficie de trigo y cebada en las comarcas catalanas (DARP 1992) se centra en las comarcas interiores de la Depresión Central Catalana, siendo Lleida la provincia que aporta más superficie cultivada de estos cereales de invierno, seguida de Barcelona.

1.1.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE *Lolium rigidum* GAUD.

Figura 1-1

Al género *Lolium* pertenecen 4 especies diferentes: *L. rigidum* Gaud, *L.multiflorum* Lam. *L. temulentum* L., *L. perenne* L. Las características morfológicas principales de las 4 especies se resumen en la Tabla 1-4. A nivel español la especie infestante de los cereales es, prácticamente de forma única *Lolium rigidum*, que es una gramínea anual, con polinización cruzada, diploide, y con elevada variabilidad genética (POWLES 1995), de tal manera que son posibles los híbridos incluso entre diferentes especies del género (CARO *et al*. 1978 en LANSAC *et al*. 1984), de tal manera que JAUZEIN (1995) propone que las tres principales especies del género (*L. multiflorum, L. rigidum y L. perenne*) se podrían considerar como subespecies y que el género *Lolium* en si podría considerarse como una especie del género *Festuca*. Estas consideraciones se recogen también en los trabajos realizados mediante isoenzimas por CHARMET y BALFOURIER (1994) así como los realizados por LOOS (1993 a y b) que llega a consideraciones similares después del estudio morfológico e isoenzimático de las tres especies consideradas.

	L. rigidum Gaud.	*L. multiflorum* Lam.	*L. temulentum* L.	*L. perenne* L.
Altura (cm)	20-60	50-100	50-100	20-50
Hojas	Brillantes por el envés. Plegadas de jóvenes	Brillante por el envés. Enrolladas cuando son jóvenes Vainas inferiores de color rojizo	De color verde azulado, enrolladas cuando son jóvenes	De color verde oscuro. Plegadas de jóvenes
Gluma	Un poco más corta que el conjunto de la espiguilla	Mucho más corta que el conjunto de la espiguilla	Igual o más larga que el conjunto de la espiguilla	Más corta que la espiguilla
Glumillas	Sin aristas	Normalmente aristada	Aristada	Sin aristas

Tabla 1-4. Características morfológicas de las especies del género *Lolium* . (De MARQUÉS *et al* . 1982).

En la Tabla 1-4 se recogen las características morfológicas de las cuatro especies, de acuerdo con MARQUÉS *et al*. (1982) y HUBARD (1968).

Según otros autores la clasificación botánica de este género es distinta, así en Flora Europea, (HUMPHRIES 1980), se distinguen dos subespecies: *Lolium rigidum* Gaudin subsp. *rigidum (L.strictum* C.Presl) y *Lolium rigidum* Gaudin subsp. *lepturoides* (Boiss). [Sennen & Mauricio Cat. Fl. Rif Or. 135 (1933) ((Bory & Chaub.) Hand.-Marz.)]. Cadevall (1936) distingue la subespecie *Lolium rigidum* subsp. *maritimum* G. & G. presente en campos del litoral de Cataluña.

L. rigidum se distingue fácilmente en plántula de las demás gramíneas arvenses, como: *Avena, Alopecurus, Bromus, Poa*, y de las gramíneas cultivadas, por los tonos rojizos de la base de su tallo, así como por el brillo y estrechez características de sus hojas en comparación con las de la cebada o trigo.

La gran frecuencia con que se encuentra este género en los campos cultivados viene demostrada por la gran cantidad de nombre vulgares con que es conocido: margall en catalán, ballico o vallico, cizaña, luello, etc. en castellano.

Lolium es una planta que tiene un importante aprovechamiento forrajero (CABALLERO, 1972), pues es de buena palatabilidad para el ganado y se adapta bien al pastoreo. Para esta finalidad la especie cultivada es *Lolium multiflorum* Lam.

Desde un punto de vista agronómico (SEGUÍ, 1983) se trata de un cultivo productivo capaz de producir elevados rendimientos de forraje por hectárea. Su cultivo es relativamente fácil dada su capacidad de rebrote y de resiembra, incluso en terrenos con cierto grado de salinidad, cualidad del suelo que es soportada relativamente bien por esta planta (DUDECK *et al*., 1986).

La principal dificultad que presenta su cultivo para forraje es la nacencia. Para conseguir una densidad de planta adecuada a partir de la siembra de sus cariópsides se requiere una importante y continuada aportación de riego, preferiblemente por aspersión, hasta conseguir la emergencia de las plántulas.

Cuando el aprovechamiento del cultivo es la consecución de sus cariópsides las principales dificultades encontradas son la cosecha y la conservación del producto obtenido. Se requiere adecuar muy bien el momento de efectuar la recolección a fin de que la planta esté lo suficientemente seca para que pueda ser recogida por la máquina cosechadora y al mismo tiempo no se haya iniciado la dehiscencia de las cariópsides. Por esta razón el producto recogido contiene un porcentaje importante de humedad, lo cual frecuentemente obliga a un desecado posterior del grano obtenido a fin de que éste se pueda conservar sin sufrir deterioros importantes que hagan disminuir su capacidad de germinación.

1.1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA COMPETENCIA DE *Lolium rigidum* EN LOS CEREALES DE INVIERNO

Los daños que produce *Lolium rigidum* Gaud. en los cultivos de trigo y cebada son importantes, (DAVIDSON 1984; FORCELLA 1984) principalmente desde el punto de vista directo de disminución de las producciones, dado que el posible daño indirecto de merma de la calidad del grano obtenido es fácilmente soslayable con la limpieza de la semilla mediante métodos mecánicos. Tampoco es una especie que oponga una especial dificultad a la labor de las máquinas en las labores de preparación del terreno, del mantenimiento del cultivo o en el momento de la cosecha.

Las pérdidas de rendimiento que producen sus infestaciones llegan a ser importantes, de tal manera que se han observado pérdidas hasta de un 40% de la cosecha, comparando parcelas tratadas, en las que no había infestación, con parcelas presentando infestaciones importantes con más de 700 plantas / m2.

No obstante, conviene también tener en cuenta la complejidad de los temas de competencia para su correcta evaluación. Así, el conocimiento de los períodos críticos de competencia es fundamental para la comprensión de los posibles daños sobre el cultivo, como también es importante la situación concreta en que se produce la infestación, tanto en la relación entre la densidad de mala hierba y de cultivo como del estado de fertilidad del suelo, cantidad de agua disponible en el suelo y de todos aquellos factores que contribuyen a la consecución de la producción final.

De hecho una evaluación de los daños realizada por LOCHON y JAUZEIN (1986) da los siguientes valores en función del momento de control del Lolium rigidum Gaud..

Si el tratamiento se realiza durante el ahijado, el porcentaje de pérdidas de rendimiento (PPR), en función de la densidad de Lolium rigidum Gaud. (DensB) expresado en plantas/m2, es:

$$PPR > 3{,}64\sqrt{DensB}\,.\ 9{,}33$$

Figura 1-2

En el caso de que el tratamiento se realice más tardíamente, en inicio del encañado del cereal, el mismo autor sugiere como pérdidas de rendimiento las proporcionadas por la siguiente ecuación:

$$PPR > 3{,}61\sqrt{DensB}\,.\ 14{,}67$$

Así dicho autor deduce que en las condiciones francesas del año 1986, para unos rendimientos de 7000 kg/ha de trigo y un coste del tratamiento equivalente al 4,2% de la cosecha, infestaciones tan bajas como 35 plantas / m2 justifican el tratamiento desde el punto de vista económico.

En España, se estima que las pérdidas de rendimiento producidas por el *Lolium rigidum* Gaud. superan los 10.000 millones de pesetas, de los que más de 6.000 se producen en cebada, cultivo que predomina por encima del trigo.

Respecto a este tipo de estimaciones hay que tener en cuenta que se hacen suponiendo que el cultivo se realiza siguiendo las buenas prácticas agrícolas (GARRIDO *et al*. 1995), ya que en caso contrario las pérdidas serían muy superiores.

A nivel español, GARCÍA-BAUDÍN (1992), estima de la siguiente manera las pérdidas de rendimiento calculadas de forma global:

	Producción MTm	% Superficie infestada	% reducción de cosecha	Precio Ptas/K	Pérdidas producidas MPta
Cebada	11.612	7,2	18	22	6.820
Trigo blando	5.000	4,8		22	2.574
Trigo duro	0,98			27	618
TOTAL					10.012

Tabla 1-5. Estimación de la pérdidas producidas por *Lolium rigidum* en los cereales de invierno españoles. (Adaptado de GARCÍA BAUDÍN, 1992).

Más recientemente, BELLOSTAS y AIBAR (1994) estiman que los daños producidos por infestaciones inferiores a 500 espigas/m2 en la condiciones agronómicas de Huesca se ajustan a la ecuación Y = X / [1 + (X/A)], con lo cual estiman que las pérdidas debidas a *Lolium* en Huesca suponen un 4% de la producción provincial.

1.1.4. CONTROL DE *Lolium rigidum* Gaud. EN CEREALES DE INVIERNO

1.1.4.1. Situación actual. Sistemas y métodos de control utilizados

Para controlar la infestación de una determinada mala hierba se pueden plantear cuatro estrategias de control (AULD et al. 1987): erradicación, contención, reducción y cuarentena.

Debido a la gran frecuencia con que se encuentra presente *Lolium rigidum* Gaud., la principal estrategia de control utilizada es la de reducción, con el objetivo de mantener las poblaciones *L. rigidum* por debajo de su nivel de infestación habitual.

Para conseguir los objetivos de la estrategia mencionada los métodos de control utilizados son fundamentalmente químicos, con el uso de herbicidas de síntesis. Actualmente el grado de utilización de los diferentes métodos los podemos resumir en la siguiente Tabla 1-

6. en los que de forma esquemática se cuantifica la importancia de cada uno de ellos teniendo en cuenta si se utilizan herbicidas (métodos químicos) o no (métodos no químicos) y la época en la que el agricultor actua, desde antes de sembrar el cereal (presiembra) hasta que éste ya está en pleno ahijado (postemergencia tardía). Por otra parte, se tiende a la combinación de los diferentes métodos (REGHER, 1993).

Método	Presiembra	Preemergencia	Postemergencia	
			Precoz	Tardía
Químicos	**	*	***	**
No químicos	***	+	+	+

Tabla 1-6. Métodos utilizados para el control de *Lolium rigidum* Gaud. en cebada y épocas de aplicación de los mismos, con indicación de su frecuencia de utilización:
*** muy frecuente, ** frecuente, * poco frecuente, + raro y en condiciones concretas (Elaboración propia)

Para la prevención de la aparición de resistencias de esta mala hierba a los herbicidas GODDARD *et al.* (1991), en trabajos realizados en el Oeste de Australia, preconizan la integración de diversos métodos de control para destruir las infestaciones de *Lolium rigidum* Gaud., de tal manera que se favorezca una reducción de la utilización de herbicidas.

Las primeras nacencias del año, producidas con las lluvias de final de verano o principios de otoño, son controladas mediante labores de cultivador o aplicación de herbicidas no selectivos. Es un control prácticamente obligado, que se realiza conjuntamente con las labores de preparación del lecho de siembra cuando se utiliza la técnica de cultivo tradicional o bien, en menor grado, mediante la aplicación de herbicidas si se emplea la técnica de laboreo de conservación, no cultivo o siembra directa.

Una vez sembrado el cereal, los tratamientos en preemergencia son poco frecuentes, tanto porque la precariedad del cultivo no incita a realizar inversiones sin comprobar previamente su necesidad como porque las eficacias de los herbicidas actualmente disponibles son superiores en tratamientos posteriores.

Lolium rigidum Gaud. se trata en su mayor parte en postemergencia (PEARCE y HOLMES, 1986), principalmente en el estado de tres hojas mediante el uso de derivados de la urea asociados con un producto contra dicotiledóneas, con lo cual se desea actuar en el momento en que el *Lolium rigidum* Gaud. se encuentra en su momento de máxima sensibilidad a los herbicidas, desde el estado de coleoptílo al estado de tres hojas. En menor medida se intenta controlar en pleno ahijado, con productos específicos contra gramineas selectivos de cereal y con la doble aptitud de control de avena loca.

Como dato orientativo de los herbicidas utilizados para el control de *Lolium*, así como de la importancia de esta mala hierba en los cereales españoles, se aporta una estimación de la cantidad de las diferentes materias activas utilizadas para su control, Tabla 1-7, procedente de diferentes consultas al sector y de JIMÉNEZ HIDALGO (sin fecha). En esta tabla se estiman las hectareas tratadas y las toneladas aplicadas de cada producto, a nivel global español por ser los datos de mercado disponibles.

Materia activa	Ha tratadas	Tm Aplicadas
Clortolurón + terbutrina	394.000	1.477,0
Clortolurón + terbutrina + triasulfurón	125.000	187,5
Clortolurón	100.000	275,0
Isoproturón	230.000	632,5
Clorsulfurón	180.000	3,6
Diclofop-metil	75.000	187,5
Otros (prosulfocarb, tralkoxidim, clodinafop, fenoxaprop ...)	30.000	
Total	1.134.000	

Tabla 1-7. Principales materias activas utilizadas para el control de *Lolium rigidum* Gaud. en post-siembra de cereales de invierno en España. Campaña 1992. (Elaboración propia).

Actualmente, se inicia, esporádicamente y en casos concretos de agricultura orgánica, en la que no se desea emplear productos herbicidas de síntesis, el uso de medios mecánicos, como son las gradas de púas, (KRESS, 1993; RASMUSSEN, 1993), fundamentalmente para el control de dicotiledoneas, empleándose en diversos momentos del cultivo a partir de la emergencia del mismo. Con éste método se trata de remover las plantas de las malas hierbas del suelo, arrancándolas y provocando su posterior desecación con lo que el cultivo queda indemne.

BIBLIOTECA VIRTUAL

El valor estimado de estos productos herbicidas a nivel español es de 3.969 MPtas.

1.1.4.2. Curvas de eficacia. Uso de dosis reducidas de herbicida.

Si bien el uso de herbicidas se ha impuesto en la agricultura moderna en el breve plazo de tiempo de los últimos 30 años, (TABERNER *et al*. 1992) esta aplicación masiva ha comportado problemas secundarios (CHENG 1990; THOMAS 1992), como es la presencia de herbicidas en las aguas de las zonas deltaicas europeas (READMAN et al. 1993), las inversiones de flora en los cultivos tratados con mayor intensidad, o la aparición de especies resistentes a los mismos (FROUD WILLIAMS, 1987 y 1995).

Figura 1-3

Los herbicidas que se emplean en el sector de los cereales no han sido una excepción (SINCLAIR *et al*. 1992), de modo que el uso de herbicidas implica un riesgo de producción de efectos secundarios no deseados. Esto se desea evitar con la adopción de otras técnicas de control (ZOSCHKE, 1994). También racionalizando al máximo el uso de herbicidas mediante la adopción de programas de control a largo plazo basados en umbrales económicos de tratamiento (FERNÁNDEZ QUINTANILLA y GONZÁLEZ ANDÚJAR, 1988), los cuales tienen en cuenta la competencia realizada por las diferentes especies de malas hierbas.

Junto a estas consideraciones propias del control de las malas hierbas aparece también la necesidad de disminuir los costes de producción, a fin de adecuar el cultivo a las directrices de la Política Agraria Comunitaria, siendo uno de estos costes el uso de los herbicidas. Con todas estas motivaciones como fondo, y dado que el uso de herbicidas continua siendo de interés por su eficacia, economía y facilidad de empleo, aparece en los últimos años un gran interés por la utilización de dosis reducidas de herbicida, con la necesidad de ajustar al máximo el momento de la aplicación, pues es sabido como la eficacia varia con el momento

de la aplicación, debiéndose tener en cuenta además la influencia que puedan tener factores ambientales como son normalmente en nuestras condiciones, la sequía o el frío.

Algunas curvas modelo de esta eficacia se han propuesto por diversos autores (FERNÁNDEZ QUINTANILLA, 1995; SEEFELD *et al.*, 1995). Siendo así que para el caso de *L. rigidum* Gaud. se obtienen valores como los mostrados en la Figura 1-3.

Estas consideraciones realizadas para el uso de los herbicidas son válidas también para la correcta aplicación de los métodos mecánicos de control, en el sentido de que la decisión del momento de la intervención es crucial (KRESS, 1993).

1.1.5. BASES ECOLÓGICAS Y BIOLÓGICAS PARA EL CONTROL INTEGRADO. INTERÉS DE LOS ESTUDIOS DE DEMOGRAFÍA Y DINÁMICA DE POBLACIONES Y DE LA BIOLOGÍA DE LAS SEMILLAS DE Lolium rigidum Gaud.

De todo lo comentado hasta aquí se deduce que el conocimiento de la biología y ecología de una especie de mala hierba es muy importante para razonar su control. (ALTIERI y LIEBMAN, 1987; FERNÁNDEZ QUINTANILLA, 1991). Así, BHOWMIK (1993) considera muy importante el conocimiento de la fenología, del potencial reproductivo y de la dinámica de poblaciones para establecer sistemas de control integrado de manejo de las malas hierbas.

Debe añadirse a ello la problemática del manejo de las poblaciones resistentes a herbicidas (GRESSEL y SEGEL 1982), en las que para conseguir un adecuado manejo de las mismas que conduzca a una disminución efectiva del número de individuos resistentes, cualquiera que sea el método de control utilizado, es necesario un conocimiento en profundidad de su comportamiento ecológico.

A título de ejemplo se pueden dar los resultado obtenidos con cinco poblaciones catalanas de *L. rigidum* Gaud. (PIÉ, 1994), que denominamos en función de su localidad de origen: Polígono, Calaf, Condals 3, Condals 5 y Cabó 1. Al analizar su comportamiento respecto a la velocidad de germinación han mostrado diferencias substanciales dignas de ser subrayadas en el número de dias necesario para alcanzar el 100% de germinación.

Así, en la Figura 1-4 podemos observar como el número de días necesario para conseguir el 100% de germinación es variable entre las diversas poblaciones. Destaca una población, que procedente de la localidad de Calaf, es resistente a clortoluron y diclofop (MEDINA *et al*. 1992), la cual consigue su total germinación con 12 dias de diferencia respecto a la poblacion testigo sensible, que denominamos Polígono, con la que es comparada.

Este aspecto de la germinación es uno de los que configuran la adaptabilidad (fitness) de la población al medio en que se desarrolla (RADOSEVICH y HOLT, 1982).

Se han observado también diferencias en el comportamiento de la germinación entre biotipos resistentes y sensibles de *Lolium rigidum* por GHERSA *et al* (1994). Estos

conocimientos, junto con los del conocimiento de su ciclo biológico y de las causas que lo producen, permiten deducir qué comportamiento tendrá la mala hierba en las diferentes condiciones de cultivo de que se trate, los factores que condicionan su desarrollo y el momento más apropiado para su eliminación, con el fin de conseguir un rendimiento óptimo del esfuerzo empleado y un mínimo impacto en el ambiente (LOTZ *et al* 1993).

1.2. OBJETIVOS

A fin de poder racionalizar el control de las poblaciones de *Lolium rigidum* Gaud. infestantes de campos de cereal de invierno y de manejarlas cuando sea necesario para otros intereses, como puede ser la gestión de la resistencia a herbicidas, se propone en este trabajo conseguir los siguientes objetivos, junto con una descripción de la importancia y distribución de *Lolium rigidum* Gaud. en Cataluña como complemento que ayude a comprender el gran interés que dicha mala hierba tiene para el conjunto de la agricultura catalana:

1. Describir los parámetros fenológicos y demográficos así como la dinámica de una población de *Lolium rigidum* Gaud. infestante de un campo de cebada. Para ello se realiza un seguimiento de su fenología, se determinan sus parámetros demográficos y se describe la dinámica de la población estudiada durante los tres años de duración de la experiencia

2. Determinar la biología de las semillas de *Lolium rigidum* Gaud. en lo referente a condiciones óptimas de germinación, evolución de la dormición de las semillas durante una campaña vegetativa y evaluación de la persistencia del banco de semillas del suelo

Por tanto, los dos objetivos principales, de conocer la demografía y dinámica de la población así como aspectos fundamentales de su biología, quedan desglosados en 6 objetivos derivados de los mismos que darán a conocer aspectos básicos del comportamiento de esta mala hierba en nuestras condiciones de cultivo y clima.

En el capítulo 1, se describe el planteamiento general de los trabajos realizados así como la localización física de los mismos. En el capítulo 2 se expone una descripción detallada del medio físico, suelo y clima de la zona. En el capítulo 3 se describe la importancia y distribución de *Lolium rigidum* Gaud. en los cereales de invierno de Cataluña. Los dos objetivos principales, detallados más arriba, conforman los capítulos 4 y 5 de la presente tesis, que constituyen el núcleo principal de la misma.

En el capítulo 6 se resumen las conclusiones generales de los resultados obtenidos a fin de poder diseñar las estrategias de control a utilizar para conseguir un control de *Lolium* con el mínimo impacto ambiental y esfuerzo económico posibles.

CAPÍTULO 2.

PLANTEAMIENTO DE LAS EXPERIENCIAS

2.1. PLANTEAMIENTO GENERAL DE LA EXPERIENCIAS

Con el fin de abordar los objetivos ya expuestos en el presente trabajo, se han combinado trabajos realizados en condiciones de campo y trabajos realizados en condiciones controladas y de laboratorio, efectuando así diferentes tipos de trabajos experimentales.

En concreto se ha efectuado en primer lugar una prospección recorriendo toda la superficie cerealista de Cataluña para determinar la importancia y distribución de esta mala hierba. En segundo lugar se ha realizado un seguimiento de la fenología, demografía y dinámica de una población de *Lolium rigidum* Gaud. en condiciones naturales de infestación de un campo de cebada cervecera Dobla. En tercer lugar se han realizado estudios sobre la biología de las cariópsides de *Lolium* que han abarcado los tres aspectos principales de la misma: establecimiento de las condiciones óptimas de germinación, estudio de su dormición y evaluación de su persistencia en el suelo.

Figura 2-1

La prospección que ha permitido conocer la distribución geográfica de *Lolium rigidum* Gaud. en Cataluña y evaluar su importancia en el conjunto de malas hierbas infestantes de los cereales de invierno se ha realizado, obviamente, en campo, con la visita de toda la zona productora de cereales distribuidos en toda la geografía catalana.

La fenología se ha seguido en campo sobre plantas marcadas al efecto, al igual que la descripción de los parámetros demográficos, que también se ha realizado mediante la obtención de datos procedentes de plantas desarrolladas al aire libre en las condiciones normales de cultivo. Del análisis de estos parámetros demográficos ha derivado el estudio de la dinámica de la población a lo largo de los tres años.

El seguimiento de la evolución de la dormición de las semillas a lo largo de un año y la determinación de las condiciones óptimas de germinación se han realizado en laboratorio y bajo condiciones estrictamente controladas.

La persistencia del banco de semillas en el suelo se ha evaluado bajo condiciones controladas durante 2 años, hasta la práctica extinción del mismo. Este ensayo se ha realizado de forma tal que ha sido posible simular en gran parte las condiciones de desarrollo de *Lolium rigidum* Gaud. al poder regular el aporte hídrico a las plantas y utilizar tierra de un suelo procedente de la zona de Cataluña con mayor infestación de *Lolium rigidum* exento de semillas de malas hierbas y sobre el que no se había aplicado ningún tratamiento herbicida.

La combinación de los tres ambientes de trabajo, tal como se ha resumido en el esquema de la Tabla 2-1., ha de permitir una mejor comprensión de los aspectos de la biología de *Lolium rigidum* Gaud. que se desean estudiar, pues, mientras que para el estudio de la demografía y dinámica de poblaciones es imprescindible que la planta se desarrolle en

las condiciones naturales de campo, cuando se trata de analizar aspectos detallados de su biología, como son la influencia de los distintos factores como luz, temperatura y humedad en la germinación, dormición y persistencia de las semillas, es imprescindible el aislamiento de los mismos a fin de que sus interrelaciones no oculten la verdadera influencia de cada uno de ellos.

Trabajos realizados	Localización	Año
Prospección	Cataluña	1989
Fenología, Demografía y Dinámica	Campo	1990 - 1992
Germinación de cariópsides	Laboratorio	1992
Dormición de cariópsides	Laboratorio	1991 - 1992
Persistencia de cariópsides en el suelo	Condiciones Controladas	1991

Tabla 2-1. Esquema del planteamiento general de la experiencia con indicación de los trabajos realizados, localización y período de realización de los mismos.

2.2. LOCALIZACIÓN

A excepción de la prospección, realizada en todo el ámbito territorial de Cataluña, todo el trabajo se ha desarrollado en Lleida capital; en los laboratorios de la Escola Tècnica Superior d´Enginyeria Agrària (ETSEA), del Servicio de Protección de los Vegetales (SPV) y en un campo comercial situado en las cercanías de la capital, a escasos kilómetros de dicho campus universitario.

	Latitud	Longitud	Altura m snm
Observatorio Meteorológico de Lleida y Campus S.P.V. - ETSEA	41º37'33"N	0º35'42''E	192,3
Campo de ensayo	41º37'10''N	0º39'16,5''E	158,1

Tabla 2-2. Localización geográfica de las experiencias, mediante la indicación de sus coordenadas geográficas y la altura sobre el nivel del mar en metros.

2.3. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA DE LA CIUDAD DE LLEIDA

Para una mejor comprensión del clima en el que se ha desarrollado el trabajo y que a su vez puede ser una referencia de las condicones ambientales que influyen sobre *Lolium rigidum* Gaud. como mala hierba de los cereales, se da un extracto de la caracterización agroclimática de Lleida (LEÓN 1989), en el que el período de estudio corresponde a los 41 años que transcurren desde 1939 a 1980.

Se toma como base el Observatorio de Lleida capital, dada la proximidad al mismo de todos los lugares en que se ha realizado el trabajo. Es un centro oficial perteneciente al Centre Meteorologic de Cataluña, organismo dependiente del Instituto Nacional de Meteorología, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

El clima de Lleida, se caracteriza por sus grandes variaciones entre estaciones e incluso entre años (ÁLVAREZ, inédito; POMAR y PORTA, 1983). Tiene una pluviometría escasa, repartida en dos grandes épocas de lluvias, primavera y otoño y un régimen termométrico con grandes diferencias entre un prolongado invierno (entre la primera y la última helada pueden transcurrir hasta 160 días) y un cálido verano. Debe hacerse una

mención aparte de las nieblas, característica típica de la zona y propias de los meses de noviembre, diciembre y enero en los que pueden darse hasta 55 días de ausencia de sol, lo que hace que de las 2700 horas de sol que se pueden contabilizar en un año, la mitad se den entre mayo y agosto.

Esta visión global del clima de Lleida, se evalúa en los siguientes apartados en los que se describen numéricamente las características climáticas que se han tenido en cuenta por su posible influencia sobre el desarrollo de las plantas, las cuales han sido la temperatura y la pluviometría así como la interrelación entre ambas mediante la clasificación climática de J.Papadakis y el índice de capacidad agrícola de Turc.

2.3.1. CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

2.3.1.1. Introducción

Para una descripción del régimen térmico se aportan la temperaturas medias así como los valores de las temperaturas extremas máximas y mínimas que permiten calcular la oscilación térmica, como diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y la temperatura media del mes más frío. Para las temperaturas extremas se aporta además el valor de la desviación típica.

	Media de máximas absolutas	Media de máximas mensuales	Media de medias	Media de mínimas mensuales	Media de mínimas absolutas
Enero	16,6 (2,0)	9,3 (1,8)	5,3	1,2 (1,9)	-5,0 (2,9)
Febrero	18,9 (2,0)	13,0 (2,0)	7,5	2,0 (2,0)	-3,7 (3,0)
Marzo	23,2 (2,3)	17,0 (1,6)	10,8	4,7 (1,4)	-0,8 (2,0)
Abril	26,5 (2,5)	20,3 (1,9)	13,8	7,4 (1,0)	2,4 (1,7)
Mayo	30,8 (2,5)	24,2 (2)	17,5	10,8 (2,1)	6,0 (1,5)
Junio	34,6 (2,0)	28,1 (1,5)	21,4	14,8 (1,0)	10,1 (1,4)
Julio	37,5 (1,5)	31,8 (1,4)	24,7	17,6 (1,0)	13,2 (1,5)
Agosto	36,6 (1,7)	31,1 (1,5)	24,3	17,5 (1,0)	13,3 (1,5)
Septiembre	33,0 (2,5)	27,5 (2,0)	21,3	15,0 (1,4)	9,3 (2,5)
Octubre	27,3 (1,8)	21,3 (1,8)	15,5	9,8 (1,4)	3,3 (2,4)
Noviembre	21,2 (2,3)	14,1 (1,7)	9,3	4,5 (1,4)	-2,0 (2,2)
Diciembre	16,6 (2,2)	9,3 (2,0)	5,5	1,8 (1,9)	-4,5 (3,1)
Anual	37,9 (1,4)	20,6 (7,8)	14,9	8,9 (5,9)	-6,7 (3,2)

Tabla 2-3. Descripción de la temperatura en el Observatorio de Lleida en cada uno de los 12 meses del año en el periodo 1939-1980. Con indicación (entre paréntesis) de la desviación típica, de las medias de máximas y mínimas mensuales y absolutas. Datos expresados en ºC.

2.3.1.2. Períodos frío y cálido

En base a las temperaturas anteriores y siguiendo el criterio de L. Emberger, se estiman los meses considerados como fríos, (Tabla 2-4), en los que la temperatura media de mínimas es inferior a 7ºC. Así mismo, se consideran como meses cálidos aquellos en los que la temperatura media de máximas es superior a 30ºC.

Mes	Meses fríos	Meses cálidos
Enero	10	
Febrero	10	
Marzo	10	
Abril	4	
Mayo		
Junio		1
Julio		9
Agosto		8
Septiembre		1
Octubre	1	
Noviembre	9	
Diciembre	10	

Tabla 2-4. Meses fríos, en los que la temperatura media de mínimas es <70ºC, y cálidos, en los que la temperatura media de máximas es >30ºC, que se dan a lo largo del año en Lleida, teniendo en cuenta un período de retorno de 10 años.

En ambos casos se indica también la variabilidad con que se presentan, considerando un período de retorno de 10 años, es decir, el número de años de cada 10 en que se dan las citadas circunstancias.

BIBLIOTECA VIRTUAL

2.3.2. CARACTERÍSTICAS PLUVIOMÉTRICAS Y DE HUMEDAD

Se aporta en la Tabla 2-5 la pluviometría media en milímetros observada durante el período de estudio, y la evapotranspiración potencial calculada según el método de Thornthwaite. Derivándose de estos datos la consideración de los meses que son secos, en los que la diferencia entre la evapotranspiración y la suma de las precipitaciones más la reserva de agua del suelo es superior a 50 mm. Se considera como reserva máxima de agua en el suelo el valor de 100 mm.

	Pluviometría mm	E.T.P.	Meses secos
Enero	24	9	
Febrero	17,8	15,8	
Marzo	28,2	34,8	
Abril	42,5	55,2	
Mayo	45,2	89,3	0,5
Junio	45,6	123,4	*
Julio	18	154,7	*
Agosto	29,8	140,3	*
Septiembre	35,4	99,6	*
Octubre	31,6	56,1	0,5
Noviembre	26	21,8	
Diciembre	25,2	9,4	
Año	369,3	809,4	

Tabla 2-5. Pluviometría y evapotranspiración potencial mensuales expresadas en mm que se dan en el observatorio de Lleida, con indicación (*) de los meses secos, en los que (ETP - (Precipitaciones + reserva de agua del suel)) > 50 mm.

De esta tabla puede deducirse que la ETP es 2,19 veces superior a la pluviometría. Debido a esto, en la época en que la ETP es máxima, el déficit de agua disponible para las plantas es muy elevado. Por otra parte debe considerarse que la cantidad de agua almacenable

por el suelo no es superior a 150 l/m2 en la mayor parte de nuestros suelos, lo cual hace que en los meses estivales no es posible el desarrollo de los cultivos de no disponer de un aporte extraordinario de agua mediante el riego.

2.3.3. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO

Como exponente gráfico del clima en Lleida, ofrecemos el diagrama ombrotérmico de Gaussen (PEGUY, 1970), con datos del período 1961-1990.

Figura 2-2

En cuanto a la pluviometría ésta presenta un período de sequía estival y dos máximos, uno en otoño y otro en primavera. Respecto a la temperatura se dan un máximo en verano y un mínimo en invierno.

Según este criterio se considera mes seco aquel en que el valor de la temperatura expresada en ºC supera en dos veces a la precipitación expresada en mm.

2.3.4. RELACIONES CLIMA-VEGETACIÓN

2.3.4.1. Cualitativas. Vegetación cultivada. Clasificación de J. Papadakis

Como relaciones climáticas cualitativas se aportan en la Tabla 2-6. las características de los regímenes térmicos y de humedad y los períodos frio, cálido y seco del Observatorio de Lleida.

RÉGIMEN TÉRMICO	
Temperatura media anual	12 a 15ºC
PERÍODO FRÍO	
Temperatura media del mes más frío	3 1 6 ºC
Temperatura media de mínimas del mes más frío	-3 a 2ºC
Duración	5 a 7 meses
Variabilidad en octubre	1/10 a 5/10
Variabilidad en noviembre	8/10 a 10/10
Variabilidad en abril	4/10 a 10/10
Variabilidad en mayo	0/10 a 4/10
PERÍODO CÁLIDO	
Temperatura media del mes más cálido	22 a 26ºC
Temperatura media de máximas del mes más cálido	29 a 34ºC
Duración variabilidad julio	6/10 a 10/10
Variabilidad de agosto	3/10 a 9/10
RÉGIMEN DE HUMEDAD	
Precipitación anual	350 a 750 mm
ETP anual	650 a 850 mm
PERÍODO SECO	
Duración	2 a 4 meses
Variabilidad junio	1/10 a 9/10
Variabilidad septiembre	2/10 a 8/10

Tabla 2-6. Regímenes térmico y de humedad y características de los diferentes períodos del clima de Lleida.

2.3.5. ZONA AGROCLIMÁTICA

Según los criterios de Papadakis, el clima de Lleida se clasifica como Mediterráneo Continental Templado, con un invierno tipo *Avena* y un verano tipo *Oryza*.

VEGETACIÓN CULTIVADA	
CLASIFICACIÓN J. PAPADAKIS	
Invierno	Avena
Verano	Oryza
Régimen térmico	Continental templado
Lluvia de lavado	43,5
Índice anual de humedad	0,40
Régimen de humedad	Mediterráneo semiárido a mediterráneo húmedo
Tipo climático: mediterráneo continental templado	
ÍNDICE DE TURC	
Secano	5 A 15
Regadío	35 A 45
Vegetación espontánea: durilignosa	

Tabla 2-7. Clasificación según Papadakis del tipo de vegetación cultivada, de vegetación espontánea y del clima de Lleida.

BIBLIOTECA VIRTUAL

De acuerdo con esta caracterización climática hasta aquí desarrollada, PUERTAS *et a* l. (1994), describen la zona como secano semiárido, que delimita con zonas descritas por el mismo autor como secano árido por el sur y secano húmedo por el norte.

2.4. DATOS METEOROLÓGICOS REGISTRADOS EN EL OBSERVATORIO DE LLEIDA DURANTE LOS AÑOS DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS

Se han considerado como componentes del clima con interés para el trabajo que nos ocupa los siguientes:

+ Temperatura del aire, en sus valores máximos, mínimos y medios.
+ Temperatura del suelo a 5 cm.
+ Horas de sol.
+ Pluviometría.

Para cada uno de ellos se han determinado los valores medios correspondientes al período 1939-1980, y respecto a ellos se han comparado los obtenidos en el período considerado, de octubre de 1990 a julio de 1993.

2.4.1. TEMPERATURA

2.4.1.1. Temperatura media

En la Figura 2-3 puede observarse la evolución de la temperatura a lo largo de los tres años de duración de la experiencia en comparación con los valores medios de los últimos treinta años.

Si se analizan los datos por estaciones, se puede observar que los tres otoños han presentado una temperatura sensiblemente igual a la media de la zona, con una ligera tendencia a presentar valores medios algo inferiores a los esperados.

Así, los inviernos han sido más fríos, fundamentalmente en Diciembre de 1990 y en Enero y Febrero de 1991 y Enero de 1992. Las primaveras han sido sensiblemente igual a la media, si bien Abril y Mayo de 1991 han presentado valores inferiores. El mes de Mayo de 1991 y, sobre todo, el verano de 1992 han sido más frescos de lo normal. En general, por tanto, la temperatura en que se han desarrollado los trabajos, realizados a pleno campo, sin apartarse de la normalidad esperada han presentado unos valores ligeramente inferiores a la media.

2.4.1.2. Temperatura máxima y mínimas

Las temperaturas máximas y mínimas han sido normales durante el desarrollo de los trabajos experimentales, con valores de un orden de magnitud similar a los aportados en la Tabla 2-2 para un período de 40 años. Los valores mínimos se han alcanzado en enero, en tanto que los máximos se han observado en julio. De forma gráfica se aportan estos datos en la Figura 2-4

2.4.2. PLUVIOMETRÍA

Haciendo un análisis similar al realizado para la temperatura, por estaciones, podemos observar desviaciones respecto a la media del período 1961-1990.

Estos tres años se han caracterizado por prolongados períodos de sequía, seguidos de importantes lluvias, que si bien hacían que la media de la pluviometría fuera normal, no lo era sin embargo su distribución, dado que se concentraba en dos épocas claramente diferenciadas, otoño y primavera.

Figura 2-5

El primer período de sequía, se dio en los meses de Diciembre de 1990, y en Enero y Febrero de 1991. Posteriormente, excepto Marzo del mismo año donde la precipitación fue muy superior a la media, se vuelven a dar valores claramente inferiores a la media desde Abril hasta Septiembre de 1991. En la campaña 1991-1992 las pluviometrías fueron superiores a la media esperada durante la sementera de 1991. Sin embargo tuvieron unos valores más bajos de los esperados en la primavera volviendo a superar a la media en Mayo y Junio.

De nuevo se repitió una situación similar en la campaña 1992-1993, con una pluviometría durante la sementera con valores por encima de los normales, un prolongado período de sequía en invierno e inicios de primavera y valores normales a finales de primavera y inicio de verano.

2.4.3. TEMPERATURA DEL SUELO

Dada la importancia de la oscilación térmica en los procesos de crecimiento de las plantas, como son la germinación de las semillas y la viabilidad de las plántulas, (BASKIN y BASKIN 1991) se aportan los datos de las temperaturas medias de máximas y mínimas que se han dado a nivel de suelo durante los tres años de realización de los trabajos.

Figura 2-6

Los datos aportados corresponden a la temperatura mínima diaria del aire a 15 cm por encima de la superficie del suelo y la temperatura del suelo a 5 cm por debajo de la superficie tomada a las 7 h, que es la considerada más similar a la temperatura a ras de suelo disponible en el Observatorio de Lleida.

Con estas dos temperaturas puede observarse el gradiente de temperaturas que tiene lugar a nivel del suelo y por tanto estimar la temperatura de que disponen las semillas en el momento de su germinación.

Estos valores son, aproximadamente de 5ºC positivos en diciembre de 1990 y 4ªC en noviembre de 1991 y de 1992, a finales de marzo principios de abril de nuevo se vuelven a encontrar valores de esta magnitud.

BIBLIOTECA VIRTUAL

2.4.4. HORAS DE SOL

Como ya se ha hecho mención cabe destacar de los valores obtenidos en el Observatorio de Lleida, la fuerte insolación en los meses estivales en contraposición con el bajo número de horas de sol diarias que se pueden observar en invierno.

Figura 2-7

Las nieblas invernales de Lleida son el principal componente climático que hace que los valores de insolación alcanzados en esta estación sean especialmente bajos.

Durante la realización del presente trabajo la insolación alcanzó valores normales en los períodos de primavera y verano, si bien con un número de horas más elevado de lo normal en junio y julio de 1991. Por otra parte, durante los inviernos de 1992 y de 1993 la insolación fue anormalmente baja, fundamentalmente en enero de 1991 y de 1992.

2.5. CARACTERIZACIÓN EDÁFICA DE LOS SUELOS

2.5.1. DESCRIPCIÓN DEL SUELO UTILIZADO EN EL ENSAYO DE PERSISTENCIA DEL BANCO DE SEMILLAS

En el ensayo para evaluar la persistencia del banco de semillas del suelo se rellenaron las macetas con tierra procedente del horizonte superficial de un suelo Xerothent tipic, de la localidad de Osso de Sió (Lleida), en una zona representativa de la problemática de *Lolium* en cereales de invierno, exento de semillas de malas hierbas según se pudo apreciar previamente a su recogida y sobre el que no se habían realizado tratamientos herbicidas.

Sus principales características se describen en la Tabla 2-8., principalmente en lo referente a sus propiedades físicas y químicas.

Características	Valores
pH (H20 1.2,5)	8,00
CE (1:5 dS a 25ºC)	0,29
Materia Orgánica %	1,49
Carbonato Cálcico eq. %	36,60
P Olsen (ppm)	21,00
K AcONH4 (ppm)	145,00
Granulomentría %	
Fracción 2,00 0,50 mm	2,77
Fracción 0,50 0,05 mm	32,24
Limo de 0,05 a 0,02 mm	42,31
Arcilla < 0,02 mm	20,72
Textura USDA	Franca
Humedad gravimétrica	
a - 33 KPa	20,22
a - 1500 KPa	7,56

Tabla 2-8. Características principales del suelo utilizado para el ensayo de persistencia del banco de semillas.

BIBLIOTECA VIRTUAL

La tierra recogida se secó al aire, se molturó, se tamizó para eliminar elementos gruesos y se colocó en el interior de los tiestos sin un especial apelmazamiento.

2.5.2. CARACTERIZACIÓN EDÁFICA DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES DE LOS ENSAYOS DE DEMOGRAFÍA Y DE DINÁMICA DE POBLACIONES

El suelo sobre el que se han realizado las experiencias de demografía y dinámica de poblaciones se clasifica de acuerdo con la Soil Science Society como un Xerofluvent tipic, limoso fino, mezclado (calcáreo), mésico. (DARP, inédito)

1. Características generales:

Coordenadas UTM de la calicata: Cuadricula CG, X = 305960, Y = 461060

Altitud: 158,1 m snm
Pedregosidad superficial: No es pedregoso
Material originario: Rocas detríticas terrígenas
Riego: Por inundación
Profundida capa freática: 120 cm
Drenaje: Bueno
Geomorfología: Superficie: Plana
Pendiente: Hacia el Oeste
Utilización del suelo: Agrícola (Cereales)

2. Descripción de los horizontes: En la Tabla 2-9 se da una descripción morfológica de los distintos horizontes que forman el suelo en estudio.

Horizonte genético	0-26 cm Apl	26-34 cm Ap2	34-90 cm Bw1	90-120 cm Bw2
Humedad	Húmedo	Seco	Seco	Ligeramente húmedo
Color (En húmedo)	7,5 YR 4/3	7,5 YR 5/6	7,5 YR 4/6	7,5 YR 4/3
Textura	Franca	Franco-arcillosa	Franca	Franco arenosa
Estrutura	Débil, Bloques subangulares, fina	Débil, bloques subangulares, media	Moderada, bloques subangulares media	Débil, bloques subangulares, media
Consistencia	Friable	Compacto	Compacto, friable	-
Materia orgánica	Poca	Poca	-	-
Actividad biológica fauna	Poca	No aparente	Galerias	No aparente
Raíces	Normales	-	-	-
Reacción HC1	Media	Media	Media	Media
Límite inferior	Abrupto por el laboreo	Abrupto por el efecto del laboreo	Gradual llano	-
Epipedión	Ochrico	-	-	-

Tabla 2-9. Descripción de los horizontes genéticos del suelo.

3. Características físico-químicas: Se describen en la tabla 2.10 las principales características en lo referente a condiciones fisíco-químicas del suelo y de fertilidad del mismo.

Horizonte genético	Ap1	Ap2	Bw1	Bw2
Profundidad	0-26	26-34	34-90	90-120
pH	8,14	8,33	8,37	8,54
CE 1:5 (dS/m a 25ºC)	0,23	0,21	0,25	0,21
Materia orgánica %	1,71	0,94	0,55	0,28
CO3Ca (%)	24,88	24,17	25,46	27,31
P (Olsen ppm)	11,18			
K (AcONH4 ppm)	131,08			
Agua disponible (mm)	9,71	11,89	11,75	

Tabla 2-10. Características físico-químicas del suelo.

Se trata por tanto de un suelo típico de la zona, profundo, situado en el fondo de una vaguada, sin problemas particulares de salinidad, pedregosidad u otros problemas debidos a un mal manejo del mismo.

Para nuestro interés particular sobre el desarrollo de una mala hierba destaca el hecho de ser un suelo con elevada capacidad de retención de agua en el conjunto de todo el perfil, así como la presencia de una suela de labor en el pedión superior que puede dificultar la extensión de las raíces.

CAPÍTULO 3.

IMPORTANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE *Lolium rigidum* Gaud. EN LOS CEREALES DE INVIERNO DE CATALUÑA

3.1. INTRODUCCIÓN

3.1.1. ANTECEDENTES

Lolium rigidum Gaud. es una especie considerada común en toda la parte meridional del continente europeo (GUILLERM y MAILLET, 1982; HAFLIGER y SCHOLZ, 1981). También es considerada planta común en la parte septentrional de África, así como una especie muy importante en el continente Australiano, (KLOOT 1983).

En Flora Europaea, (TUTIN *et al.*1980), se da como frecuente en colinas rocosas, suelos arenosos y zonas ruderales, dándola como presente en los siguientes países: Albania, Bulgaria, Córcega, Creta, Francia, Grecia, España, Italia, Yugoslavia, Portugal, Crimea, Cerdeña, Sicilia y Turquía.

JAUZEIN y MONTEGUT (1983) en su obra dedicada a las gramíneas perjudiciales en agricultura, describe a *Lolium rigidum* Gaud. como una planta anual de origen mediterráneo que se ha distribuido por las zonas templadas y cálidas del mundo entero.

COSTE (1901) la cita como presente en los campos cultivados del centro, oeste y sur de Francia, así como en Córcega, Sur de Europa, Asia Occidental y Norte de Africa.

Ciñéndonos a trabajos de carácter botánico centrados en Cataluña, CADEVALL (1936), la cita como presente en campos cultivados en las comarcas centrales.

En la flora más recientemente elaborada en Cataluña (BOLÒS *et al.* 1990), *Lolium rigidum* Gaud. es considerada como una planta común, presente en los cultivos y zonas ruderales.

En nuestro territorio es una especie frecuente en diversos cultivos, tanto de secano como de regadío: cereales de invierno, olivo, almendros y viña, por citar los que ocupan una mayor extensión. Sin embargo, no existen datos de prospecciones directas a nivel de campo que den resultados tanto de extensión como de grado de infestación a nivel de Cataluña de esta especie.

En el caso de *Lolium rigidum* Gaud. como infestante de cereales de invierno se ha evaluado su importancia por distintos autores. Así, GARCÍA BAUDIN (1982), GARCÍA BAUDÍN y PÉREZ MARSÁ (1982), en base a una encuesta realizada a nivel español cuantifica su importancia a nivel provincial. Por otra parte GARCÍA TORRES y FERNÁNDEZ QUINTANILLA (1991), aportan un mapa de distribución a nivel europeo.

Desde un punto de vista corológico, *Lolium rigidum* Gaud. es de distribución latemediterránea (BOLÒS *et al*. 1990), por lo que es posible encontrarla más allá de la unidad territorial mediterránea.

Recientemente, se ha realizado una prospección directamente en campo (BELLOSTAS y AIBAR, 1994) en la provincia de Huesca con el objetivo de evaluar la importancia de *Lolium rigidum* Gaud. en dicha provincia. Sólo en dicha provincia se estimó que la superficie infestada es de 165.000 Ha, sobre un total de 336.000 Ha, lo cual demuestra la importancia que adquiere esta mala hierba en los cereales de invierno.

Vista la carencia en trabajos de campo sobre la distribución de malas hierbas en los cereales de invierno en Cataluña, se realizó una prospección con el objetivo de determinar la flora arvense infestante de dichos cultivos y poder evaluar así la importancia de *Lolium rigidum* Gaud. como infestante de los cereales de invierno.

3.1.2. OBJETIVOS

El objetivo de este capítulo es estimar la superficie de cereal de invierno cultivado en Cataluña que está infestada de *Lolium rigidum* Gaud., cuantificar dicha infestación a nivel comarcal y para el conjunto del territorio y, finalmente, valorar la importancia de *Lolium rigidum* Gaud. en relación a otras gramíneas presentes en este cultivo, especialmente *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* (Durieu) Nyman *Avena fatua* L. y *Bromus diandrus* Roth..

3.2. MATERIAL Y MÉTODOS

3.2.1. REALIZACIÓN DE LA PROSPECCIÓN

Se prospectaron 527 campos durante los meses de junio y julio de 1989 repartidos por toda la superficie productora de cereal de invierno de Cataluña, a razón de una visita cada 625 has de cultivo (RIBA *et al*, 1990). Éste fue el momento más idóneo para evaluar con facilidad las infestaciones de gramíneas, fundamentalmente por ser el momento previo a la cosecha y por tanto cuando las infestaciones son más visibles.

En base a la superficie cultivada de cereal en cada municipio, con datos aportados por el DARP de la Generalitat de Cataluña, y con la ayuda de ortofotomapas a escala 1:100.000, se pudieron situar sobre un mapa topográfico de la zona a escala 1:50.000 los lugares aproximados a visitar, señalando como máximo 6 visitas por cuadrícula UTM de 5x5 km en el supuesto de que toda la cuadrícula estuviera cultivada de cereal de invierno.

Figura 3-1

Con este mapa en mano un equipo de 2 personas se desplazaron hasta el lugar indicado y en el punto marcado en el mapa escogían un campo a evaluar, situado a mano derecha del automóvil en el sentido de la marcha. Por tanto, de esta manera se llegaba al campo a prospectar aunque a simple vista desde el vehículo no fuera localizable en un primer momento y, además, evitando tener como criterio el recorrido de las carreteras principales o

el aspecto de los campos que en el momento de la elección se presentaban a la vista.

El campo evaluado tenía una superficie distinta cada vez y no se conocía el historial de tratamientos del mismo, presumiblemente la mayoría de ellos estaban tratados con herbicidas para el control de dicotiledóneas y es de suponer contra *Lolium* entre las gramíneas

Una vez situados en el campo, los evaluadores recorrían un transecto en zig-zag siguiendo la diagonal del mismo y tiraban al menos 4 veces un cuadrado de 0,1 m2 de superficie, anotando el número de panículas de gramíneas o de pies de dicotiledóneas que se encontraban en su interior. Se anotaban asimismo como presentes, las especies que por presentarse con niveles muy bajos de infestación no se localizaban en el interior del los cuadrados. Dado que la prospección se realizó con la ayuda de varios equipos evaluadores, con esta metodología se homogeneizaron los datos aportados, evitando los sesgos propios de los hábitos que se pudieran adquirir por parte de cada equipo.

3.2.2. PARÁMETROS CALCULADOS

Con la finalidad de cuantificar la infestación en cada una de las comarcas estudiadas se calcularon los parámetros descritos seguidamente, a partir de los campos observados (N) y del número de plantas de cada especie, expresados como individuos / m2 (SAAVEDRA, 1992)

FRECUENCIA ABSOLUTA: (FA). Número de campos en los que se ha observado una determinada especie i, calculándolos por diferencia entre los observados (N) y los que están exentos de la misma (a)

$$FA = N - a$$

FRECUENCIA RELATIVA: (FR). Relación entre el número de campos en los que se ha observado la especie y el total de campos visitados (N), expresándose en %.

$$FR = N - a / N * 100$$

DENSIDAD MEDIA DE LOS CAMPOS INFESTADOS (DMci). Número de individuos por unidad de superficie (Xei) contabilizados en los campos infestados (nei)

$$DMci = Xei / nei$$

Es diferente de la Densidad Media, en la que se calcula la media de individuos de una especie i observados en los N campos visitados

$$DM = Xei / N$$

CONTRIBUCIÓN ESPECIFICA A LA INFESTACIÓN TOTAL. (CEIT). Para una mejor comprensión de la aportación que una especie hace al global de la infestación se calcula la media ponderada de individuos de una determinada especie respecto al número total de individuos observados

$$CEIT = n_{ei} \bullet x_{ei} : \Sigma\, n_{ei} \bullet x_{ei}$$

en que n_{ei}= número de campos con la especie i

x_{ei}= número de individuos de la especie i/m2

3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3.1. CAMPOS INFESTADOS A NIVEL GLOBAL DE CATALUÑA

Un primer paso para evaluar la importancia de *L. rigidum* Gaud. es cuantificar la infestación teniendo en cuenta donde se produce y con que malas hierbas se produce, por lo que se han estudiado los campos prospectados atendiendo a si pertenecen a secano o a regadío y a si presentan infestación de *Lolium* o de otras malas hierbas. En el caso de que presentaran infestaciones de Lolium rigidum se cuantifica en qué cantidad lo hacen.

El número de los campos con infestación se resume en la Tabla 3-1.

	Total	Secano	Regadío
Total campos	526	462	64
Campos limpios	51 (9,7 %)	45 (9,7%)	6 (9,3 %)
Campos infestados en general	475 (90,3%)	417 (90,2%)	58 (90,7%)
Sólo con presencia	70 (13,3%)	61 (13,2%)	9 (14,0%)
Con al menos 1 especie	405 (77,0%)	356 (77,0%)	49 (76,5%)
Campos infestados de Lolium	288 (54,7%)	250 (54,1%)	38 (59,3%)
Infestados	232 (44,1%)	208 (45,1%)	24 (37,7%)
Sólo con presencia	56 (10,6%)	42 (9,1%)	14 (22,5%)

Tabla 3-1. Total de campos prospectados, con indicación de los situados en secano y en regadío, así como los que presentan *Lolium rigidum* Gaud. otras malas hierbas o que están limpios. (Valores relativos expresados en tanto por ciento).

A la vista de la Tabla 3-1. se destaca el hecho de la gran frecuencia con que se presentan las malas hierbas en estos cultivos, en los que tan sólo un 9,7% está exento de las mismas. Esta proporción es muy similar tanto en secano como en regadío. Un 13,3% presentan ligeras infestaciones, que desde un punto de vista económico no representan una gran dificultad para el cultivo.

Estos datos magnifican la importancia que adquieren las infestaciones de *Lolium*, que es la especie sin duda más frecuente en los cereales de invierno, puesto que si del total de campos prospectados se descontaran los campos limpios su frecuencia se vería notablemente aumentada

Constatada su presencia en los cultivos de cereal de invierno y pasando a estudiar su importancia a nivel de campo se puede observar en primer lugar, Tabla 3-1, que es una especie más frecuente en secano que en regadío, hecho que se puede explicar por la mayor superficie dedicada al cultivo de cereal en secano, de manera que se encuentran, de un total de 288 campos infestados de *Lolium*, 250 en secano.

Sin embargo el número relativo de campos afectados es sustancialmente igual en

secano que en regadío con cifras del 54,1% y del 59,3% respectivamente.

Vuelve a ser el cultivo de secano el más afectado si atendemos a la cantidad de infestación, así, en secano solo se observa un 9,1% de campos en que solo se detecta la presencia de esta mala hierba en tanto que esta cifra se eleva a un 22,5% cuando se considera el cultivo en regadío. Estas proporciones coinciden sustancialmente con las obtenidas por BELLOSTAS y AIBAR (1994)

3.3.2. NÚMERO DE CAMPOS CON DIFERENTES DENSIDADES DE *Lolium rigidum* Gaud

Vista la situación global de la infestación interesa analizar el grado en que ésta se produce, por lo que la estudiaremos atendiendo al número de individuos que se han encontrado por unidad de superficie.

La elección de los intervalos de la Tabla 3-2 se ha realizado teniendo en cuenta que se consiguiera el máximo de descripción de la situación analizada.

Individuos o espigas / m^2	Total	Secano	Regadío
0	236	204	32
0,1	58	45	13
0,2 A 5	27	25	2
5,1 A 15	51	47	4
15,1 A30	40	37	3
30,1 A 50	33	30	5
50,1 A 100	33	28	5
> 100	46	46	0
Total campos con *Lolium*	290	258	32
Total campos prospectados	526	462	64

Tabla 3-2. Número de campos con diferentes grados de infestación expresados en espigas / m2 en el total de la prospección y para todas las especies observadas tanto en secano como en regadío.

Si el análisis lo realizamos según el grado de infestación evaluado en espigas / m2, se observa como la distribución de infestaciones en secano es sensiblemente igual en cada uno de los 8 intervalos considerados, en tanto que en regadío las infestaciones están claramente desplazadas hacia el nivel más bajo de 0,1 individuos/m2, indicador de campos con sólo presencia de la mala hierba.

La infestación media observada es de 34,7 espigas / m2, correspondiendo al secano una infestación media de 36,1 espigas / m2 y al regadío 15,4 espigas / m2.

3.3.3. FRECUENCIA DE INFESTACIÓN POR COMARCAS

Estos resultados a nivel global se descomponen por comarcas atendiendo a si se tratan de comarcas de secano o de regadío. En cada caso se tiene en cuenta además el número de campos que se prospectaron, la frecuencia absoluta y relativa y la densidad media de infestación.

Figura 3-2

Con la información citada anteriormente, realizamos las Tablas 3-3 y 3-4 en las que las comarcas han sido ordenadas por valores decrecientes de su frecuencia relativa, es decir, el porcentaje de campos que aparecen infestados de *L. rigidum* Gaud. sobre el total de campos visitados en la comarca.

Comarca	Total campos	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Densidad media
Terra Alta	2	2	100	2,55
La Selva	6	5	83,33	66,38
Urgell	42	35	83,33	50,94
Alt Camp	5	4	80	28,52
Les Garrigues	6	5	80	67,34
El Segrià	20	14	70	51,56
El Pla de l'Estany	6	4	66,66	69,9
La Noguera	68	43	63,2	71,33
La Segarra	67	41	61,2	43,3
Anoia	40	24	60	69,95
El Gironès	10	6	60	6,87
Berguedà	9	5	55,5	12,48
Baix Empordà	15	8	53,33	101,38
Conca de Barberà	27	13	48,1	19,71
Pallars Jussà	12	5	46,66	8,58
Alt Empordà	15	7	46,6	57,8
Bages	35	16	45,7	36,47
Solsonès	19	7	36,8	32,51
Alt Urgell	3	1	33,33	0,1
Alt Penedès	6	2	33,33	65,8
Osona	24	7	29,1	84,01
Garrotxa	4	1	25	120
Vallès Occidental	6	1	16,66	7,1
Cerdanya	3	0	0	0

Tabla 3-3. Densidad media de infestación de *Lolium rigidum* Gaud. en cereales de invierno en comarcas de secano, con indicación del número total de campos visitados, frecuencias absolutas (número de campos) y relativas (en porcentaje) de infestación y densidad media de infestación (en espigas/ M^2).

Comarca	Total campos	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa %	Densidad media
Noguera	11	8	72,72	16,44
Segrià	25	15	60,00	36,69
Garrigues	4	2	50,00	42,05
Urgell	8	3	37,50	26,13
Pla d'Urgell	11	3	27,30	17,70

Tabla 3-4. Densidad media de infestación de Lolium rigidum Gaud. por comarcas de regadío, con indicación del número total de campos visitados, frecuencias absolutas y relativas de infestación (en %) y densidad media de infestación (en espigas m^2).

En la Tabla 3-3 pueden observarse las diferentes comarcas de secano en que se presentan infestaciones de *L. rigidum* Gaud.. En dicha tabla, las comarcas con mayor extensión cultivada de cereal de invierno son las que tienen un mayor número de visitas y son las que en líneas generales presentan unos valores superiores de densidades medias de infestación.

En la Tabla 3-4 se puede observar como las zonas de regadío en que aparece *L. rigidum* Gaud., corresponden a la parte regada de las comarcas de secano con mayor incidencia de esta mala hierba. En estas zonas el número de visitas es más bajo, debido a que por la alternativa de cultivos que se practica en las mismas la extensión dedicada a los cereales de invierno es inferior. Las frecuencias relativas son importantes en todas ellas, si bien con densidades medias con valores inferiores a los de las comarcas de secano.

Una vez vista de forma global como se presenta la infestación de *L. rigidum* Gaud., analizamos a nivel de campo en que cantidad se presenta la infestación de dicha planta. Para ello, en las Tablas 3-5 y 3-6, según se trate de campos de secano o de campos de regadío, se analiza, respecto al número total de campos visitados en una comarca, el número de campos que están limpios y el número de campos que presentan distintos grados de infestación, siguiendo la misma escala empleada anteriormente a nivel global de Cataluña.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

Comarca	Total Campos	Campos limpios	Número de campos con infestación (espigas/m2)					
			0,1	0,2-5	6-15	16-30	31-50	51-100	>100
Alt Empordà	15	8	0	0	0	2	3	0	2
Alt Penedès	6	4	0	0	1	0	0	0	1
Alt Urgell	3	2	1	0	0	0	0	0	0
Alt Camp	5	1	0	0	0	3	0	1	0
Anoia	40	16	3	1	6	5	1	2	6
Bagès	35	19	5	1	1	1	1	6	1
Baix Empordà	15	7	1	1	0	0	1	2	3
Bergedà	9	4	2	0	0	3	0	0	0
Cerdanya	4	4	0	0	0	0	0	0	0
Conca de Barberà	27	14	7	0	1	0	4	1	0
Les Garrigues	6	1	0	0	2	0	2	0	1
Garrotxa	4	3	0	0	0	0	0	0	1
Gironès	9	3	4	0	1	0	1	0	0
La Selva	6	1	1	1	0	0	0	2	1
Noguera	68	25	2	7	10	8	4	3	9
Osona	24	17	0	1	3	1	1	0	1
Pallars Jussà	12	7	3	0	1	0	1	0	0
Plà de l'Estany	6	2	1	0	1	0	1	0	1
Plà d'Urgell	11	4	1	0	0	5	0	1	0
Segarra	67	23	1	5	8	9	6	3	12
El Segrià	20	6	2	2	1	2	2	1	4
Solsonès	19	12	2	0	2	0	0	3	0
Tarragonès	2	2	0	0	0	0	0	0	0
Terra alta	2	0	1	1	0	0	0	0	0
Urgell	42	4	7	3	7	6	3	3	9
Vallès Occidental	6	5	0	1	0	0	0	0	0
Vallès Oriental	7	2	2	0	0	1	0	2	0

Tabla 3-5. Número de campos de secano infestados de *Lolium rigidum* Gaud. con indicación de la infestación en espigas / m2 en diferentes comarcas afectadas.

Comarca	Total Campos	Campos limpios	Campos con infestación (espigas/m2) 0,1	0,2-5	6-15	16-30	31-50	51-100	>100
Alt Empordà	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Alt Urgell	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Baix Empordà	2	2	0	0	0	0	0	0	0
Garrigues	4	2	0	0	1	0	0	1	0
Noguera	11	3	3	1	2	0	1	1	0
Pallars Jussà	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Plà D'urgell	11	7	1	1	0	0	1	0	0
Segrià	25	10	7	0	1	2	3	2	0
Urgell	8	5	1	0	0	1	0	1	0

Tabla 3-6. Número de campos de regadío infestados de *Lolium rigidum* Gaud. con indicación de la infestación en espigas/m2 en las diferentes comarcas afectadas.

En los campos de secano se observa cómo las infestaciones adquieren cualquiera de los valores propuestos de infestación, siendo frecuente alcanzar valores de infestación importantes, con más de 200 espigas/m2. Ello indica que además de ser una mala hierba frecuente en los campos de secano, se presenta en gran abundancia.

No sucede lo mismo, sin embargo, en los campos de regadío. Así, en la tabla 3.6. puede observarse que además de presentarse una mayor proporción de campos con infestaciones bajas, no hay ningún campo con infestaciones superiores a 100 espigas/m2. *L. rigidum* Gaud. en regadío es menos frecuente y menos abundante que en secano.

Debe distinguirse, además, la infestación debida a *Lolium multiflorum* en 2 comarcas (Tabla 3-7) si bien es muy poco frecuente y con bajos niveles de infestación. Estos hechos junto con las comarcas en que se ha localizado, hacen pensar que en realidad se trata de restos de un cultivo anterior de ray-grass dedicado a forraje para la ganadería.

Comarca	Total campos	Campos limpios	Campos con infestación (individuos/m2) 0,1	0,2-5	6-15	16-30	31-50	51-100	>100
Plà d'Urgell							1		
Segrià			1			1			

Tabla 3-7. Número de campos de infestados de *Lolium multiflorum* con indicación de la infestación en espigas/m2 y de las diferentes comarcas afectadas.

3.3.4. CONTRIBUCIÓN ESPECÍFICA A LA INFESTACIÓN TOTAL (% CEIT)

El análisis de las infestaciones utilizando el número de campos afectados en una zona puede conducir a una visión errónea de la situación, ya que en realidad se analizan los datos obtenidos directamente de la prospección sin tener en cuenta las demás malas hierbas. Por ello, se considera que la Contribución Específica a la Infestación Total (% CEIT) al valorar la importancia relativa de *L. rigidum* Gaud. respecto al resto de malas hierbas presentes en el campo prospectado da una mejor visión de la importancia de la mala hierba estudiada. Mediante la consideración de la CEIT, por tanto, se puede deducir la importancia absoluta

que tiene dicha especie en el conjunto de la flora infestante de una comarca determinada.

En la Tabla 3-8 las comarcas de secano que presentan una CEIT más elevada son Segrià, Noguera, Anoia, Garrigues y Urgell, en las que que *L. rigidum* contribuye con más de un 70% a la infestación total. Destaca también que prácticamente en el resto de las comarcas la CEIT de *Lolium rigidum* Gaud. es también muy elevada, superando ampliamente en todas ellas el 10%. Tan solo en 4 comarcas de montaña y claramente dedicadas a la ganadería la importancia de *L. rigidum* desciende de forma clara.

Comarca	%CEIT *Lolium rigidum*
Segrià	92,81
La Noguera	81,91
La Segarra	80,07
Anoia	77,52
Les Garrigues	74,20
Urgell	71,78
Plà Estany	65,58
La Selva	64,86
Baix Empordà	63,44
Alt Penedès	61,96
El Solsonès	57,86
Alt Camp	52,55
Bages	51,10
Alt Empordà	48,60
Conca Barberà	46,54
Osona	44,06
Berguedà	35,88
Garrotxa	18.32
El Gironès	17,55
Terra Alta	13,20
Pallars Jussà	6,60
Vallès Occidental	3,10
Alt Urgell	0,60
Cerdanya	0,00

Tabla 3-8
Contribución específica de *Lolium rigidum Gaud.* a la infestación total por comarcas en secano.

En el caso de comarcas de regadío (Tabla 3-9) la situación se repite, dado que se presentan valores elevados de la CEIT en la mayoría de comarcas, siendo nula tan sólo en aquellas comarcas más septentrionales con clara dedicación a la ganadería.

Comarca	% CEIT
Garrigues	69,96
Noguera	69,25
Urgell	65,82
Segrià	35,57
Plà d'Urgell	17,60
Pallars Jussà	0
Alt Urgell	0
Alt Empordà	0
Baix Empordà	0

Tabla 3-9. Contribución específica de *Lolium rigidum* Gaud. a la infestación total por comarcas en regadío.

3.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La gran frecuencia y abundancia de *Lolium rigidum* Gaud. que se da en los cereales de invierno de Cataluña coincide con la observada por BELLOSTAS y AIBAR (1994) en Huesca, donde esta mala hierba afecta al 49,9 % de la superficie agrícola dedicada a estos cultivos.

A continuación se comentan diversas consideraciones relativas a la prospección que deben ser tenidas en cuenta al analizar los resultados obtenidos a fin de lograr una mejor comprensión de los mismos.

Así, debe tenerse en cuenta que la prospección se realizó al final del cultivo, después de los tratamientos herbicidas realizados para su control, por lo que considerando controles del 90% que son fácilmente obtenidos por el agricultor con el uso de herbicidas, las infestaciones observadas deben ser multiplicadas por 10; lo que supone infestaciones iniciales realmente importante en algunos casos, que pueden suponer más de 1000 individuos por m2.

Al prospectar, la unidad es el campo, por lo que no es tenida en cuenta la superficie afectada en valor absoluto, este efecto estimamos que queda compensado por el hecho de realizar la prospección totalmente al azar, principalmente en aquellas comarcas, en las que por la gran extensión de superficie agrícola dedicada a los cereales de invierno, el número de muestras es elevado.

El contexto agrícola de la comarca también es importante, pues aquellas en que la agricultura o el cultivo en concreto de los cereales de invierno sean más marginales, la presión de tratamientos herbicidas puede ser inferior y la infestación es sobrevalorada en comparación con otras comarcas más estandarizadas desde el punto de vista de las prácticas agrícolas.

De ser posible, debería ser tenida en cuenta también la capacidad competidora de la especie estudiada cuando se quiere comparar con las restantes, así un individuo de *Lolium rigidum* Gaud. tiene diferente efecto sobre el cultivo que un individuo de *Papaver* o de *Convolvulus*.

Con todo, queda manifiesta la gran importancia de *Lolium rigidum* como mala hierba, con poblaciones muy abundantes en densidad y con una distribución muy amplia por todo el territorio.

Esto queda corroborado si se hace la comparación con el conjunto de las demás malas hierbas infestantes de los cereales de invierno de Cataluña (RECASENS *et al*., En Prensa). En el conjunto de las gramíneas, junto a *Lolium*, con un 55% de frecuencia, aparecen: *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* (52%), *Bromus diandrus* (17%), *Avena fatua* (10%) y *Avena sterilis* subsp. *sterilis* (6%). Cuando la comparación se hace respecto al total de malas hierbas y se toma como parámetro la CEIT, queda aún más magnificada la importancia de *Lolium rigidum* Gaud. pues mientras éste contribuye con un 60,1% a la infestación total, las restantes malas hierbas lo hacen en porcentajes substancialmente menores, así, *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* que es la segunda gramínea más frecuente lo hace tan solo con un 15,2% y la dicotiledónea más frecuente, *Papaver rhoeas*, contribuye tan sólo con un 2,2%.

CAPÍTULO 4.

FENOLOGÍA, DEMOGRAFÍA Y DINÁMICA DE POBLACIONES

4.1. INTRODUCCIÓN

4.1.1. ANTECEDENTES

Cuando se desea controlar una mala hierba, cualquiera que sea el método empleado, es importante determinar el momento en el que éste debe realizarse y evaluar correctamente la eficacia obtenida. El momento de actuación debe ser determinado lo más exactamente posible tanto para obtener la máxima eficacia como para conseguir la selectividad respecto al cultivo a respetar. La eficacia obtenida se debe evaluar tanto para conocer el efecto inmediato que ha tenido la medida de control como para evaluar la repercusión que tendrá a largo plazo sobre la población infestante.

Como se ha visto en capítulos anteriores, el control de *Lolium rigidum* Gaud. en cereales de invierno se realiza principalmente mediante el uso de herbicidas de síntesis, observándose que a medida que *Lolium rigidum* Gaud. se halla más desarrollado, el control es más deficiente. Esto sucede independientemente del herbicida utilizado, si bien es más acusado con los derivados de la urea. Este fenómeno podría ser debido a una menor penetración del herbicida al encontrar una mayor dificultad para acceder al interior de la planta (SCALLA, 1991; SEVERIN y TISSUT, 1984), bien sea a través de la superficie foliar por un aumento en la dificultad de atravesar la cutícula, bien sea por una disminución de la absorción radicular a medida que las raíces exploran el suelo en mayor profundidad.

Se plantea también, desde el punto de vista de eficacia de los métodos de control empleados, la posibilidad de nuevas nacencias después del tratamiento con herbicidas. Así, una pregunta común a nivel de agricultor es qué nivel de persistencia debe darse al tratamiento herbicida para evitar posteriores invasiones de la mala hierba durante el período de cultivo del cereal.

Además de la variabilidad observada en la eficacia también se observa variabilidad en la selectividad. Los tratamientos herbicidas se aplican fundamentalmente en postemergencia precoz, momento en que el cereal cuenta escasamente con tres hojas, por lo que es fácilmente vulnerable a la acción del herbicida. Con ello se busca el tratamiento de *L. rigidum* Gaud. en estados de máxima sensibilidad, sin embargo, también el cereal se encuentra en estadios similares de crecimiento, por lo que se pueden provocar problemas de selectividad que se manifiestan desde decoloraciones pasajeras o una ligera detención del crecimiento, hasta daños de relativa importancia que influirán en la cantidad de cosecha obtenida.

Tanto las cuestiones relacionadas con la eficacia así como las que lo son con la selectividad están estrechamente ligadas con el desarrollo de la mala hierba y del cultivo, lo cual es objeto de la fenología, pues se trata del estudio de los aspectos que se suceden en la vegetación de una especie o de una sinecia (FONT QUER, 1982). En este capítulo se aplica

la segunda acepción, constatando así la posible interrelación existente entre la mala hierba y el cereal, quien sin duda influye en su desarrollo.

También se define a la fenología (GHERSA y HOLT, 1995) como el estudio de la dinámica del desarrollo, haciendo un especial hincapié en la sucesión de los diferentes estadios más que en la influencia de los factores que los producen.

No es suficiente una valoración de la eficacia obtenida únicamente desde el punto de vista de la estética conseguida sino que es importante evaluar la respuesta que se genera en la fisiología de los individuos supervivientes. Por ello junto con la fenología, deben ser estudiadas las características fisiológicas y ecológicas de la mala hierba (HOLT, 1987) a fin de comprender la estrategia adaptativa de la especie y en qué aspectos basa su competitividad.

Así, interesa conocer cómo se ha influido en los parámetros demográficos de la población considerada. Algunas preguntas planteadas son: ¿Qué potencial de infestación mantiene la población tratada?. A pesar de obtener controles elevados, ¿cúal es la producción de semilla de los individuos supervivientes?. ¿Toda la semilla producida en el campo permanece en él? o por el contrario, ¿hay pérdidas importantes de semilla?. Así mismo, ¿cúal es la variación en el transcurrir de los años de los parámetros demográficos poblacionales?.

Conociendo la respuesta a estas cuestiones podría plantearse de forma más adecuada un plan de tratamientos, puesto que la pregunta que surge con facilidad en el control de *L. rigidum* Gaud. es: ¿se puede con un año, máximo dos, disminuir la población de *Lolium* a niveles aceptables?, ¿a qué niveles de eficacia debe llegarse para ello?

Una de las características fisiológicas a valorar es el esfuerzo que la planta dedica a la reproducción (BAZZAZ y ACKERLY, 1992). A pesar de la complejidad que puede alcanzar su cálculo, desde el punto de vista del control de malas hierbas su conocimiento es importante ya que es un índice de la adaptabilidad de la especie estudiada al medio en que se encuentra y de la respuesta que ésta puede dar a un método de control.

Se considera que existen (GRIME, 1982) tres estrategias adaptativas de las malas hierbas (C, S, R) en función de la intensidad de perturbación del medio y de la intensidad de stress que puedan soportar.

L. rigidum Gaud. que como la mayoría de las malas hierbas posee un marcado carácter de planta ruderal, presenta una estrategia R.

Integrando los conocimientos sobre la biología de esta especie aportados en este capítulo con los del siguiente, podremos además evaluar la efectividad de los diferentes métodos de control para lograr tales objetivos, pudiéndose deducir de esta manera si es mejor el tratamiento químico empleado de forma exclusiva o si bien deberá combinarse con métodos culturales o mecánicos de control, como por ejemplo, enterrando sus semillas en profundidad.

Lolium rigidum Gaud. es una mala hierba de los cereales de invierno de fácil control con los métodos disponibles actualmente, por ello podemos pensar en racionalizarlo

fácilmente si conocemos en profundidad su comportamiento fenológico, su demografía y la dinámica de sus poblaciones en nuestras condiciones concretas de clima, suelo y método de cultivo. Estos conocimientos sobre la fenología y demografía de *Lolium rigidum* Gaud. en el cultivo de cebada, son básicos para posteriores estudios de competencia que permitan cuantificar objetivamente las pérdidas de rendimiento causadas.

4.1.2. OBJETIVOS

El objetivo propuesto para este capítulo es conocer el comportamiento fenológico de *Lolium rigidum* Gaud. en el cultivo de cebada y cuantificar la influencia que tiene un tratamiento herbicida con clortolurón a la dosis considerada normal de uso de 1250 g de materia activa / ha o a media dosis sobre la demografía y dinámica de la población de *Lolium* estudiada.

Este objetivo queda desglosado de la siguiente manera:

1. Descripción de la fenología observada en *Lolium rigidum* Gaud. en el cultivo de cebada de invierno y en condiciones de secano con un riego de apoyo.
2. Cuantificación de la integral térmica acumulada a lo largo de su desarrollo.
3. Cuantificación de la integral térmica acumulada entre estadios fenológicos.
4. Determinación de la fecha de madurez y de incorporación de las semillas al suelo en comparación con la fecha de cosecha del cultivo.
5. Determinación de los parámetros demográficos de la población en estudio así como de la tasa anual de incremento o de decremento de la población.
6. Estudio de la variación de los parámetros poblacionales observados durante los tres años de estudio.

4.2. MATERIAL Y MÉTODOS

4.2.1. METODOLOGÍA GENERAL

La experiencia se ha desarrollado en una finca cercana a Lleida de la que se han descrito sus principales características edáficas y climáticas en el Capítulo 2

La siembra, con sus correspondientes labores de preparación del terreno, es el momento inicial del seguimiento. Este momento es variable en el tiempo en función de la alternativa de cultivos que se haya seguido en la finca o, en el caso de monocultivo de cereal, es dependiente de las fechas en que se producen las lluvias de otoño.

El momento final del ciclo, sin embargo, es mucho más definido, se produce con la cosecha del cereal en la primera mitad de junio. Este momento depende de la llegada de las elevadas temperaturas estivales, que agostando la vegetación imponen su final.

En la Tabla 4-1 se desglosan las actividades realizadas para la preparación del lecho de siembra y para la realización de las labores de siembra, fertilización, riego y cosecha. El sistema de laboreo es el más usual en la zona, que puede ser definido como un sistema de laboreo reducido, sin volteo de la capa arable del suelo mediante el empleo de subsolador y grada de discos.

	1990-1991	1991-1992	1992-1993
Preparación del terreno	Subsolador Grada de discos Rulo 02.12.90	Subsolador Cultivador Rulo 06.11.91	Grada de discos Fresa Rulo 13.11.92
Rulo después sembrar	No	Si	Si
Abonado fondo	-	10-15-30	75-75-75
Fecha de Siembra	03.12.90	12.11.91	13.11.92
Densidad de siembra (Granos/m2)	425	425	425
Profundidad de siembra (cm)	3-4	3-4	3-4
Tipo de siembra	A líneas	A líneas	A líneas
Abonado cobertera	33,5 Uds N2 21.03.91	100 Uds N2 23.03.92	100 Uds N2 20.03.93
Tratamiento con herbicida	11.03.91	19.12.91	21.12.92
Riego de apoyo	23.04.91 09.05.91	27.03.92 29.04.92	26.03.93
Cosecha		19.06.92	15.06.93
Empacado de la paja	Si	Si	Si

Tabla 4-1. Principales labores de cultivo y fechas de realización de las mismas en la parcela experimental.

Durante el verano el rastrojo era pastado por un rebaño de ganado ovino, a fin de aprovechar al máximo el alimento producido y mantenerlo libre de malas hierbas.

El ensayo se dispuso en bloques al azar sobre una zona del campo que el año anterior se había escogido por su infestación natural y uniforme de *Lolium rigidum* Gaud. La parcela elemental tenía unas dimensiones de 12 x 6 m2 y se realizaron 3 repeticiones por tratamiento.

Entre cada una de las parcelas se dejó un pasillo de 1 m de anchura con el fin de delimitarlas claramente, de permitir el paso en los diferentes conteos y de evitar el trasvase de semillas de una parcela a otra.

En comparación con una parcela testigo sin tratar con ningún herbicida se realizaron dos tratamientos con clortolurón: en uno se aplicaron 625 g de materia activa por ha (tratamiento 1) en tanto que en el otro se trató con 1250 g/ha (tratamiento 2) de materia activa del mismo herbicida.

Por su evidente importancia para el desarrollo de nuestro trabajo especificamos de forma detallada en la Tabla 4-2, las condiciones de aplicación del herbicida en cada uno de

los años.

	1990-1991	1991-1992	1992-1993
Fecha y hora	11.03.91 (15h)	19.12.91 (11 h)	21.12.92 (12 h)
Temperatura	10 ºC	8 ºC	5 ºC
Humedad Relativa	70 %	75%	90 %
Nubosidad	Cielo despejado	Cielo despejado	Niebla
Viento	Ligero del Oeste	Nulo	Nulo
Estado de la planta	Seco	Seco	Mojadas
Máquina	Mochila Matabi	Azo presión previa aire comprimido	Azo presión previa aire comprimido
Presión de trabajo	2 atm	2,5 atm	2,5 atm
Volumen de caldo/ha (1)	416	325	325
Boquillas	Albuz Amarillas	TeeJet	TeeJet
Producto Comercial (50 % p/v clortolurón)	Oracle	Oracle	Oracle

Tabla 4-2. Descripción de la realización de los tratamientos herbicidas.

4.2.2. FENOLOGÍA: MATERIAL Y MÉTODOS

La fenología se siguió mediante observaciones periódicas sobre 30 individuos previamente marcados con una anilla metálica, 10 en cada una de las parcelas testigo, utilizando la escala decimal de Zadocks, (ZADOCKS *et al.* 1974; PUJOL y GORCHS, 1989), que posteriormente se abrevia para la presentación de los resultados, tal como se indica en la Tabla 4-3, realizando una adaptación de la escala propuesta por SANS (1992).

Escala Zadocks	Escala abreviada
00	Grano (momento de la siembra)
13	Plántula
20	Ahijado
30	Encañado
59	Espigado
65	Floración
75	Maduración
92	Cosecha

Tabla 4-3. Comparación entre la escala abreviada adoplada en el presente trabajo para el seguimiento de la fenología y la escala decimal de Zadocks.

La periodicidad de las observaciones fue variable, siendo semanal al inicio del ciclo para pasar a ser quincenal a partir del ahijado hasta la madurez y recolección.

Se observaron 8 parámetros generales en la fenología de la población durante los 3 años de la experiencia.

Así desde la siembra hasta la cosecha se tuvieron en cuenta los estadios de plántula de la mala hierba hasta que ésta inició el ahijado, luego el estadio de ahijado hasta que se detectó el primer nudo, momento a partir del que se juzgó iniciado el estadio de encañado. Este estadio se dio por finalizado al aparecer la espiga por el extremo superior de la planta, y se consideró acabado al iniciarse la apertura de las flores, para continuar luego con la maduración de la cariópside. Cuando ésta tuvo un tacto vítreo se estimó acabado el ciclo de la

planta.

Una vez determinadas las fechas en que se produjeron los diferentes cambios fenológicos, se calcularon los grados día acumulados en cada una de las etapas, mediante el programa Degree Days Utility (ZALOM y WILSON, 1982), tomando como umbral inferior de crecimiento el de 0ºC (PAÑELLA, 1994; DEL POZO, 1987)

4.2.3. DEMOGRAFÍA Y DINÁMICA DE POBLACIONES: MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio demográfico de la población se realizó mediante el conteo de las nacencias de *Lolium* ocurridas en cada una de las parcelas hasta el momento del tratamiento con herbicida, momento a partir del cual se siguió en las parcelas testigo, realizándose un conteo final en todas las parcelas. A tal fin, se marcaron en cada una de las parcelas, cuatro cuadrados de 0,1 m2 de superficie, en el interior de los cuales se realizó el seguimiento correspondiente.

En el momento de maduración de la cariópside de *Lolium* y antes de que se produjera ningún desprendimiento de los frutos, se recogieron todos los individuos pertenecientes a cada uno de los cuadros, que después de secos, se pesaron, considerando dos partes distintas: su parte vegetativa y su parte reproductiva.

En el año 1991 el análisis se hizo planta a planta con el fin de estimar el esfuerzo reproductivo. Este parámetro se estimó calculando el porcentaje de biomasa que corresponde a las semillas respecto a la biomasa total.

ER (%) = (Biomasa de las semillas en g / Biomasa total de la parte aérea en g) * 100

Alcanzada la madurez del grano, se cosecharon las parcelas mediante una microcosechadora Wintersteiger, con el fin de evaluar la cosecha y la cantidad de semillas de *Lolium* exportadas de la parcela experimental por la misma.

Este procedimiento se realizó durante 3 años siendo analizados posteriormente sus datos de forma conjunta con el fin de observar la evolución de los distintos parámetros poblacionales en el transcurso de los diferentes años.

Para la representación de los resultados se ha seguido el diagrama que se representa en la Figura 4-1 en el que se reproducen de forma numérica los valores de los diferentes parámetros y tasas demográficas de la población. Así, quedan reflejadas la nacencia de plántulas a partir de las semillas del suelo, las tasas de supervivencia de las mismas para dar plántulas invernales, de supervivencia para dar individuos adultos, de fecundidad de los mismos con indicación del número de semillas producidas por unidad de superficie y, finalmente, la cantidad de semillas que son eliminadas del campo mediante la cosechadora como una estimación de las posibles pérdidas de semilla.

4.3. RESULTADOS

4.3.1. FENOLOGÍA: RESULTADOS

La descripción de la evaluación de la fenología sigue un orden lógico: desde una visión global del desarrollo fenológico de *L. rigidum* Gaud., hasta detalles concretos para cada campaña y estadio fenológico.

En la Tabla 4-4 se exponen los resultados obtenidos en nuestro caso concreto para el conjunto de las tres campañas, donde las fechas de siembra variaron desde mediados de noviembre a inicios de diciembre.

	1990-1991	1991-1992	1992-1993
Siembra	3.12.1990	12.11.1991	14.11.1992
Plántula	11.02.1991	7.12.1991	28.12.1992
Ahijado	15.03.1991	10.02.1992	10.01.1993
Encañado	5.04.1991	3.04.1992	9.03.1993
Espigado	13.04.1991	20.04.1992	15.04.1993
Floración	20.05.1991	2.05.1992	10.05.1993
Maduración	25.05.1991	15.05.1992	25.05.1993
Cosecha	21.06.1991	3.06.1992	4.06.1993

Tabla 4-4. Fechas de observación de cada uno de los estadios fenológicos de *Lolium rigidum* Gaud. observados durante las tres campañas de realización de las observaciones.

En primer lugar destacan las fechas de siembra de las campañas 1991-1992 y 1992-1993, que se produjeron 21 y 18 días después que en la primera, motivadas en gran parte por las lluvias caídas en Noviembre.

También la cosecha resultó claramente más retrasada en el primer año, debiéndose buscar la causa en el mes de mayo, con temperaturas medias claramente inferiores a las normales, tal como queda patente en el Tabla 4-5.

Respecto a los demás estadios puede observarse como cada año siguieron un ritmo distinto en lo concerniente a la duración en días de las diferentes etapas de crecimiento, que, sin embargo se vieron igualadas en el momento de la madurez, producida siempre en la segunda decena del mes de mayo.

En la campaña 1990-1991 el ciclo completo de desarrollo de *Lolium rigidum* Gaud., que se refleja en la Tabla 4-5, dura 184 días. Destaca una prolongada etapa en el estado de plántula, que es seguida por etapas más breves en los estados de ahijamiento y de encañado. El ciclo acaba con una breve etapa de floración y otra de madurez hasta la caída de cariópsides junto con la cosecha del cereal.

	PLÁNTULA	AHIJADO	ENCAÑADO	ESPIGADO	FLORACIÓN	MADUREZ	COSECHA
3-XII	SIEMBRA						
19-I	100						
11-II	100						
18-II	100						
25-II	100						
4-III	100						
11-III	100						
18-III	21,8	77,2					
28-III	15	85					
9-IV	6,2	43,5	47,8				
17-IV	6,2		81,2	12,6			
1-V			4,1	95,8			
3-V				100			
18-V				100			
25-V					79,2	20,8	
4-VI						100	
10-VI						100	
21-VI							100

Tabla 4-5. Fechas en que se observaron en la campaña 1990-1991 los ocho estadios fenológicos considerados de *Lolium rigidum* Gaud., con indicación de porcentaje en que se presentaron cada uno de ellos en cada fecha de observación.

En la siguiente campaña de estudio, reflejado en la Tabla 4-6, la duración total del ciclo es similar, 180 días, pero con un solape superior de las etapas de plántula con las de ahijado e incluso encañado.

	PLÁNTULA	AHIJADO	ENCAÑADO	ESPIGADO	FLORACIÓN	MADUREZ	COSECHA
12-XI	SIEMBRA						
7-XII	100						
19-XII	100						
20-XII	100						
18-I	100						
6-II	100						
15-II	51,7	48,3					
24-II	41,4	58,6					
3-III	41,4	58,6					
9-III	27,6	72,4					
17-III	20,7	79,3					
23-III	48,3	51,7					
30-III	37,9	62,1					
7-IV	13,8	58,6	27,6				
16-IV	13,8	20,7	65,5				
25-IV		6,9	68,9	7,2			
7-V			7,2	71,4	21,4		
15-V						100	
3-VI							100

Tabla 4-6. Fechas en que se observaron en la campaña 1991-1992 los ocho estadios fenológicos considerados de Lolium rigidum Gaud., con indicación del porcentaje en que se presentaron cada uno de ellos en cada fecha de observación.

En la campaña 1992-1993, los resultados observados, que quedan recogidos en la

Tabla 4-7, fueron de una duración del ciclo de desarrollo de *Lolium rigidum* Gaud. de 194 días, con duraciones de los estados de plántula y ahijado más equilibradas respecto a las anteriores campañas, pero con la misma tendencia de mayor duración que las de encañado y que las de floración y madurez de la cariópside.

	PLÁNTULA	AHIJADO	ENCAÑADO	ESPIGADO	FLORACIÓN	MADUREZ	COSECHA
14-XI	SIEMBRA						
7-XII							
28-XII	100						
4-I	100						
15-I	82,8	17,2					
25-I	20,7	79,3					
4-II	10,4	89,6					
15-II		100					
26-II		100					
9-III		96,5	0,5				
26-III			82,7	17,3			
8-IV			13,8	86,2			
22-IV				65,5	34,5		
4-V				0,3	96,7		
15-V					65,5	34,5	
25-V						100	
4-VI							100

Tabla 4-7. Fechas en que se observaron en la campaña 1992-1993 los ocho estadios fenológicos considerados de *Lolium rigidum* Gaud., con indicación del porcentaje en que se presentaron cada uno de ellos en cada fecha de observación.

Se ha cuantificado la duración de cada período vegetativo mediante el cálculo de los grados-día necesarios para que transcurra cada uno de ellos. Se ha calculado además la suma acumulada de los mismos a fin de poder establecer comparaciones entre los tres años. Estos datos quedan recogidos en las Tablas 4-8 y 4-9.

	1991	1992	1993	- x
Nacencia	183,00	193,56	198,50	191,68
Plántula	406,00	235,26	203,48	281,58
Ahijado	252,50	480,12	295,03	342,35
Encañado	179,70	291,50	203,75	225,00
Espigado	414,80	233,25	351,75	333.26
Floración	111,50	93,00	156,00	120,16
Madurez	564,25	366,00	683,25	537,83
Total	2111,80	1892,69	2091,76	2032,08

Tabla 4-8. Grados-día necesarios para completar cada uno de los ocho estadios considerados en el desarrollo del ciclo completo de *Lolium rigidum* Gaud. en cada una de las campañas.

	1991	1992	1993	- x
Nacencia	183,00	193,56	198,50	191,68
Plántula	589,00	428,82	401,98	473,26
Ahijado	841,50	908,94	697,01	815,81
Encañado	1021,25	1200,44	900,76	1040,81
Espigado	1436,05	1433,69	1252,51	1374,08
Floración	1547,55	1526,69	1408,51	1494,25
Madurez	2111,80	1892,69	2091,76	2032,08

Tabla 4-9. Grados-día acumulados necesarios para completar cada uno de los ocho estadios considerados para el desarrollo del ciclo completo de *Lolium rigidum* Gaud. en cada una de las campañas.

Al analizar los datos correspondientes a cada uno de los tres años, (Tabla 4-8), se observan variaciones entre los mismos en los valores de grados-día transcurridos en cada uno de los estados fenológicos y en el total del ciclo. Al observar los valores medios obtenidos destaca el bajo número de grados-día necesarios para completar la fase de floración, lo cual se debe a la brevedad de esta etapa. También destaca el elevado número de grados-día que se acumulan durante la madurez de la cariópside, dado que es una etapa relativamente prolongada y durante la cual se alcanzan temperatura medias diarias elevadas.

Cuando se acumulan los grados-día que transcurren a lo largo del ciclo vegetativo, Tabla 4-9, se obtienen valores sensiblemente iguales para los tres años. En todo caso, un estadio particularmente prolongado como el del ahijado presenta una cierta variación entre años.

En la siguiente figura se puede observar de forma combinada los valores expresados en grados día que se han obtenido de media para cada uno de los estadios fenológicos y de forma acumulada para el ciclo completo.

Figura 4-2

En esta figura, en la que se dan los valores medios, se han omitido los valores correspondientes al estado de madurez del grano. Se ha hecho así dado que este estado es de una duración más indefinida por el hecho de que es difícil determinar el estado máximo de maduración de la cariópside. Como en la época en que se produce la madurez las temperaturas son elevadas, una desviación en pocos días puede suponer una cantidad relativamente elevada de grados-día, con la consiguiente desviación en el valor total recogido de los mismos.

4.3.2. RESULTADOS DE LA DEMOGRAFÍA

4.3.2.1. Resultados generales de la demografía

Los resultados que se aportan de la demografía de la población estudiada de *Lolium rigidum* Gaud. se centran básicamente en la densidad de plantas y en la producción de cariópsides por unidad de superficie, así como del peso de mil cariópsides en cada uno de los tres años. Se aportan, además, los parámetros demográficos completos del primer año.

En las tres primera tablas, 4-10 a 4-12, se dan los resultados obtenidos a nivel de cada parcela que compone el ensayo.

En esta primera campaña (Tabla 4-10), los datos quedan relativamente mediatizados por la presencia de plantas de *Lolium* provenientes de las nacencias de verano provocadas por las precipitaciones estivales, estas plantas alcanzan desarrollos mucho mayores al no se eliminadas por las labores, en consecuencia la eficacia del herbicida es menor y por tanto se da una mayor producción de grano.

Parcela	Plantas/m2	Número cariópsides / m2
Testigo	35,2	10.394,1
Tratamiento 1	32,5	9376,7
Tratamiento 2	27,5	5.067,8

Tabla 4-10. Número de plantas/m2 y número de cariópsides/m2 de *Lolium rigidum* Gaud. contabilizadas en el momento de la cosecha en cada una de las parcelas en la campaña 1990-1991

En la tabla 4-11 se describe la situación en el segundo campaña, dando la media de las tres repeticiones. En esta segunda campaña las condiciones de tratamiento fueron prácticamente óptimas. Las diferencias son mucho más acusadas, llegándose a una gran producción de cariópsides en los testigos en tanto que en las parcelas tratadas se llegó incluso a una producción nula en una de las repeticiones.

Parcela	Plantas/m2	Cariópsides/m2
Testigo	1082,5	20085,6
Tratamiento 1	210,8	5625,6
Tratamiento 2	25,0	838,3

Tabla 4-11. Número de plantas/m2 y número de cariópsides/m2 de *Lolium rigidum* Gaud. contabilizadas en el momento de la cosecha en cada una de las parcelas en la campaña 1991-1992

En la Tabla 4-12 se dan los resultados de la tercera campaña. Éstos son sensiblemente iguales a los de la anterior. En los testigos el número de plantas y cariópsides / m2 sigue aumentando en tanto que los valores para las parcelas tratadas se mantienen o disminuyen, fundamentalmente en aquellas tratadas a la dosis normal de aplicación

Parcela	Plantas / m2	Número cariópsides /m2
Testigo	1.250,0	27.686,6
Tratamiento 1	50,0	2.317,5
Tratamiento 2	40,8	1.243,3

Tabla 4-12. Número de plantas/m2 y número de cariópsides/m2 de *Lolium rigidum* Gaud. contabilizadas en el momento de la cosecha en cada una de las parcelas en la campaña 1992-1993

Dentro del conjunto de los tres años de estudio se aportan los valores observados del peso de mil cariópsides. Éste resulta ser sensiblemente igual en el conjunto de todas las parcelas y años. El peso obtenido oscila alrededor de los 2 miligramos por cariópside, siendo de destacar el año 1991 en que este peso pasa a ser aproximadamente de 3 miligramos, lo cual induce a pensar en que en dicho año se consiguió una mejor calidad de producción del grano,

Parcela	1991	1992	1993
Testigo	3,92	2,37	2,88
Tratamiento 1	2,68	2,45	2,92
Tratamiento 2	3,19	2,35	2,84

Tabla 4-13. Peso de mil cariópsides de *Lolium rigidum* obtenido en cada de las parcelas y campañas, expresado en gramos.

4.3.2.2. Demografía campaña 1990-1991

Para dar una valoración más detallada de los parámetros demográficos observados se aportan los datos del año 1991 en que se determinaron cada uno de ellos para cada planta y en cada una de las cohortes observadas.

Parcela	Semillas /Planta	Peso 1000 cariópsides	Nº Hijuelos	Peso parte aérea.	% Esfuerzo Reproductor
Testigo	940,0	1,963	9,5	6,150	31,9
Tratamiento 1	486,2	1,066	12,2	4,273	24,9
Tratamiento 2	218,4	1,760	11,7	5,547	31,7

Tabla 4-14. Número de cariópsides / planta, peso de mil cariópsides, número de hijuelos, peso de la parte aérea y esfuerzo reproductor de las plantas de *Lolium rigidum* Gaud. en la 1ª cohorte de la campaña 1991, en cada una de las parcelas. Pesos expresados en gramos.

Parcela	Semillas /Planta	Peso 1000 cariópsides	Nº Hijuelos	Peso parte aérea	% Esfuerzo reproductor
Testigo	168,1	0,867	5,2	2,614	33,1
Tratamiento 1	179,7	0,419	4,7	1,753	23,9
Tratamiento 2	159,4	0,414	3,5	1,471	28,1

Tabla 4-15. Número de cariópsides / planta, peso de mil cariópsides, número de hijuelos, peso de la parte aérea y esfuerzo reproductor de las plantas de *Lolium rigidum* Gaud. de la 2ª cohorte de la campaña 1991, en cada una de las parcelas. Pesos expresados en gramos.

4.3.3. RESULTADOS DE LA DINÁMICA DE POBLACIONES

Los resultados obtenidos en la dinámica de poblaciones se esquematizan en las Figura 4-3, Figura 4-4 y Figura 4-5, de acuerdo con el esquema descrito en la Figura 4-1.

En dichas figuras pueden observarse las variaciones obtenidas en cada uno de los parámetros demográficos considerados para cada uno de los tratamientos estudiados.

4.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.4.1. FENOLOGÍA: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Al observar los valores obtenidos en el seguimiento de la fenología destacan más algunos aspectos que merecen ser comentados.

En los cereales de invierno puede suceder que la preparación del lecho de siembra se realice de manera que plantas de *Lolium* nacidas con las primeras lluvias, o incluso con la misma humedad del suelo, en agosto o septiembre, queden en realidad trasplantadas con estas primeras labores, con lo que pueden verse alterados los resultados de la fenología y, en mucha mayor medida, los de la demografía.

Este problema se nos presentó en el primer año de ensayos y se obvió con la eliminación, a efectos del seguimiento de la fenología, de los individuos procedentes de esta primera cohorte por estimar que no fueron resultado de prácticas agrícolas correctas. Sin embargo, sí se tuvieron en cuenta las plantas procedentes de la primera cohorte para la demografía dado que se consideró importante estimar la elevada capacidad de producción de semillas que poseen estos individuos y su destacado papel en la aportación de semillas para el año siguiente.

La duración total del ciclo de desarrollo ha resultado ser similar en los tres años, independientemente de la fecha de siembra, puesto que su duración ha variado entre 180 y 200 días.

En el cultivo de cebada, *Lolium rigidum* Gaud. demuestra tener un sólo período anual de nacencia, invernal, aspecto que coincide con anteriores estudios sobre este género (SANS 1991). Esto se considera debido a la influencia del cultivo, pues en el caso de ser almendros en cultivo de secano, es posible una segunda nacencia primaveral junto con las lluvias y las labores que se acostumbran a realizar en esta época del año.

El estado de plántula ha resultado ser el estado fenológico que ha durado más días en todos los años, con mayor o menor solape con el estado de ahijamiento. En los tres años se ha observado posteriormente una rápida evolución hasta llegar a la madurez.

El final del ciclo ha estado claramente marcado por las elevadas temperaturas estivales. Cuando la cebada alcanza su total desarrollo en el momento de la cosecha, *Lolium rigidum* Gaud. termina su ciclo con el desecamiento total de la planta. En este estado tiene lugar la dehiscencia de las cariópsides y el desmenuzamiento de sus espigas en pequeños trozos, que cayendo al suelo cierran el ciclo anual de la planta.

Cuando los datos proporcionados por observación directa de los individuos, se traduce a valores numéricos objetivos, como es el de los grados-día, se obtienen cantidades del mismo orden de magnitud para los estadios de plántula, ahijado y encañado. Son una excepción la nacencia, claramente relacionada con la humedad en el momento de la siembra de la cebada; la floración, estado de poca duración en las gramíneas en general y la madurez de las cariópsides, en que las elevadas temperaturas propias de la época del año pueden distorsionar al alza los valores observados.

Para alcanzar el estadio de plántula, momento especialmente interesante para el control de esta mala hierba mediante el uso de herbicidas, se necesitan un número de grados-día que coinciden sensiblemente con los 90ºC calculados para esta especie en otros trabajos (RIBA *et al*. 1991 y 1992). Este método, a pesar de presentar claras limitaciones, es interesante por su simplicidad (GHERSA y HOLT, 1995), características que lo hacen fácilmente aplicable por el agricultor.

4.4.2. DEMOGRAFÍA Y DINÁMICA DE POBLACIONES: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A partir de los resultados anteriores pueden deducirse las conclusiones que se comentan a continuación. En las parcelas testigo, que no recibieron ningún tratamiento herbicida, la población de *Lolium* aumenta sensiblemente cada año en cuanto a número de individuos por unidad de superficie, tendiendo a estabilizarse dicho valor sobre las 1200 plantas /m2, dado que la disponibilidad de espacio es limitada. En consecuencia, aumenta el número de cariópsides producidas por m2, sin embargo la fecundidad de los adultos fértiles decrece de forma notable, hecho también evidente dado que su biomasa disminuye, a la vez que disminuye también el número de hijuelos producidos. Con los tres años de seguimiento se ha llegado, para las condiciones de cultivo determinadas del ensayo, a la estabilización de los valores de los parámetros demográficos de la población.

Los valores obtenidos en la producción de cariópsides por planta son inferiores a los obtenidos por ANTONELLO y PORQUEDDU (1993) a partir de una colección de 18 poblaciones de *Lolium rigidum* Gaud. recogidas en Cerdeña. Dichos autores estiman la producción de cariópsides entre 1,2 y 5,3 gramos por planta. Esta diferencia se explica por el hecho del menor tamaño alcanzado por las plantas cuando crecen en competencia con la cebada en comparación con el tamaño alcanzado por las plantas de la misma especie cuando crecen fuera de los campos de cultivo.

Se ha podido observar cómo el efecto de los tratamientos ha provocado un acusado descenso del número de plantas / m2 de *Lolium*, fundamentalmente en los dos últimos años en que la eficacia obtenida con los tratamientos ha sido superior al ajustar de forma más correcta el momento de aplicación, el cual puede estimarse que para el herbicida clortolurón es dentro de las dos semanas posteriores a la nacencia de *Lolium*. En la última campaña se consiguen eficacias similares con las dos dosis de tratamiento, efecto a primera vista sorprendente pero que confirma la necesidad de ajustar muy bien el momento de tratamiento para conseguir los efectos esperados.

Al final de los tres años y respecto a la producción de cariópsides puede observarse en primer lugar que el número de cariópsides por individuo aumenta como efecto de la disminución de la densidad de la infestación y en segundo lugar se observa que aún habiendo conseguido una clara disminución de la producción de cariópsides, ésta es todavía lo suficientemente importante como para reproducir de nuevo la infestación de forma rápida en el caso de que se deje de ejercer el control sobre la misma.

Al analizar individualmente las cohortes de otoño y de invierno, no se observan tendencias claras en los valores del esfuerzo reproductor, de tal manera que con la disminución del tamaño de la planta disminuye también la producción de cariópsides, sin embargo, en valores absolutos parece detectarse un tendencia a una menor producción de cariópsides por individuo en el caso de estar tratadas.

No se ha observado una variación substancial en el peso de mil cariópsides en la cohorte de otoño, el cual alcanza valores próximos a los 2 g, que son similares a los obtenidos por HILL *et al.* (1985). Este valor se mantiene a lo largo de los tres años y en cada uno de los tres tratamientos considerados. En variedades cultivadas de *Lolium multiflorum*, RYOO *et al*.

(1985) obtienen valores máximos de 3,49 g en el peso de mil cariópsides. Este valor contrasta con el citado anteriormente, si bien debe tenerse en cuenta que se trata de variedades cultivadas y por tanto mejoradas con el objetivo de obtener una mayor biomasa y producción de cariópsides.

En la cohorte de invierno el peso de 1000 cariópsides oscila entre 0,8 g en los individuos de las parcelas testigo y 0,4 g en los individuos procedentes de las parcelas tratadas, lo cual demuestra una influencia de los tratamientos sobre el peso de las cariópsides producidas.

El valor del peso de mil cariópsides tiene importancia por el hecho de su relación con el vigor germinativo. En un trabajo realizado con *Lolium perenne* SANGAKKARA *et al*. (1985) encontraron una estrecha relación entre este parámetro y el desarrollo de las plántulas. Este hecho también fue comprobado por HAMPTON (1986) en cariópsides de *Lolium multiflorum*, si bien este autor indica que el tamaño de las cariópsides tiene una influencia relativa según la densidad de siembra de las mismas.

De los resultados obtenidos destaca también la cantidad de cariópsides exportadas por la cosechadora al exterior de la parcela, cantidad importante que oscila entre el 14 y el 34 % de la cariópsides producidas. Esto hace pensar en que una posible vía de diseminación de la mala hierba sea a través de las máquinas recolectoras e induce a dar la debida importancia a su correcta limpieza y mantenimiento.

MIGUEL DE CERVANTES

CAPÍTULO 5.

GERMINACIÓN, DORMICIÓN Y PERSISTENCIA DE LAS CARIÓPSIDES DE *Lolium rigidum* Gaud

5.1. INTRODUCCIÓN

5.1.1. ANTECEDENTES

Un aspecto particularmente importante en toda planta es la biología de la reproducción y en el caso de las plantas anuales, la biología de sus semillas (MAYER y POLSAKOFF, 1989). Respecto a la misma podemos plantearnos preguntas como las siguientes: ¿Cómo se conservan en el suelo?, ¿cúanto perduran en él?, ¿cómo se desencadena su germinación?, ¿cuáles son sus mecanismos de dormición?. La comprensión de aspectos como los anteriores es imprescindible si se quiere tener un conocimiento completo de su ciclo de vida y poderlo adaptar así a nuestras necesidades (MURDOCH y ELLIS, 1992).

Un conocimiento adecuado del comportamiento de las semillas en el suelo es fundamental también para comprender la supervivencia y conducta de las mismas cuando las prácticas de cultivo interaccionan con ellas (FROUD-WILLIAMS, 1991; HOWARD *et al.*, 1991).

La mayoría de malas hierbas son oportunistas (HOLT 1987). En las que se reproducen por semilla, la germinación de la misma se produce en el momento en que la posibilidad de supervivencia de la plántula que se pueda generar es máxima (ROBERTS *et al.*, 1987), al mismo tiempo que no se produce la germinación cuando aún existiendo condiciones buenas para la misma es previsible que la supervivencia de la semilla se vea afectada por factores adversos, como falta de luz, sequía o excesiva temperatura, dando origen así a los fenómenos de dormición, como defensa a los factores adversos que hacen previsible el fracaso del individuo recién generado.

Un aspecto que también se beneficia de un mejor conocimiento de la dormición de las semillas es su posible manipulación con el fin de reducir el potencial de semillas del suelo (HALL *et al*., 1991) o bien cuando se desean poner en práctica técnicas de fotocontrol en la germinación de semillas de malas hierbas (ASCARD, 1993; HARTMANN *et al.*, 1995).

La biología de *Lolium rigidum* Gaud. ha sido tratada de forma global por MONAGHAN (1980) quien hace una revisión bibliográfica de los trabajos publicados hasta la fecha sobre esta especie. Recientemente.

Aspectos concretos de la biología de la reproducción de *Lolium* han sido tratados por otros autores, GRAMSHAW (1972 y 1976) y GRAMSHAW y STERN (1977 a y b), estudiaron la germinación de las cariópsides, la tipología de su dormición, su persistencia y comportamiento en el suelo así como el efecto de diversas prácticas agrícolas como el pastoreo o las labores, concluyendo que un laboreo superficial puede ser un método útil para controlar las infestaciones de *Lolium rigidum* Gaud. dada la incapacidad de sus cariópsides para germinar en profundidad.

BORGES (1975) ha estudiado la germinación y la fenología de *Lolium rigidum* Gaud. en las condiciones de Portugal. Observando que el máximo de emergencia se produce en invierno junto con el máximo de precipitaciones y que el estadio fenológico de mayor duración es el del ahijado.

En Australia, MONAGHAN (1980) señaló que la longevidad de las cariópsides es un aspecto importante a estudiar para comprender mejor la biología de esta especie.

En España no hay estudios específicos hasta la fecha sobre la biología de las cariópsides de esta mala hierba. En Andalucía se han realizado aportaciones puntuales sobre la misma en lo referente a capacidad de germinación en función de la profundidad de soterramiento en el suelo (JIMÉNEZ *et al*. 1991).

La mayoría de trabajos son, pues, de origen australiano y dada la gran variabilidad genética que dicha especie posee (POWLES, 1995) es necesario afrontar su estudio en nuestras poblaciones y en nuestras condiciones singulares de cultivo así como de métodos de control de las malas hierbas y de tipos de suelo y clima.

5.1.2. OBJETIVOS

BIBLIOTECA VIRTUAL

En este capítulo se abordan aspectos básicos sobre la biología de las cariópsides de *Lolium*, con especial referencia a las condiciones óptimas de germinación, a la evolución de la dormición de las cariópsides a lo largo del tiempo y a la duración de la viabilidad de las mismas en el suelo en condiciones controladas.

5.2. CONDICIONES ÓPTIMAS DE GERMINACIÓN

5.2.1. INTRODUCCIÓN

Como se ha citado anteriormente, los estudios sobre las condiciones óptimas de germinación de *Lolium rigidum* Gaud. datan de la década de los 70, realizados principalmente en Australia por GRAMSHAW y STERN (1977 a y b), quienes estudiaron en profundidad los diversos aspectos de la influencia del soterramiento, luz y temperatura.

Sin embargo en España no existen estudios que determinen la condiciones óptimas de germinación de esta gramínea, todo y que se trata, como ya se ha comentado, de una de las principales malas hierbas de nuestro país en cereales (GARCÍA-BAUDÍN, 1992) y olivo.

La dormición de las semillas viene influida por la cualidad de la luz que incide sobre ellas, la humedad del suelo, los contenidos de oxígeno, dióxido de carbono, etileno, nitratos y nitritos entre otros factores (BASKIN y BASKIN 1989; PONS 1992, WILSON 1987).

Según ROBERTS *et al.* (1991) y KARSSEN *et al.* (1992) son fundamentalmente la luz y la temperatura los factores que tienen una mayor influencia sobre la germinación. Respecto a la luz son aspectos importantes a tener en cuenta la proporción existente de radiaciones rojas respecto a las infrarrojas, la reacción a baja energía y la reacción a alta irradiancia. Así mismo la amplitud y duración del ciclo de las variaciones de la temperatura.

En nuestras condiciones, se revela, además, como factor desencadenante de la germinación, la humedad del suelo, ya que además de la actuación de los otros factores es necesaria su presencia para que la misma pueda darse. Este aspecto ha sido estudiado por LUSH y GROVES (1981) en Australia, observando que la pluviometría cuando se produce en cantidad suficiente provoca la germinación de las cariópsides y en todo caso cuando la cantidad de precipitación que afecta a las cariópsides es insuficiente se produce una disminución de la dormición de las semillas.

5.2.2. MATERIAL Y MÉTODOS

5.2.2.1. Material vegetal

El trabajo experimental se realizó con material vegetal procedente de la misma finca en la que se llevaron a cabo los seguimientos de fenología y dinámica de poblaciones, ya descrita en los capítulos correspondientes. Las cariópsides fueron recogidas en Junio de 1991 y en Junio de 1992 en las parcelas testigo que no habían sido tratadas con herbicida alguno, evitando así posibles interferencias externas en su comportamiento fisiológico.

Hasta el momento del inicio de los ensayos, durante el otoño del año 1992, las cariópsides se guardaron a temperatura ambiente en el interior de un laboratorio y en ausencia de luz por considerar que estas condiciones permiten guardarlas en adecuadas condiciones hasta la realización de los estudios.

Para la realización de las pruebas de germinación se escogieron visualmente a trasluz cariópsides que presentaran un desarrollo completo del embrión y un endospermo que ocupase al menos el 50% del total del mismo, presentado así un aspecto que en conjunto hiciera suponer un buen estado de desarrollo y por tanto una adecuada aptitud para su posterior germinación y desarrollo de la plántula.

Se consideró como germinada la cariópside que había emitido la radícula, adoptando el concepto de EVENARY en PÉREZ GARCÍA *et al.* (1989) y en PITA VILLAMIL y PÉREZ GARCÍA (1989), que también es el adoptado por otros autores como GRAMSHAW (1972) citado anteriormente.

5.2.2.2. Condiciones de germinación

Se testaron diferentes condiciones de germinación buscando una adecuada combinación de condiciones de foto y termoperíodo y que además fuera posible desarrollarlas con las cámaras de germinación disponibles.

Se combinaron luz u oscuridad constantes con una temperatura alta, 27ºC y una temperatura baja, 11ºC, dando como resultado 4 combinaciones distintas. Además se testaron dos condiciones de alternancia de foto y termoperíodo en las que con 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad se daba una alternancia de 24ºC/12ºC o 30ºC/20ºC, coincidiendo siempre la temperatura más alta con las horas de luz. (Tabla 5-1).

Ensayo	Condiciones de germinación	Fecha de puesta en cámara
1	Temperatura 24º/12ºC y fotoperiodo de 12 h	26.10.92
2	Temperatura 30º/20ºC y fotoperiodo de 12 h	26.10.92
3	Temperatura constante a 27ºC y con luz	02.11.92
4	Temperatura constante a 11ºC con oscuridad	26.10.92
5	Temperatura constante a 11ºC con luz	13.11.92
6	Temperatura constante a 27ºC con oscuridad	16.11.92

Tabla 5-1. Diferentes condiciones de germinación de *Lolium rigidum* Gaud. ensayadas y fecha de realización de los ensayos.

Las condiciones de oscuridad constante se consiguieron mediante la utilización de placas de Petri pintadas de negro y por tanto a prueba de luz al ser opacas.

Por tanto se contemplaron tres situaciones diferentes respecto a la luz. En la primera se alternaron 12 horas de luz con 12 horas de oscuridad (ensayos 1 y 2), en la segunda se mantuvo la iluminación constante durante las 24 horas del día (ensayos 3 y 5) y en la tercera se mantuvo con oscuridad constante durante las 24 horas (ensayos 4 y 6).

Con la temperatura se variaron asimismo las diferentes condiciones, haciendo que fuera alterna, con dos ciclos diferentes que presentaban máximas y mínimas distintas, o constante con temperaturas de 27ºC o de 11ºC.

Estas 6 condiciones distintas se resumen en la Tabla 5-2 de la página siguiente en la que se pueden ver las diferentes condiciones del ciclo de variación de las temperaturas a que se sometieron las cariópsides, así como las mencionadas condiciones de iluminación.

Ensayo	Iluminación	Temperatura ºC			
		Máxima	Minima	Media	Amplitud
1	Alterna	24	12	18	12
2	Alterna	30	20	25	10
3	Constante			27	
4	Nula			11	
5	Constante			11	
6	Nula			27	

Tabla 5-2. Condiciones en las que se desarrolló el ensayo de germinación de cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud. con indicación de los valores medios, máximos, mínimos y amplitud del régimen térmico y la constancia o alternancia de la iluminación.

Los ensayos 1, 2, y 4 se realizaron simultáneamente. Posteriormente se realizaron los ensayos 3, 5 y 6.

El período de tiempo en que se mantuvieron las cariópsides en germinación fue de 14 días, tiempo considerado como suficiente para testar la germinación de la especie (PITA VILLAMIL, 1989), realizándose conteos a los 7 y a los 14 días.

En placas Petri se colocaron ordenadamente 50 cariópsides sobre papel de filtro que se mantenía en humedad constante mediante una mecha del mismo material que succionaba agua de un recipiente dispuesto al efecto. Se realizaron cinco repeticiones en el interior de cada cámara, por lo que en cada una de ellas se testaban 250 cariópsides en total.

5.2.2.3. Descripción de las cámaras utilizadas

Se utilizaron simultáneamente 4 cámaras de germinación, cuyas características quedan resumidas en la Tabla 5-3.

Cámara	Marca	Características
A Ensayo 1	INSTACLAK	Con programador de temperatura e iluminación Selector de temperatura de 0,1 ºC de precisión Luz de día mediante fluorescentes Intensidad máxima de luz 11.000 lux
B Ensayo 2	CONSTRUCCIÓN MODULAR	Con programador de temperatura e iluminación Selector de temperatura de 0,5ºC de precisión Luz de día mediante fluorescentes Intensidad máxima de luz 11.000 lux
C Ensayos 3 y 4	KOTXKA mod. API 19 / IMPG	Con programador de temperatura e iluminación Selector de temperatura de 0, 1 ºC de precisión Luz de día mediante fluorescentes Intensidad máxima de luz 11.000 lux
D Ensayos 5 y 6	SELECTA HOTCOLD-GL	Con programador de temperatura e iluminación Selector de temperatura de 0,1 ºC de precisión Luz de día mediante fluorescentes Intensidad máxima de luz de 11.000 lux

Tabla 5-3. Características constructivas de las cámaras en que se desarrolló el ensayo.

Todas las cámaras disponían de iluminación mediante fluorescentes, selector de temperatura y programador de temperatura y de iluminación.

En el interior de las mismas se dispuso un termohumectógrafo Richards con mecanismo de relojería impulsado mediante batería a fin de controlar de forma independiente la temperatura y humedad relativa en que se desarrolló el ensayo.

Todas la cámaras, por tanto, poseían características constructivas similares, con análogos sistemas de control de temperatura y similares tipos y potencias de iluminación. De esta manera se aseguraron condiciones de germinación similares en todo lo posible para los distintos ensayos para conseguir de esta manera la máxima similitud en los resultados.

5.2.2.4. Prueba de comprobación de la viabilidad de las cariópsides

Transcurridos 14 días sin que las cariópsides germinaran, se realizó una prueba de viabilidad para así poder diferenciar de forma objetiva si la cariópside objeto de estudio estaba dormida o bien si en el momento de la elección se había optado por cariópsides en deficiente estado de conservación y por tanto inviables.

Este prueba se adecuó a las normas del Institute of Seed Testing Analysis, (ISTA 1976). Con la cariópside todavía húmeda procedente de la cámara de germinación, se procedió a la remoción de la palea y de la lema. El cariópside ya desnudo, se partía en dos, perpendicularmente por encima del escutelo, introduciendo la parte de la cariópside que contenga el embrión en una solución de tretrazolio al 1% durante 24 horas a temperatura ambiente, aproximadamente de 22ºC.

Seguidamente se valoraba el resultado de la prueba observando la coloración que presentaba el embrión, considerando como viables aquellas cariópsides que presentaban el mismo completamente teñido o bien las que lo mostraban teñido hasta 2/3 de la radícula y toda la plúmula.

Si bien esta prueba resulta laboriosa, sus resultados son claros y objetivos y permitieron identificar aquellas cariópsides que presentaban fenómenos de dormición, ya que siendo viables no llegaron a germinar.

Con estos resultados y con los obtenidos de la germinación se disponía del porcentaje de cariópsides germinadas a los 7 días, a los 14 días, de las semillas vivas no germinadas y de las cariópsides inviables.

BIBLIOTECA VIRTUAL

5.2.2.5. Diseño estadístico

Cada ensayo se realiza en una cámara. En el interior de la misma se establece un diseño experimental de bloques al azar con cinco repeticiones. El conjunto de los datos obtenidos se trata como un diseño factorial de dos factores: edad de las cariópsides, con dos niveles y condiciones de germinación con cinco niveles.

Los datos, obtenidos como porcentaje de germinación de cariópsides, se transformaron mediante la transformación de Bliss para conseguir las condiciones de normalidad, homocedasticidad e independencia de los mismos, siendo comprobadas todas estas condiciones mediante un test de residuos.

5.2.3. RESULTADOS

Los datos obtenidos se recogen en la Tabla 5-4. En ella se observan diferencias de germinación de las cariópsides entre las diferentes condiciones a que se sometieron y entre las dos edades de las mismas.

Condiciones de germinación	% Germinadas	% Dormidas	% Invariables
Cariópsides del año 1991			
1. Temperaturas alternas 24/12ºC y fotoperiodo de 12 h	98,8 a	00,0	1,20
2. Temperatura alternas 30/20ºC y fotoperiodo de 12 h	82,0 b	16,0	2,00
3. Temperatura constante 27ºC, con luz	71,2 b	24,4	4,40
4. Temperatura constante 11ºC en oscuridad	26,4 d	72,0	1,60
5. Temperatura constante 11ºC con luz	24,8 d	68,0	7,20
6. Temperatura constante 27ºC en oscuridad	43,6 c	58,0	5,60
MDS AL 5%	13,9		
CV %	18,3		
Cariópsides del año 1992			
1. Temperaturas alternas 24/12ºC y fotoperiodo de 12 h	99,6 a	0,40	0,00
2. Temperaturas alternas 30/20ºC y fotoperiodo de 12 h	30,4 d	64,0	5,60
3. Temperatura constante 27 ºC, con luz	66,4 b	28,8	4,80
4. Temperatura constante 11ºC, con luz	48,0 c	48,8	3,20
5. Temperatura constante11ºC en oscuridad	16,8 e	78,0	5,20
6. Temperatura constante 27ºC con luz	26,8 d	64,0	9,20
MDS AL 5%	6,6		
CV %	10,6		

Tabla 5-4. Resultados obtenidos en cada una de las condiciones de germinación testadas para las dos edades de cariópside de *Lolium rjgidum* Gaud. expresados en porcentaje. Las cifras son igual letra no difieren significativamente entre sí mediante el test de Newmann Keuls, después de la transformación de Bliss de los datos, al 5% de significación. MDS= Mínima Diferencia Significativa, CV= Coeficiente de variación.

En dicha tabla pueden observarse los porcentajes de germinación obtenidos en las diferentes condiciones así como los porcentajes de cariópsides dormidas y de cariópsides inviables. Destacan los bajos valores de cariópsides inviables los cuales manifiestan la bondad del método escogido de selección de las mismas.

Desde el punto de vista estadístico los resultados del Análisis de Varianza quedan reflejados en la Tabla 5-5 en la que se puede ver que el factor que explica la mayor parte de la varianza son las condiciones de germinación, seguidas de las interacciones, la edad de las cariópsides y el error.

Fuente de variación	Porcentaje de explicación
Condiciones de germinación	79.42
Edad de las cariópsides	1.15
Interacción condiciones x edad	11.55
Error	7.89

Tabla 5-5. Análisis de varianza de la germinación de cariópsides en las diferentes condiciones ensayadas.

Una vez realizada la separación de medias mediante el test de Newman Keuls, se confirma que las condiciones de alternancia de luz y temperatura del ensayo 1 difieren significativamente del resto de condiciones de germinación ensayadas. Esto se produce tanto con las cariópsides del año 1991 como con las cariópsides del año 1992.

En la Tabla 5-6 se resume el grado de germinación obtenida en las diferentes condiciones de germinación ensayadas de forma esquemática para una mejor comprensión de los resultados obtenidos anteriormente.

Año	Dormición	Temperatura y luz alternas		Oscuridad constante		Luz constante	
		24º/12º(1)	30º/20º(2)	11º(4)	27º(6)	11º(5)	27º(3)
1991	NO	+++ a	++b	--d	--c	--d	+b
1992	SI	+++ a	-d	-c	--d	--e	+b

Tabla 5-6. Resumen del grado de germinación de las cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud. obtenida en las diferedes condiciones probadas, de menos (--) a más (+++), con indicación de su significación estadística.

La germinación de las cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud. parece comportarse, por tanto, de manera que una vez producidas por la planta, necesitan pasar por un período de temperaturas elevadas para después, suponiendo que tengan cubiertas sus necesidades de humedad, germinar con temperaturas alternas suaves. Así mismo, parece evidente la necesidad de la luz para conseguir una germinación elevada, previniendo así la germinación de las semillas enterradas en profundidad.

5.2.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten afirmar que se han observado diferentes respuestas a la germinación en función de las condiciones en que ésta se desarrolla y están en concordancia con los obtenidos por GRAMSHAW (1976).

Cabe considerar que las cariópsides utilizadas pueden diferir entre sí en las características de dormición, dada la diferencia considerable en el tiempo desde su recolección.

Con todo, se observa que la alternancia de luz y temperatura proporcionada por las condiciones establecidas en el primer ensayo, es capaz de hacer germinar al 100% las cariópsides que a ella son sometidas, tal como se indica en el trabajo de ELLIS *et al.* (1985). Sin embargo, cuando las temperaturas se elevan, caso de las condiciones del ensayo 2, los porcentajes de germinación disminuyen, sobre todo con cariópsides procedentes del mismo año, lo que hace pensar que estas cariópsides no han acabado de perder la dormición primaria y temperaturas similares a las estivales no son capaces de provocar el máximo de germinación, mecanismo que explicaría como en condiciones de campo las cariópsides sobreviven al verano que sigue a su producción (COOKS y DONALD 1973)

Cuando las condiciones de luz son constantes y la temperatura es de 11ºC, el porcentaje de germinación es menor que en las condiciones de termo y fotoperiodo alternos. Sin embargo, con las mismas condiciones de luz pero considerando una temperatura constante de 27 ºC, la tasa de germinación alcanza valores similares a los obtenidos en las condiciones de alternancia de luz y temperatura. En estas condiciones se consigue entre un 26 y un 48%, con la temperatura de 11ºC, siendo similares los resultados para una temperatura es de 27ºC.

El comportamiento de las cariópsides respecto a la germinación no se ha visto prácticamente influido por la edad de las mismas; así, se han obtenido valores similares tanto con las semillas recolectadas en 1991 como las recolectadas en 1992. Desde este punto de vista, destaca tan sólo la baja germinabilidad obtenida con semillas de 1992 y con alternancia de luz a temperaturas relativamente elevadas, con lo que parece se involucran fenómenos de

dormición innata o primaria todavía presentes en el momento de realizar la experimentación.

Las condiciones observadas como óptimas para la germinación coinciden substancialmente con las obtenidas por GRAMSHAW (1972) en *Lolium rigidum* Gaud. así como con los de TASTAN y YILDIRIM (1993) en poblaciones turcas de *Alopecurus myosuroides* Hudson.

Con el ensayo realizado se han podido obtener las condiciones óptimas de germinación de la especie estudiada si bien hay aspectos que deben ser profundizados, como son la relación entre la cantidad recibida de radiación roja (aproximadamente 630 nm) e infrarroja (aproximadamente 730 nm) que según GHERSA *et al*. (1994) puede tener influencia en la germinación. Por otra parte también puede influir en la germinación los restos del cultivo anterior, dado que se ha observado por PURVIS *et al*. (1985) que restos de trigo hicieron disminuir la germinación en la especie afín, *Lolium perenne* L.

Como conclusiones que se deducen de los resultados anteriores respecto a la germinación de las semillas de *Lolium rigidum* Gaud. pueden deducirse las siguientes:

1. Las mejores condiciones de germinación han resultado ser las de alternancia de temperatura y fotoperiodo con valores de 12ºC durante las 12 horas de oscuridad y de 24ºC durante las 12 horas de luz.

2. Con las temperaturas más elevadas han germinado mejor las cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud. con más de un año de edad.

3. Sin alternancia de temperatura no se han obtenido porcentajes de germinación elevados.

4. Sin alternancia de luz tampoco se han obtenido buenos porcentajes de germinación.

5.3. EVOLUCIÓN DE LA DORMICIÓN DE LAS CARIÓPSIDES EN EL TIEMPO

5.3.1. INTRODUCCIÓN

Una vez conocidas las condiciones óptimas para la germinación de las cariópsides resulta interesante saber a que mecanismos se debe y cómo evoluciona en el tiempo su dormición (BASKIN y BASKIN, 1989) a fin de comprender mejor el comportamiento de la especie en el campo.

La tipología de la dormición puede contemplarse desde dos puntos de vista. Uno de ellos es el de su mecanismo fisiológico, que esquematizamos en la Tabla 5-7.

TIPO DE DORMICIÓN	CUBIERTA SEMINAL		EMBRIÓN		DORMICIÓN DEL EMBRIÓN	
	PERMEABLE	IMPERMEABLE	DESARROLLADO	NO DESARROLLADO	FISIOLÓGICA	NO DORMIDO
FISIOLÓGICA	*		*		*	
FÍSICA		*	*			*
COMBINADA		*	*		*	
MORFOLÓGICA	*			*		*
MORFOSIOLÓGICA	*			*		*

Tabla 5-7. Tipos de dormición de las semillas según los mecanismos fisiológicos que intervienen en la misma. (Adaptado de BASKIN y BASKIN 1989)

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Desde este punto de vista se tienen en cuenta las características de la cubierta de la semilla, que pueden ser permeables o impermeables al agua, si el embrión ha completado o no su desarrollo y si el embrión por si mismo presenta o no dormición.

De acuerdo con estas características se distinguen cinco tipos diferentes de dormición de las semillas. Entre estos cinco tipos las cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud. presentan una dormición fisiológica, pues las cubiertas seminales son permeables al agua y el embrión se halla plenamente desarrollado, por lo que la dormición se localiza en el embrión en sí mismo.

Por otra parte la dormición de las semillas puede contemplarse según el momento en que ésta se produzca. Así, podemos distinguir entre dormición innata, inducida, primaria y secundaria (JAUZEIN, 1990), que esquematizamos en la Figura 5-1, en la que pueden verse las relaciones existentes entre ellas.

A partir del desarrollo del fruto se obtienen semillas que pueden presentar dormición o bien estar en perfectas condiciones de germinación. En el caso de presentar dormición, ésta puede presentarse de tres formas distintas.

La primera es la dormición innata o primaria, que es la que presentan las semillas ya en la planta madre, la segunda es la inducida o secundaria, que se adquiere con posterioridad, bien a partir de las semillas procedentes de la planta madre que todavía no habían presentado ningún fenómeno de dormición, bien a partir de semillas que han perdido primero su dormición innata y después adquieren una segunda forma de dormición. Finalmente, las semillas pueden presentar dormición forzada, que es la producida por las condiciones de almacenamiento o supervivencia en el suelo, en las que no se presentan condiciones favorables para su desarrollo; en este caso, en cuanto se dan las condiciones favorables para la germinación, ésta se da de inmediato.

En las semillas que poseen dormición fisiológica la evolución de la misma con el trascurso del tiempo sigue unas pautas establecidas que pueden esquematizarse de diferentes maneras según se trate de plantas anuales o no (BASKIN y BASKIN 1989; CHAUSSAT, 1975). Según estos autores se pueden distinguir las plantas de invierno estrictas con ciclos anuales de dormición / no dormición, las plantas de verano de germinación primaveral con ciclos de dormición / no dormición, las plantas de invierno facultativas y las plantas perennes sin variaciones en la dormición.

Así, es posible observar importantes cambios quantitativos en la proporción de semillas dormidas en las distintas estaciones del año, de esta manera las especies adaptan su germinación a las condiciones más favorables para su posterior desarrollo.

Con el fin de profundizar en el comportamiento de las cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud. en lo referente a la fisiología de la dormición, se estableció una experiencia tendente a comprobar la evolución de la dormición durante un ciclo anual y así disponer de conocimientos que permitan explicar el comportamiento de la germinación de dicha especie en el campo, independientemente de la situación de cultivo en que se encuentre.

5.3.2. MATERIAL Y MÉTODOS

5.3.2.1. Material vegetal

Los ensayos se realizaron con cariópsides recolectadas en junio de 1991 y en junio de 1992 (RIC, 1993), a partir de una población infestante de un campo de cebada. Las cariópsides se recolectaron en su máximo grado de madurez en la planta madre, unos días antes de que se produjera la dehiscencia de las mismas.

Estas cariópsides se conservaron en diferentes condiciones con el objetivo de aislar las diferentes causas que pudieran influir en la evolución de su dormición, fundamentalmente la luz y la aireación.

A tal fin las cariópsides se conservaron a temperatura ambiente, unas con presencia de luz, otras en la oscuridad, condiciones que denominaremos de "laboratorio-luz" y de "laboratorio-oscuridad" y, finalmente, otras simulando su situación en el suelo, enterradas en macetas de plástico a 3 profundidades: unas en la superficie del suelo, es decir, sin soterrar, y otras enterradas a 2 cm y otras a 15 cm. Un resumen de las condiciones a que se sometieron las semillas puede verse en la Tabla 5-8.

Condiciones de conservación	Luz	Contacto con el aire	Temperatura
Laboratorio / luz	+	+	Constante
Laboratorio / oscuridad	-	+	Constante
Maceta superficie (nivel 1)	+	+	Ambiente
Maceta 2 cm (nivel 2)	-	+	Ambiente
Maceta 15 cm (nivel 3)	-	-	Ambiente

Tabla 5-8. Combinaciones de luz, contacto con el aire, y temperatura de conservación en que se mantuvieron los cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud. durante la realización del ensayo. Los signos +/- indican presencia o ausencia del factor considerado.

Estas condiciones de conservación se mantuvieron a lo largo de todo el ensayo. En las pruebas realizadas con cariópsides recién recolectadas no se contempla la posibilidad de soterramiento alguno en el suelo, llevando directamente las cariópsides de la planta madre a la cámara de germinación.

En cualquiera de estos casos, siempre ha estado ausente el agua, estando las cariópsides por tanto en condiciones de dormición forzada con el fin de evitar que las mismas iniciaran el proceso de germinación, enmascarando la influencia de los otros factores.

5.3.2.2. Condiciones de germinación

Con el objeto de ver la influencia de la luz, temperatura, contacto con el aire y alguna de sus combinaciones durante la conservación de las cariópsides sobre su dormición, se dispusieron las semillas en lotes duplicados de 50 cariópsides en cada una de las fechas de extracción, de manera que las pertenecientes a uno de los lotes se hacen germinar a 27ºC con luz constante, que proporciona el máximo de germinación según se desprende de los ensayos realizados con anterioridad y de los resultados obtenidos por GRAMSHAW (1972) de las semillas que no tienen dormición. Las cariópsides pertenecientes al segundo de los lotes se hicieron germinar en condiciones alternas de foto y termoperíodo de 24/12 ºC con 12 horas

de luz y 12 horas de oscuridad, que según se deduce de ensayos anteriores rompen todas las condiciones de dormición.

Asumiendo que la tasa de mortalidad es substancialmente igual para cada uno de los lotes, por diferencia del número de semillas germinadas se deduce el porcentaje de cariópsides que presentan dormición.

Se realizaron nueve extracciones a lo largo de julio, agosto, septiembre, octubre, diciembre, febrero, marzo, abril y mayo.

5.3.2.3. Diseño estadístico

Los datos se analizaron estadísticamente según un diseño factorial en el que se contemplan el factor tiempo con ocho niveles correspondientes a cada una de las extracciones y el factor tipo de conservación de las cariópsides con cinco niveles diferentes.

A fin de controlar las posibles diferencias de germinación que se pudieran dar en el interior las cámaras, se dispusieron las cariópsides en su interior formando cuatro repeticiones.

Los datos, por ser porcentajes de germinación, son transformados mediante la transformación de Bliss a fin de que cumplan con las condiciones necesarias para poder realizar un análisis de la varianza.

En el caso de haber diferencias significativas, se realiza una separación de medias por el método de la Mínima Diferencia Significativa.

5.3.3. RESULTADOS

En la Tabla 5-9 y en la Figura 5-2 se reflejan los resultados obtenidos en el ensayo, tanto en valores reales como en valores transformados. Se dan los valores de la Mínima Diferencia Significativa (MDS), con lo que pueden observarse los valores que difieren significativamente entre sí.

Meses	Condiciones de conservación				
	0 cm	2 cm	15 cm	Laboratorio oscuridad	Laboratorio luz
Julio	90,5a	90,5a	90,5a	90,5a	90,5a
Agosto	90,5a	89,5a	67,0 b	87,5a	84,0a
Septiembre	53,5 b	40,5 bcd	45,0 d	68,5 b	51,0 b
Octubre	9,0 d	18,0 e	8,5 e	26,0 f	25,0 e
Diciembre	36,5 c	30,5 de	42,0 d	48,0 cd	38,0 cb
Febrero	22,0 cd	47,0 bc	60,0 bc	44,0 cde	20,0 e
Marzo	28,5 c	35,0 cd	49,0 cd	29,5 ef	26,5 e
Abril	23,5 cd	53,5 b	60,5 bc	55,5 cb	48,0 b
Mayo	10,5 d	51,0 b	12,5 f	33,5 def	38,0 cb
Media	34,2	45,6	43,1	49,1	40,5
MDS 95%	16,30	12,60	13,1	21,1	19,8
C.V.	27,67	17,18	18,7	16,4	24,68

Tabla 5-9. Porcentaje de dormición de las cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud. obtenido en cada una de las condiciones de conservación y en cada uno de los meses que duró la experiencia.

Figura 5-2

Los resultados obtenidos son en gran parte coincidentes con los de GRAMSHAW y STERN (1977 b), con material vegetal de origen australiano.

Se observa una evolución de la dormición de las semillas a lo largo del tiempo, con una clara disminución de la misma a partir de los 30 días de su desprendimiento de la planta productora de las mismas y hasta los 3 meses después de su recogida.

Hasta aquí esta evolución es la típica observada en otras plantas anuales facultativas de invierno con ciclos de dormición anual (BASKIN y BASKIN, 1989), y con ella la especie se previene de germinar en una época, la estival, frecuentemente desfavorable a que la nueva planta pueda evolucionar de forma favorable.

En otoño, se observa una clara disminución del porcentaje de cariópsides dormidas, que desciende a niveles del 30-40 %, coincidiendo con la época de máxima germinación en el campo.

En invierno las cariópsides adquieren una dormición secundaria que se mantiene, en líneas generales hasta el final del seguimiento realizado. Sin embargo se han podido observar diferentes matices en esta segunda etapa del comportamiento de las semillas respecto a la dormición.

Tanto en las cariópsides mantenidas en la superficie como en las profundamente enterradas, la dormición secundaria aparece con relativa rapidez, en tanto que las semillas ligeramente enterradas presentan este fenómeno con un mayor retraso, dando más oportunidad a las semillas para germinar.

Por otra parte, en las cariópsides mantenidas en condiciones de laboratorio se ha observado que manteniendo las semillas en condiciones de oscuridad aparece rápidamente la dormición secundaria, en tanto que en la semillas que han dispuesto de luz se mantienen los niveles bajos de dormición durante mucho más tiempo.

La Figura 5-2 permite observar la evolución en el tiempo del porcentaje de cariópsides que presentan dormición a lo largo de un ciclo anual.

Los resultados del Análisis de Varianza factorial (Tabla 5-10), indican que la principal fuente de variación es la fecha de extracción de las cariópsides, seguida en mucha menor medida por la procedencia de las cariópsides y por el error experimental cometido.

Fuente de Variación	% de Explicación
Fecha de extracción	62.79
Procedencia de las cariópsides	4.45
Interacción	16.32
Error	16.04

Tabla 5-10. Resultados del análisis de varianza en las observaciones de evolución en el tiempo de la dormición

de las cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud.

5.3.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El comportamiento exhibido por las semillas permite que, de tener condiciones adecuadas para la germinación, *Lolium rigidum* pueda presentar nuevas nascencias en primavera. Dichas condiciones son fundamentalmente humedad y luz, lo cual explica su comportamiento en cultivos arbóreos de secano (SANS 1992), en donde se da una segunda cohorte anual. Ello es debido a que una labor a la salida de invierno puede implicar la ascención a la superficie de las cariópsides todavia presentes en el banco de semillas del suelo, las cuales al recibir la luz, y en el caso de disponer de humedad suficiente procedente de las lluvias primaverales, pueden mostrar capacidad suficiente para su germinación.

Sobre la evolución de la dormición de las cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud. a lo largo del tiempo podemos deducir las siguientes conclusiones:

1. Poseen una dormición innata muy importante que permanece durante todo el verano.

2. En otoño se manifiesta una pérdida importante de la dormición innata que hace posible una su germinación en esta época del año.

3. En el resto del año la dormición presentada por las cariópsides es baja, de tal modo que de darse condiciones adecuadas de humedad, luz y temperatura se pueden producir nuevas nascencias en primavera. La ausencia de luz por el efecto del sombreo explica que en los cereales de invierno sólo se observe la nascencia otoñal.

4. La evolución de la dormición en las cariópsides ha sido en todas ellas independientemente del lugar de conservación de las mismas.

5.4. PERSISTENCIA DE LAS CARIÓPSIDES EN EL SUELO

5.4.1. INTRODUCCIÓN

Es conocido el efecto que las labores de cultivo tienen sobre la nascencia de cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud. (JÍMENEZ *et al* 1991), por el que si se colocan éstas en profundidad germinan en mucha menor cantidad, sin embargo se desconoce la supervivencia de dichas cariópsides en el suelo. Este dato es de interés en el momento de planificar un programa de control a lo largo de un periodo de tiempo, (GARCÍA TORRES y FERNÁNDEZ QUINTANILLA, 1991), dado que en el caso de que la persistencia del banco de semillas sea baja pueden plantearse programas de control que buscando de forma prioritaria eficacias elevadas permitan interrumpir la presencia de la mala hierba en el campo infestado.

Actualmente se da importancia a la persistencia del banco de semillas en las estrategias de manejo de poblaciones resistentes de las malas hierbas a los herbicidas (GRESSEL y SEGEL, 1982; GILL, 1995; GRESSEL, 1995), con el fin de prever su comportamiento frente a los herbicidas.

Sin embargo un aspecto muy poco estudiado es el de la influencia de la pluviometría sobre la longevidad de las cariópsides. Hecho que en nuestras condiciones de clima árido es importante, siendo de prever que condiciones de sequía en el suelo puedan ayudar de forma importante a la conservación de *Lolium rigidum* Gaud. en el banco de semillas del suelo. En ese sentido se debe tener en cuenta que son características del clima mediterráneo la gran variabilidad de la pluviometría así como su escasez.

Por estos motivos se planteó un ensayo con el que poder evaluar en condiciones controladas la persistencia de las cariópsides en función de la pluviometría y de la profundidad de soterramiento en el suelo para así profundizar en el conocimiento de la longevidad de las misma tanto bajo diferentes condiciones climáticas como de laboreo.

5.4.2. MATERIAL Y MÉTODOS

5.4.2.1. Cariópsides utilizadas

Se utilizaron cariópsides del mismo origen y seleccionadas de la misma manera que las empleadas en los ensayos previamente descritos en este capítulo para estudiar la evolución de la dormición. Las cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud. se recolectaron en junio de 1990 procedentes de plantas que habían alcanzado totalmente su madurez.

El lote de cariópsides utilizado tenia una viabilidad de partida del 75,8% (CV=9,6%), calculado previamente al inicio de esta experiencia mediante un test de viabilidad sobre 600 cariópsides, en grupos de 100.

5.4.2.2. Simulación de los regímenes pluviométricos

Se establecieron tres regímenes pluviométricos simulando la pluviometría de un año lluvioso, de un año intermedio y de un año seco.

Las cantidades de agua a aportar se estimaron a partir de los datos pluviométricos de una serie de 20 años, 1968-1988, procedente del Observatorio Meteorológico de Agramunt, centro de una importante zona cerealista catalana, el Plà d´Urgell, situada en un clima semiárido.

Para establecer la media de la pluviometría del regimen húmedo se tomó la media de la pluviometría de los 5 años más lluviosos, para el intermedio la media de la serie completa y para el régimen seco se tomó como media la correspondiente a los 5 años más secos de la serie. Las pluviometrías correspondientes a cada uno de los años más lluviosos y de los años más secos queda reflejada en la Tabla 5-11.

Régimen Húmedo		Régimen Seco	
Año	mm / año	Año	mm/año
1969	509	1973	324
1971	573	1980	309
1972	636	1985	263
1977	572	1986	312
1982	541	1988	337

Tabla 5-11. Pluviometría recogida en el Observatorio de Agramunt en los 5 años más lluviosos y en los 5 años más secos del periodo 1968 - 1988.

La pluviometría mensual resultante para cada uno de los meses se representa en la Tabla 5-12.

Mes	Régimen húmedo	Régimen intermedio	Régimen seco
Enero	42,0	30,4	30,9
Febrero	32,0	24,7	11,0
Marzo	32,0	32,7	15,0
Abril	70,5	50,4	40,8
Mayo	88,2	59,5	49,9
Junio	49,3	44,4	23,3
Julio	30,9	17,3	17,4
Agosto	45,0	55,2	11,1
Septiembre	57,0	38,4	21,7
Octubre	43,9	39,7	24,1
Noviembre	39,5	36,2	35,9
Diciembre	36,1	30,1	28,3
TOTAL ANUAL	565,4	459,0	299,4

Tabla 5-12. Pluviometría mensual calculada para cada uno de los meses de desarrollo de la experiencia para la determinación de la supervivencia de las cariópsides en el suelo.

Se calculó la cantidad diaria de pluviometría correspondiente a cada uno de los regímenes mediante un modelo de producción estocástica de pluviometría (VILLALOBOS y FERERES, 1989 in RIBA, 1993) de forma que quedaron asignados los días en que se preveía una lluvia y la cantidad de la misma.

5.4.2.3. Situación de las cariópsides

Las cariópsides se soterraron en el interior de bolsas de nylon a dos profundidades, 0,5 y 20 cm. Las situadas a 0,5 cm de la superficie simulaban las que en la práctica agrícola quedan en la superficie del suelo y que son a su vez proporcionan el mayor número de plántulas en las infestaciones observadas en campo. Las que se colocaron a 20 cm de profundidad simulaban las son trasladadas hasta esta posición mediante el efecto de las labores de cultivo.

5.4.2.4. Diseño experimental

El experimento contuvo 72 macetas rellenas de tierra provenientes del horizonte superficial de un campo de cereal exento de cariópsides de *L. rigidum* Gaud. Dicha tierra,

pertenecía a un suelo xerortent typic con una textura compuesta de un 18% de arena, un 54,4% de limo y un 26,1% de arcilla. En cada maceta se colocaron en cada una de las dos profundidades antes descritas una bolsa de nylon con 100 cariópsides.

Las macetas se colocaron a la intemperie, protegidas de la lluvia mediante una cubierta transparente de PVC situada a una altura de 1,50 m del suelo y encima de una capa de 15 m de grava que evitó el que pudieran quedar inundadas por la parte inferior debido al agua de lluvia.

Figura 5-3

Tres sistemas independientes de riego gota a gota permitieron distribuir el agua de la forma prevista. El sistema de riego estaba constituido por goteros autocompensantes que proporcionaban un caudal de dos l/h trabajando a una presión de 1,5 atms, que era controlada mediante un manómetro situado a la salida de la toma principal de agua. A cada maceta correspondía un gotero independiente con su mecanismo de sujeción correspondiente en el centro de la misma. Cada régimen de humedad disponía de un sector de riego independiente provisto de una llave de paso, lo cual permitió un adecuado control del agua a aportar.

Siguiendo el calendario previsto se proporcionaba el riego adecuado controlándolo mediante probetas graduadas en las que se introducía uno de los goteros, de este modo quedaba exactamente asegurada que la cantidad de agua aportada era la deseada.

El diseño experimental contó con tres repeticiones dispuestas en bloques al azar, contando cada parcela elemental con una maceta.

Figura 5-4

Se realizaron 8 extracciones a los 90, 150, 240, 270, 300, 390, 480 y 570 días después de realizar la siembra. En cada una de las extracciones se recuperaban las cariópsides de nueve macetas, tres por cada régimen de humedad, por lo que se utilizaron las 72 macetas y 14.400 cariópsides a partir de las cuales se estimó la persistencia de las mismas.

5.4.2.5. Análisis de las cariópsides recuperadas

En cada extracción de cariópsides se recuperaban las bolsas contenidas en el interior de los macetas, mediante el vaciado de las mismas y recuperación de las bolsas correspondientes.

Una vez abierta la bolsa se contabilizaban las cariópsides germinadas, las cariópsides muertas y las cariópsides dormidas, de manera que se pudiera aplicar el modelo de Schafer y Chilcote (RIBA 1993) en el que el número total de cariópsides (S) se obtiene sumando las cariópsides con dormición forzada (Pex), las cariópsides con dormición innata o inducida (Pend), las cariópsides germinadas (Dg) y las cariópsides inviables (Dn)

$$S = Pex + Pend + Dg + Dn$$

Las cariópsides no germinadas se colocaron en una cámara de cultivo con fotoperíodo

y termoperíodo controlado a 12/24 ºC con 12 horas de oscuridad que coincidían con las temperaturas bajas. De estas cariópsides, las que no germinaban eran analizadas mediante el test de tetrazolio para detectar las cariópsides viables pero con dormición

5.4.3. RESULTADOS

El porcentaje medio de cariópsides viables obtenido en cada una de las extracciones y en cada uno de los niveles de soterramiento queda reseñado en la Tabla 5-13.

Días después de la siembra	0	150	210	270	300	390	480	570
Nivel 0,5 cm								
Húmedo	75,8	11,1	11,3	12,0	-	11,0	8,0	9,6
Intermedio	75,8	13,8	16,6	11,6	18,3	20,0	3,3	0,3
Seco	75,8	14,4	17,3	14,3	10,3	18,0	6,0	5,0
Nivel 20 cm								
Húmedo	75,8	11,3	5,30	1,3	-	0,3	0,3	1,3
Intermedio	75,8	35,3	52,0	18,7	21,7	7,5	1,0	5,6
Seco	75,8	70,5	44,6	49,5	24,3	20,3	10,3	6,5

Tabla 5-13. Cantidad de cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud. expresada en porcentaje, que permanecen viables en el suelo hasta 570 días después de la siembra.

Partiendo de un 75,8% de germinación a los 150 días de iniciada la experiencia la viabilidad de las cariópsides se ve notablemente disminuida en todos los supuestos excepto en el nivel de 20 cm con régimen de humedad seco. El interés de estos resultados radica en el hecho de que es el periodo de tiempo aproximado entre la producción de las cariópsides y la siembra del cereal.

A partir de la extracción realizada a los 270 días se observa una notable disminución de las cariópsides recuperadas con viabilidad para dar nuevos individuos, principalmente en las enterradas en profundidad.

A los 570 días de haberse producido la incorporación de las semillas en el suelo quedan viables tan solo un pequeño porcentaje de las mismas.

El nivel de soterramiento, sobre todo en las primeras extracciones explica gran parte de las diferencias observadas en la conservación de la viabilidad de las cariópsides. Se conserva mejor la viabilidad en el régimen seco y a veinte centímetros de profundidad.

Con las cariópsides situadas en la superficie del suelo, el régimen de humedad ha influido poco en su conservación. Sin embargo en las semillas colocadas en profundidad, el régimen seco ha mantenido de forma notablemente diferente una mayor proporción de semillas viables durante más tiempo.

Para una mejor visualización de los datos numéricos de la Tabla 5-13, se aporta la Figura 5-5 en el que puede observarse claramente la longevidad alcanzada por las semillas en cada una de las profundidades y de las condiciones de humedad analizadas.

Una vez comprobados los supuestos previos al análisis de la varianza se realiza el mismo, dando como resultado que el porcentaje de variación explicado por cada factor es el

que se refleja en la Tabla 5-14.

Días después de la siembra	150	210	270	390	480	570
Humedad	22,45	40,10	18,00	1,65	0,68	0,51
Nivel	49,69	53,60	3,60	1,28	3,95	0,04
Interacción	15,40	24,10	13,20	0,57	0,60	2,80
Error %	8,30	6,18	15,33	67,61	64,71	64,20

Tabla 5-14. Análisis de la varianza de la supervivencia de cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud. en el suelo. Porcentaje de variación explicado por cada factor en cada fecha de extracción de las cariópsides después de la siembra de las mismas.

5.4.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el mismo ensayo que el descrito en este capítulo TABERNER *et al*. (1992), se comparó el comportamiento de las semillas de *Lolium rigidum* Gaud. con las de *Bromus diandrus* Roth. observándose de forma clara como el banco de semillas de esta última especie había desaparecido prácticamente del todo a los 150 días de haberse producido la incorporación de las mismas en el suelo, siendo así que esta mayor persistencia de las semillas de *Lolium rigidum* Gaud. explica la posibilidad de que las infestaciones de esta especie sean más persistentes y exijan un mayor esfuerzo para su control que las de *Bromus diandrus* Roth.

La persistencia de las semillas en el suelo junto con sus características de dormición muestran que se trata de una especie con elevada rapidez de cambio de la composición de su banco de semillas. En efecto, la renovación del banco de semillas del suelo se produce de forma casi total cada año puesto que son escasas las cariópsides que permanecen en el suelo y, además, la mayoría se encuentran en disposición de germinar. Esta renovación prácticamente anual del banco favorece el que se puedan presentar con relativa rapidez fenómenos de resistencia a herbicidas (GRESSEL y SEGEL, 1982).

Estos resultados son similares a los obtenidos por NOENHUIS y BALTJES (1985) en *Lolium perenn* L., comparando la persistencia de las cariópsides de esta especie con las de cebada, trigo, avena, *Agrostis tenuis* Sibth. y *Poa pratensis* L. conservadas durante 9 años en un ambiente con una temperatura entre 9 y 20ºC.

ROBERTS (1986) observa también una corta persistencia de las cariópsides de *Lolium perenne* L. en el suelo, junto con especies como *Bromus sterilis* L., *Bromus hordeaceus* L., *Arrenatherum elatius* (L.) Beauv. *y Alopecurus pratensis* L., sin embargo, *Avena fatua* L.y *Poa annua* L. tuvieron una persistencia mucho mayor.

En el caso concreto de *Lolium rigidum* Gaud. DOWLING y WONG (1993) estiman que la persistencia de sus cariópsides debe ser superior a los dos años, si bien no indican qué porcentaje de las mismas superan este período de tiempo. Por otra parte, la baja persistencia de las semillas en el suelo puede apoyar la hipótesis de que el laboreo del suelo, colocando a las semillas en condiciones de difícil germinabilidad, sea un método de control adecuado.

A la vista de los resultados obtenidos en este ensayo se puede concluir que:

1. Las cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud. tienen una corta persistencia en el suelo, pues a partir de los dos años de permanencia en el mismo su viabilidad es muy baja.

2. La profundidad de soterramiento ha sido más influyente en la persistencia de las cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud. que el régimen de humedad.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

CAPÍTULO 6.

CONCLUSIONES GENERALES

De los resultados obtenidos en los capítulos anteriores se deducen sobre *Lolium rigidum* Gaud. las conclusiones que seguidamente se enumeran de forma breve sobre su distribución en Catalunya, su fenología y demografía en condiciones de cultivo de cereal de invierno y sobre el comportamiento biológico de sus cariópsides:

1. La especie de *Lolium* que se presenta con más frecuencia como mala hierba de los cereales de invierno en Cataluña es *Lolium rigidum* Gaud.. En mucho menor grado y como consecuencia de restos de un cultivo forrajero anterior, se presenta *Lolium multiflorum* Lam.

2. *Lolium rigidum* Gaud. es una especie ampliamente distribuida por los campos de cereal de invierno de Cataluña, encontrándose en un 54,7% de los mismos. Principalmente se desarrolla en condiciones de secano, donde las infestaciones son más importantes. Cuando se trata de cereales de invierno de regadío aunque la frecuencia de infestación es similar su densidad de infestación es más baja debido al efecto de las rotaciones de cultivo. Dentro del conjunto de las malas hierbas de los cereales de invierno su Contribución Específica a la Infestación Total es elevada, siendo la principal gramínea infestante de estos cultivos.

3. En los campos de cereal se observan nacencias otoñales con las primeras lluvias después del verano. Con las labores de preparación del lecho de siembra se destruyen estos primeros individuos y se produce una nueva nacencia de plantas junto con el cereal de invierno. En el caso de no realizarse correctamente la destrucción de los individuos de nacencia otoñal, éstos alcanzan un gran desarrollo durante el ciclo de cultivo del cereal. Prácticamente no se producen nuevas nacencias hasta el otoño siguiente.

4. Los estados fenológicos de mayor duración son los de plántula y ahijado, sucediéndose después de forma mucho más rápida los de encañado, espigado y floración hasta llegar a la madurez del grano, que tiene lugar días antes de la madurez del cereal.

5. Se necesitan por término medio 191,7 Grados-día para que se produzca la nacencia, 473,2 para alcanzar el estadio de 3 hojas verdaderas y 1494,0 para que se produzca la floración. Los estadios que acumulan un mayor número de Grados-día son, en orden decreciente, la madurez del grano, la floración, el espigado y el encañado.

6. La producción de cariópsides por unidad de superficie es muy elevada en el caso de no ejercer ninguna medida de control sobre la mala hierba. Esta producción se ve claramente recortada por el efecto de los tratamientos herbicidas, si bien un escaso número de pies de *Lolium* es capaz de generar la suficiente fructificación como para mantener la infestación de la parcela.

7. El herbicida clortolurón ha tenido un efecto claro sobre el peso unitario de las cariópsides el cual ha sido 2 mg / cariópside en la cohorte de otoño y entre 0,4 g / 1000 cariópsides en las plantas procedentes de los testigos y de 0,8 g / 1000 cariópsides en las procedentes de las parcelas tratadas. Tampoco ha tenido un efecto claro sobre el esfuerzo reproductor de las plantas.

8. Los tratamientos herbicidas provocan una disminución muy importante del número de individuos por m2, si bien este efecto está estrechamente relacionado con el momento y condiciones del tratamiento y en ningún caso ha sido del 100%. La dosis completa de herbicida ha resultado ser sustancialmente más eficaz que la dosis mitad.

9. Se ha constatado una importante exportación de cariópsides fuera del campo con la cosechadora, por lo que debe tenerse en cuenta este hecho a fin de prevenir la diseminación de la mala hierba.

10. En condiciones de laboratorio las cariópsides de *Lolium rigidum* Gaud. han presentado un máximo de germinación con las condiciones variables de foto y termoperíodo consistentes en alternar cada 12 horas la temperatura entre 24 y 12 ºC haciendo coincidir la temperatura elevada con la presencia de luz. En estas condiciones se consiguen soslayar todos los fenómenos de dormición secundaria de las semillas.

11. La dormición de las semillas presenta importantes variaciones en el transcurso del año. Poseen una importante dormición innata durante el verano posterior a su producción, que se pierde de forma importante en otoño. Posteriormente, en invierno, adquieren una dormición secundaria que mantienen con ligeras variaciones hasta la primavera, momento en la que ésta disminuye de nuevo.

12. Al cabo de 18 meses de permanencia en el suelo de las cariópsides de *Lolium rigidum* sólo permanecen viables entre un 0,3 y un 9,6 %, según la humedad de que hayan dispuesto y de la profundidad de soterramiento a la que hayan estado sometidas. Las semillas mantenidas en profundidad presentan menos persistencia en el banco de semillas que las situadas en niveles superficiales. Todo esto hace suponer que la permanencia de estas semillas en el suelo no puede ser muy prolongada.

13. El soterramiento en profundidad de las semillas mediante el laboreo del suelo puede conseguir el control de esta mala hierba en menos de tres años. También la combinación con el uso de herbicidas, aplicados en el momento apropiado, puede conducir a un control prácticamente total de las infestaciones en un plazo de 2 - 3 años. En el caso de clortolurón el momento óptimo de aplicación se sitúa entre los 10 y 15 días después de la nacencia de *Lolium.*

CAPÍTULO 7.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI M.A. & LIEBMAN M. (1987). Weed management ecological guidelines. In: *Weed management in the agroecosystems: ecological approaches* 339 pp.

ÁLVAREZ A. (Sin fecha). Lleida, un clima variable de contrastes estacionales. Mecanografiado. Inédito.

ANTONELLO F., LOI A. & PORQUEDDU C. (1993) *Lolium rigidum* Gaudin: preliminary results on natural populations collected in Sardinia. Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee, Universita di Sassari, Italy. *Rivista-di-Agronomia*. 27: 2, pp. 142-148.

ASCARD J. (1993). Soil cultivation in daylight with a light-proof cover on the harrow reduced weed emergence. *Comunicaciones 4ª Conferencia IFOAM. Dijon, France* pp. 211-216.

AULD B.A., MENZ K.M. & TISDELL C.A. (1987). Weed Control Economics. Academic Press. 177 pp.

BASKIN J.M. & BASKIN C.C. (1989). Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. In: *Ecology of soil seed banks*. Cap. 4, p 53-65.

BASKIN J.M. & BASKIN C.C. (1991). Environmentally induced changes in the dormancy states o buried weed seeds. *British Crop Protection Conference*. *Weeds* **2**, pp. 695-701.

BAZZAZ F.A. & ACKERLY D.D. (1992). Reproductive allocation and reproductive effort in plants in Seeds. *The ecology of regeneration in plant communities*. Fenner ed. pp. 1-26.

BELLOSTAS A. & AIBAR J. (1994). La importancia de *Lolium rigidum* Gaudin como infestante de los cereales de invierno en la provincia de Huesca. LUCAS MALLADA, *Revista de Ciencias* **6**, pp. 55-76.

BOLÒS O., VIGO J., MASALLES R.M. & NINOT J.M. (1990). Flora Manual dels Països Catalans. Ed. Pòrtic S.A. 1247 pp..

BORGES A.E.L. (1975). Some germination and phenological aspects of *Lolium rigidum*. *Proc.EWRS Symp. Status Biology and control of grassweeds in Europe* pp. 49-57.

BHOWMIK PC. (1993). Weed biology: its importance in integrated weed management systems. *Proceedings of an Indian Society of Weed Science International Symposium, Hisar, India, 18-20 November 1993*. Vol. I, pp. 57-65.

CABALLERO R. (1972). Ecología y valor agronómico de las especies y variedades de interés pascícola en España. (II) Géneros: Lolium, Phalaris, Phleum y Poa. Pastos. vol

2, núm. 1.

CADEVALL I. & DIARS J. (1936). Flora de Catalunya. *Institut d´Estudis Catalans* **6**, 290 pp.

CANTERO-MARTÍNEZ C. (1989) Caracterización agronómica y respuesta a la fertilización nitrogenada de genotipos de cebada *(Hordeum vulgare* L.) y triticale (X*Triticosecale* Wittmark) en condiciones de secano en La Segarra. *Lérida Tesis Doctoral (Inédita). Universitat Politècnica de Catalunya. ETSIA. Lérida*.

COOKS P.S. & DONALD C.M. (1973). The germination and stablishment of two annual pasture grasses: *Hordeum leporinum* Link and *Lolium rigidum* Gaud. *Aust. J. Agric. Res*. **24**: pp. 1-10.

COSTE H. (1901). Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes. *Librairie Scintifique et Technique Albert Blanchard* **3**, 670 pp.

CHARMET G., BALFOURIER F. (1994). Isozyme variation and species relationships in the genus *Lolium* L. (ryegrasses, Graminaceae). *Theoretical and Applied Genetics*. **87**: 6, pp. 641-649

CHENG H.H. (1990). Pesticides in the soil environment - An overview. In: *Pesticides in the soil environment: processes, impact and modeling SSSA*. Cap. 1

D.A.R.P. GABINET TÈCNIC DEL. GENERALITAT DE CATALUNYA (1992). Estadístiques Agràries i Pesqueres de Catalunya.

D.A.R.P. SECCIÓ D´AVALUACIÓ DE RECURSOS I NOVES TECNOLOGIES. (Sin fecha). Inventari de sols de Catalunya. Inédito.

DAVIDSON S. (1984). *Lolium rigidum*: Competition for Nitrogen. *Rural Research* p 4-6.

DOWLING PM. & WONG PTW. (1993). Influence of preseason weed management and in-crop treatments in two successive wheat crops 1. Weed seedling numbers and wheat grain yield. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. **33**: 2, pp. 167-172.

DUDECK AE., PEACOCK CH. & SHEEHAN TJ. (1986). An evaluation of germination media for turfgrass salinity studies. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. **111**: 2, pp. 170-173

ELLIS R.H., HONG T.D. & ROBERTS E.H. (1985). Handbook of seed technology for genebanks. *International Board for Plant Genetic Resources. Roma* **2**.

EL TITI A., BOLLER E.F. & GENDRIER J.P. (1995). Producción Integrada. Principios y directrices técnicas. *Bulletin OILB SROP* **18**, p. 1.

FERNÁNDEZ QUINTANILLA C. (1991). Hacia un control sostenible de las malas hierbas: aplicación al caso de los cereales. *Actas Reunión 1991 de la SEMh. Córdoba* pp. 17-

24.

FERNÁNDEZ QUINTANILLA C. (1995). Reducción del uso de herbicidas en cereales mediante la utilización de sistems de optimización de dosis y de su integración con el uso de métodos culturales de control. Mecanografiado. Inédito.

FERNÁNDEZ QUINTANILLA C. & GONZÁLEZ ANDÚJAR J.L. (1988). Utilización del concepto de umbrales de decisión para el control de malas hierbas. *ITEA* **75**, pp. 57-69.

FONT QUER P. (1982) Diccionario de Botánica. Editorial Labor. 1.244 p.

FORCELLA F. (1984). Wheat and ryegrass competition for pulses of mineral nitrogen. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb* **24**, pp. 421-425.

FROUD-WILLIAMS R.J. (1987). Changes in weed flora with different tillage and agronomic management systems. *Weed management in agroecosystems: ecological approaches*. ALTIERI M.A. & Liebman M. Eds. 213 pp.

FROUD-WILLIAMS R.J. (1991). Novel approaches to weed control: new tricks for the oldest profession. *Proc. BCPC Weeds* **1**, pp. 143-154.

FROUD-WILLIAMS R.J. (1995). Avoidance of herbicide resistance trhough integrated weed management: a review. *Actas International Symposium on weed and crop resistance to herbicides. Córdoba*, p. 200.

GARCÍA-BAUDÍN J.M. (1982). Importancia de los "vallicos" en los cereales de invierno españoles. *Bol. Serv. Plagas* **8**, pp. 179-184.

GARCÍA-BAUDÍN J.M. (1992). Gramíneas adventicias en los cereales de invierno españoles, 2: Especies adventicias del género *Lolium* en los cereales (trigo y cebada) españoles. *Phytoma España*. Fascículo 2, pp. 33-55.

GARCÍA-BAUDIN J.M. & PÉREZ MARSÁ (1982). Gramíneas adventicias y otras malas hierbas en los cereales de invierno de Cataluña. *FIT nº 15 Servei d´Extensió Agrària*. Generalitat de Catalunya.

GARCÍA-TORRES L. & FERNÁNDEZ-QUINTANILLA C. (1991). Fundamentos de malas hierbas y herbicidas. *MAPA*. Ed. Mundi-Prensa. 348 p.

GARRIDO V.M., COSTA V.J., DIAZ A.M.C., FERNÁNDEZ- QUINTANILLA C., GARCÍA S.J.J., GÓMEZ DE BARREDA, VALERA H.F. & ZARAGOZA L.C. (1991). Buenas Prácticas Agrícolas en diversos cultivos. *Actas Reunión 1991 de la SEMh. Córdoba*, pp. 34-40.

GHERSA CM. & HOLT JS. (1995). Using phenology prediction in weed management: a review. *Weed Research* **35**, pp 461-470.

GHERSA CM., MARTINEZ-GHERSA MA., BREWER TG. & ROUSH ML. (1994a) Selection pressures for diclofop-methyl resistance and germination time of Italian ryegrass. *Agronomy Journa* l. **86**: 5, pp. 823-828

GHERSA CM., MARTINEZ GHERSA MA., CASAL JJ., KAUFMAN M., ROUSH ML. & DEREGIBUS VA. (1994) Effect of light on winter wheat (*Triticum aestivum*) and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) competition. *Weed-Technology*. **8**: 1, pp. 37-45

GILL G. (1995). Prevention and control of herbicide resistant weeds in Australia. *Actas International Symposium on Weed and Crop Resistance to Herbicides. Córdoba*, 191.

GORDDARD RJ., PANNELL DJ. & HERTZLER-G. (1995). An optimal control model for integrated weed management under herbicide resistance. *Australian Journal of Agricultural Economics*. 1995, **39**: 1, pp. 71-87

GRAMSHAW D. (1972). Germination of annual ryegrass seeds (*Lolium rigidum* Gaud.) as influenced by temperature, light, storage environment, and age. *Aust. J. Agric. Res*. **23**, pp. 779-787.

GRAMSHAW D. (1976). Temperature/light interactions and the effect of seed source on germination of annual ryegrass *(Lolium rigidum* Gaud.) seeds. *Aust. J. Agric. Res*. **27**, pp. 779-786

GRAMSHAW D. & STERN R.D. (1977a). Survival of annual ryegrass (*Lolium rigidum* Gaud.) in a Mediterranean type environment. I Effects of summer grazing by sheep on seed numbers and seed germination in autumn. *Aust. J. Agric. Res*. **27**, pp. 779-786

GRAMSHAW D. & STERN W.R. (1977b). Survival of annual ryegrass *(Lolium rigidum* Gaud.) seed in a mediterranean type environment. II Effects of short-term burial on persistence of viable seed. *Aust. J. Agric. Res*. **28**, pp. 93-101.

GRESSEL J. (1995). Burgeoning resistance and needs for new management strategies. *International Symposium on Weed and Crop Resistance to Herbicides. Córdoba*. p 15.

GRESSEL J. & SEGEL L.A. (1982). Interrelating factors controlling the rate of appearance of resistance: the outlook for the future Herbicide resistance in plants. Le BARON H.M. & GRESSEL J. Ed. Cap. 7. pp. 117-132.

GRIME J. (1982). Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. Limusa. 291 pp.

GUILLERM J.L. & MAILLET J. (1982). Western Mediterranean Countries of Europe. In: *Biology and Ecology of Weeds*. HOLZNER W. & NUMATA M. Eds. Dr.W.Junk Publishers.

HAFLIGER E. & SCHOLZ H. (1981). Grass Weeds Ciba Geigy 2, pp. 100 - 105.

HALL M.A., ACASTER M.A., CANTRELL I.C., SMITH A.R. & YOUSIF O.A.F. (1991).

BIBLIOTECA VIRTUAL

The manipulation of weed seed dormancy. *British Crop Protection Conference* **2**, pp. 719 - 722.

HAMPTON JG. (1986). Effect of seed and seed lot 1000-seed weight on vegetative and reproductive yields of 'Grasslands Moata' tetraploid Italian ryegrass *(Lolium multiflorum*). *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. **14**: 1, pp. 13-18.

HARTMANN K.M., GÖTZ S., KAUFANN T., KROOB C., MARKET R., MOLLWO A., SCHNEIDER K., TRAUTNITZ P. & WOLMERINGER- KUNKEL D. (1995). Harrowing darkling is half weeded: photocontrol of weed germination: Principles and limits. *Actas International Symposium on weed and crop resistance to herbicides. Córdoba* p 128.

HILL M.J., KAY G. & YEATES S.J. (1985). A comparison of the growth of seedlings of mediterranean and temperate tall fescues, phalaris and annual ryegrass. *Aust. J. Exp. Agric*. **25**, pp. 818-823.

HOLT J.S. (1987). Ecological and physiological characteristics of weeds. In: *Weed management in agroecosystems: ecological approaches*. ALTIERI M.A. & LIEBMAN M. Eds. pp. 7-24.

HOLT J.S. (1994). Impact of weed control on weeds: new problems and research needs. *Weed Technology* **8(2)**, pp. 400- 416.

HOWARD C.I., MORTIMER A.M., GOULD P., PUTWAIN P.D., COUSENS R. & CUSSANS G.W. (1991) The dispersal of weeds: seed movement in arable agriculture. *Brighton Crop Protection Conference - Weeds* **2**, 821-827.

HUBBARD C.E. (1968). Grasses. *Penguin Books*. 463 pp.

HUMPHRIES C.J. (1980). *Lolium* L. In: TUTIN T.G., HEYWOOD V.H., BURGES N.A., MOORE D.M., VALENTINE D.H., WALTERS S.M. & WEBB D.A. *Flora Europaea* **V**, pp. 153-154.

INSPV. (INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS Y PLANTAS DE VIVERO). (1977). Reglas internacionales para ensayos de semillas. MAPA, p 113-119.

ISTA. (INTERNATIONAL SOCIETY OF TESTING ANALYSIS). (1976). International Rules for seed testing. *1976 Seed Science and Technology*. Vol **4** nº 1.

JAUZEIN PH (1990). Weed Biology and Control for Mediterranean Conditions. *Apuntes del Curso del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza*. Fotocopiado. Inédito.

JAUZEIN P. (1995). Flore des champs cultivés. *Col. Techniques et pratiques*. Ed. Sopra - INRA. *París* 897 p.

JAUZEIN P. & MONTEGUT J. (1983) Graminées (Poaceae) nuisibles en agriculture. *Societé d´Editions "Champignons et nature". Aubervillier* 593 p.

JIMÉNEZ HIDALGO M., PALMA M.J., SAAVEDRA M. & PASTOR M. (1991) La emergencia de *Lolium rigidum* Gaud. en Andalucía. *Actas Congreso SEMh*. pp. 128-132.

JIMÉNEZ HIDALGO, M. (Sin Fecha). Eficacia de herbicidas en cereales. (10 años de ensayos en cereales en España). *Grupo de Trabajo de malas hierbas y herbicidas de los servicios de Protección de los Vegetales y de Sanidad Vegetal.* MAPA. Madrid.

JUNNILA S. (1990). Influence of spraying time on herbicide efficacy in spring cereals. *Proc. 1990 EWRS Symp. Int. W. M. in Cereals. Helsinki* pp. 375-382.

KARSSEN C.M. & HILBORST H.W.M. (1992). Effect of chemical environment on seed germination. *Seeds*. Cap. 11, pp. 327-348.

KLOOT P.M. (1983) The genus *Lolium* in Australia. *Aust. J. of Botany*. **31**, pp. 421-435.

KRESS W. (1993). Maîtrise des adventices avec la herse-chaine ou la herse eétrille. *Comunicaciones a la 4ª Conferencia Internacional IFOAM. Dijon. France* pp. 79-82.

LANSAC A.R., HUTTER Y. & GARCÍA-BAUDÍN J.M. (1984). A contribution to the study of *Lolium* spp as weeds in Spain. *Comp. Rend. 7em Col. Int. Biol., Ecol. et Syt. des mauvaises Herbes. París* **1**, pp. 229-234.

LEÓN LLAMAZARES A. (1989). Caracterización agroclimática de la provincia de Lleida. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

LOCHON S. & JAUZEIN P. (1986) Nuisibilité du ray-grass: les seuils d´intervention. *Phytoma* Nov. 1986. pp. 15-18.

LOOS BP. (1993a). Morphological variation in Lolium (Poaceae) as a measure of species relationships. *Plant Systematics and Evolution*. 1993, **188**: 2, pp. 87-99.

LOOS BP. (1993b). Allozyme variation within and between populations in Lolium (Poaceae). *Plant Systematics and Evolution*. **188**: 2, pp. 101-113.

LOTZ L.A.P., GROENEVELD R.M.W. & SCHNIEDERS B.J. (1993). Evaluation of the population dynamics of annual weeds to test integrated weed management at a farming system level. *Landscape and urban planning* **27**, pp. 185-189.

LUSH WM. & GROVES RH. (1981). Germination, emergence and surface establishment of wheat and ryegrass in response to natural and artificial hydration-dehydration cycles. *Australian Journal of Agricultural Research*. **32**: 5, pp. 731-739.

MARQUÉS X., PUIG E., PUIGGROS JM., SAUS J., TABERNER A. & VILÀ-HORS JP. (1983). Manual de les Males Herbes dels Conreus de Catalunya. *Obra Agrícola de la Caixa de Pensions. Barcelona. (Manual de las malas hiebas de los cultivos de Catalunya)*. 208 p.

MARTÍN M.T. (1993) Determinación de las condiciones óptimas de germinación de las semillas de *Lolium rigidum* Gaud. *Trabajo Final de Carrera. ETSEAL*. Inédito 95 p.

MAYER A.M. & POLJAKOFF-MAYBER A. (1989). The germination of seeds. *Pergamon Press*. 270 p.

MEDINA M.A., DE PRADO J.L., TABERNER A., ROMERA E., MENÉNDEZ J. & DE PRADO R. (1992). Tolerance of *Lolium rigidum* to diclofop methyl and isoproturon. *IXéme Colloque International sur la Biologie des Mauvaises Herbes* pp. 471-476.

MONAGHAN N.M. (1980) The biology and control of *Lolium rigidum* as a weed of wheat. *Weed Research* **20**, pp. 117-121.

MONTEGUT J. (1975). Ecologie de la germination des mauvaises herbes. In CHAUSSAT R. et LE DEUNFF eds. La germination des semences. *Gautier Villars. Paris*. pp. 191-217.

MURDOCH A.J. & ELLIS R.H. (1992). Longevity, viability and dormancy. In: *Seeds. The ecology of regeneration in plant communities*. Cap. 8, pp. 231- 243.

NIENHUIS KH & BALTJES HJ. (1985). Seed storage and germination in testing varieties for distinctness, uniformity and stability. *Seed Science and Technology*. **13**: 1, pp. 19-25.

PAÑELLA J. (1994). Fenología, demografía i producció de la mala herba *Bromus diandrus* Roth. en ordi d'hivern. *Proyecto Fin de Carrera, ETSEAL*. 125 p. Inédito.

PEARCE G.A. & HOLMES J.E. (1986) The control of annual ryegrass. J. Agric. *West Australia* **3**, pp. 77-81.

PEGUY Ch. P. (1970). Précis de climatologie. *Masson et Cie. Paris*. 468 p.

PÉREZ-GARCÍA F., PITA-VILLAMIL J.M. & GÓMEZ CAMPO C. (sin fecha). Fisiología de semillas. *Monografías ETSIAM* nº 126, 49 pp.

PIÉ J. del (1994). Estudio de poblaciones de *Lolium* resistentes. *Proyecto Final de Carrera ETSEAL*. Inédito 135 p.

PITA VILLAMIL J.M. & PÉREZ GARCÍA F. (1989). Dormición de semillas. *Monografías de la ETSIAM* Nº 127, 99 p.

POMAR J. & PORTA J. (1983). Climatologia, en Els sols de Catalunya, Àrea meridional de Lleida. *Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Barcelona*.

PONS T.L. (1992). Seed responses to light. *Seeds* Cap. 9, pp. 259-288.

POZO A.H. Del, GARCÍA-HUIDOBRO J., NOVOA R. & VILASECA S. (1987).

Relationship of base temperature to development of spring wheat. *Explc. Agric*. **23**, pp. 21-30.

POWLES S. (1995). Multiple herbicide resistance in *Lolium rigidum. Actas International Symposium on Weed and Crop Resistance to Herbicides. Córdoba*. p. 64.

PRADO R. De, MENÉNDEZ J., CASELEY J.C. & TABERNER A. (1991). Response to substituted ureas, triazines and chloroacetanilides in a biotype of Alopecurus myosuroides resistant to chlortoluron. *Proc. BCPC. Weeds* **2**, pp. 1065-1070.

PUERTAS G.G., SERRA G.J. & BOSCH B.A. (1994). Experimentació varietal en cereals. Resultats en la campanya 1993-1994. *Publicaciones SEA, IRTA, Fundació Mas Badia*, 35 p.

PUJOL M. & GORCHS G. (1989). Escalas fenológicas para el seguimiento del ciclo de los cereales de invierno. *Ed. EUETA, Barcelona*, 29 p.

PURVIS CE., JESSOP RS. & LOVETT JV. (1985). Selective regualtion of germination and growth of annual weeds by crop residues. *Weed-Research* **25**: 6, pp. 415-421.

RADOSEVICH S.R. & HOLT J.S. (1982). Phisiological responses and fitness of susceptible and resistant weed biotypes to atrazine herbicides. Herbicide Resistance in Plant. Le BARON H. M. & GRESSEL J. Cap. 9, pp. 163-184.

RAMOS F. & CEÑA F. (1992). Sistemas de producción de hortalizas. En Nueva Horticultura. *Tecnología y economía de los sistemas hortícolas intensivos*. Ed. RAMOS E. & RALLO L. Cap. 1, pp. 21-35.

RASMUSSEN J. (1993). Can high densities of competitive weeds be controlled efficiently by harrowing or hoeing in agricultural crops?. *Comunicaciones 4ª conferencia IFOAM. Dijon. France*. pp. 83-88.

READMAN J.W., ALBANIS T.A., BARCELÓ D., GALASSIS S., TRONCZYNSKI J. & GABRIELIDES G.P. (1993). Herbicide Contamination of Meditarranean Estuarine Waters: Results from a MED POL Pilot Survey Marine Pollution Bulletin **26** (11), pp. 613-619.

RECASENS J. RIBA F., IZQUIERDO J., FORN F. & TABERNER A. (En Prensa). Gramíneas infestantes de los cereales de invierno de Cataluña. *ITEA*.

REGHER D.L. (1993). Integrated weed management in agronomic crops. *Comunicaciones 4ª conferencia IFOAM. Dijon. France* pp. 17-22.

RIBA F. (1992). Documentación Sección Malherbologia año 1992, 26 p.

RIBA F. (1993). Demografia i dinàmica de poblacions de Bromus diandrus Roth en cereals d'hivern. *Tesis Doctoral.* Inédita. 116 p.

RIBA F., RECASENS J. & TABERNER A. (1990). Flora arvense de los cerales de invierno de Cataluña (I). *Actas Reunion SEMh. Madrid*, pp. 239-246.

RIBA F., TABERNER A., CUADROS R., MASANES J. & SOLÉ M. (1991) Observaciones sobre los efectos de la temperatura en el desarrollo fenológico de seis especies de malas hierbas, infestantes de cerales de invierno, en sus primeros estadios de desarrollo. *Actas Congreso SEMh*. pp. 142-145.

RICO. (1993) Estudio de la dormición de semillas de *Lolium rigidum*, mala hierba infestante de los campos de cerales de invierno de Cataluña. *Trabajo final de Carrera. ETSEAL*. 106 p.

ROBERT R.J. (1992). The role of temperature in germination ecophysiology. *Seeds* Cap. 10, pp. 285-302.

ROBERTS HA. (1986). Persistence of seeds of some grass species in cultivated soil. *Grass and Forage Science*. **41**: 3, pp. 273-276.

ROBERTS E.H., MURDOCH A.J. & ELLIS R.H. (1991). The interaction of environmental factors on seed dormancy. *British Crop Protection Conference Weeds* **2**, pp. 687-692.

RUIZ-MARTÍNEZ B. (1994). Eficacia de los herbicidas en control de *Lolium rigidum*. Graud. *TFC ETSEAL*. Inédito. 86 p.

RYOO JW., KANG JH. & PARK BH. (1985). Seed production studies in Italian ryegrass (Lolium multiflorum Lam. italicum). II. Misture content, seed weight, shattering and germination inthe ripening process of Italian ryegrass. *Journal of the Korean Society of Grassland Science*. **5**: 1, pp. 79-83.

SAAVEDRA M. (1990). Weed Biology and Control for Mediterranean Conditions. *Apuntes del Curso del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza*. Fotocopiado. Inédito.

SALONEN J. (1990) Reduced herbicide doses in spring cereals. *Proc. EWRS Symposium 1990 Int W. Man, in Cereals. Helsinki*, pp. 359-366.

SANGAKKARA R., ROBERTS E & WATKIN BR. (1985). Relationships between seed characters and seeding growth of three herbage grasses. *Seed Science and Technology*. **13**: 1, pp. 219-225.

SANS F.X. (1991). Estudis sobre la dinàmica de poblacions de la flora arvense en conreus arboris de secà a la comarca de les Garrigues. *Tesis Doctoral.* Inédita, pp. 67-77.

SCALLA R. (1991). Les herbicides. Mode d'action et principes d'utilisation Du Labo au Terrain, 450 p.

SEEFELD S. JENSEN J. & FUERTS P. (1995) Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationship. *Weed Technology* **9**: pp. 218-227.

SEGUÍ A. (1983). Característiques botàniques i agronòmiques del raigras italià. *FIT* núm. 7. *Servei d'Extensió Agrària. Barcelona*, 4 p.

SEVERIN F. & TISSUT M. (1984). Plantes, herbicides et dèsherbage. A.C.T.A. *París*, 251 p.

SINCLAIR A.H., STILL E.B. & HEATH E.B. (1992). Effects of set-aside on soil nitrogen and subsequent cropping. *Set Aside*. Ed. Clarke J.B.C.P.C., 404 p.

TABENER A., ESTRUCH F. & SENMARTÍ X. (1992). Balance de 50 años de control de malas hierbas. Punto de vista del agricultor aplicador. *Actas Reunión 1992 SEMh. Lleida*, pp. 43.48.

TABERNER A., RIBA F. & RECASENS J. (1992). Effet de la profondeur d'enfouissement et du regine pluviometrique sur la longevité de semences de *Lolium rigidum* Gaud. et *Bromus diandrus Roth. X. Coll. Int. Biol. Ecol. et Syst. des Mauvaises Herbes. Dijon. France*, pp. 15-23.

TASTAN B. & YILDIRIM A. (1993). Research on some biological and emerging properties of black grass (Alopecurus myosuroides Hudson). *Journal of Turkish Phytopathology*. **22**: 1, pp. 35-40.

THOMAS J. (1993). Introduction. *Comunicaciones 4ª conferencia IFOAM. Dijon France*. pp. 4-5.

URBANO-TERRÓN P. (1989). Tratado de Fitotecnia General. Ed. Mundi Prensa, 836 pp.

VERCHWELE A. & NIEMANN P. (1993). Indirect weed control by selection of wheat cultivars. *Comunicaciones 4ª conferencia IFOAM. Dijon. France*, pp. 269-274.

WILSON R.G. (1987). Bilogy of weed seeds in the soil. In: *Weed management in the Agroecosystems: Ecological Approaches*. ALTERI M.A. & LIEBMAN M. Eds, **3** pp. 25-40.

ZADOKS J.C., CHANG T.T. & KONZAK C.F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* **14**, pp. 415-421.

ZALOM F. & WILSON T. (1982). Degree days in relation to an integrated pest management program. Leaflet 21301. Berkeley. CA, USA: University of California Cooperative Extension Service.

ZOSCHKE A. (1994). Toward reduced herbicide rates and adapted weed management. *Weed Technology* **8** (2), pp. 376-382.