

**Demografia i dinàmica de poblacions de *Bromus diandrus*
Roth en cereals d'hivern**

Ferran RIBA PIJUAN

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

ÍNDIX GENERAL

INTRODUCCIÓ

1.- ANTECEDENTS

2.- PLANTEJAMENT DE L'EXPERIÈNCIA

2.1.- Distribució de *Bromus diandrus* a Catalunya

2.2.- Condicions agro-ambientals

3.- OBJECTIUS

4.- MATERIAL VEGETAL I CONREU EMPRATS

4.1.- *Bromus diandrus* Roth

4.2.- El cereal

5.- MANEIG DE LA FINCA EXPERIMENTAL

6.- CONTINGUT DE LA MEMÒRIA

CAPÍTOL 1: EL MEDI FÍSIC

1.1 LOCALITZACIÓ I CARACTERÍSTIQUES FÍSQUES DE LA ZONA

1.1.1.- Paisatge i característiques físiques

1.1.2.- Sòls tipus de la zona

1.2.- NIVELL TECNOLÒGIC AGRÍCOLA DE LA ZONA

1.3.- ESTUDI DEL MEDI EDÀFIC DE LA FINCA EXPERIMENTAL

1.3.1.- Metodologia emprada per a l'estudi de sòl de la finca

1.3.2.- Sòl representatiu de la finca

1.3.2.1.- Propietats macromorfològiques

1.3.2.2.- Propietats físiques i químiques

1.3.2.3.- Extensió i distribució dels diferents pedions en la finca experimental

1.4.- RELACIONS SÒL - AIGUA

1.5.- SITUACIÓ DE PARCEL·LES EXPERIMENTALS EN LA FINCA

1.6.- DESCRIPCIÓ GENERAL DEL CLIMA DE LA ZONA

1.6.1.- Variables meteorològiques i observatoris emprats

1.6.2.- Caracterització termopluiomètrica de la zona

1.6.2.1.- Règim de precipitacions

1.6.2.2.- Règim de temperatures

1.6.3.- Diagrama ombrotèrmic i classificació del clima

1.6.4.- Condicions meteorològiques durant els assajos (1989-1992)

1.6.4.1.- Precipitació

1.6.4.2.- Temperatura

1.6.4.3.- L'evapo-transpiració de referència

1.7.- RESUM

CAPÍTOL 2: DISPONIBILITAT HÍDRICA I BALANÇ D'AIGUA EN EL SÒL

2.1.- INTRODUCCIÓ

2.2.- MATERIAL I MÈTODES

2.2.1.- Mesura del contingut d'aigua del sòl

2.2.2.- El balanç hídric del sòl

2.2.2.1.- L'equació del balanç hídric

2.2.2.2.- Càlcul de l'ETc potencial del cultiu

2.2.2.3.- Càlcul de l'ETc real del cultiu

2.2.2.4.- Càlcul de l'índex d'aridesa

2.3.- RESULTATS

2.3.1.- Perfils hídrics durant la campanya 1990-91

2.3.2.- Perfils hídrics durant la campanya 1991-92

2.3.3.- Etc potencial del cultiu

2.3.4.- Evapo-transpiració real del cultiu

2.3.5.- Càlcul de l'índex d'aridesa de les parcel·les

2.4.- RESUM

CAPÍTOL 3: DORMICIÓ I SUPERVIVÈNCIA DE LES LLAVORS DE *Bromus diandrus*

3.1.- INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

3.1.1.- Introducció

3.1.2.- Objectius

3.2.- MATERIAL I MÈTODES

3.2.1.- Llavors emprades

3.2.2.- Simulació de règims pluviomètrics

3.2.3.- Disseny experimental

3.2.4.- Anàlisi de les llavors recuperades

3.3.- RESULTATS

3.4.- DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

CAPÍTOL 4: EFECTES DEL RÈGIM DE LLAURADES I LA GERMINACIÓ SOBRE EL BANC DE LLAVORS DE *Bromus diandrus*

4.1.-INTRODUCCIÓ

4.2.- MATERIAL I MÈTODES

4.2.1.- Disseny experimental

4.2.2.- Estimació del banc de llavors

4.2.2.1.- Consideracions prèvies

4.2.2.2.- Mostreig del banc de llavors

4.2.3.- Cens de plàntules

4.2.4.- Anàlisi estadística

4.2.4.1.- Precisió del banc de llavors

4.2.4.2.- Anàlisi de la variància del resultats

4.3.- RESULTATS

4.3.1.- CAMPANYA 1989-90

4.3.1.1.- Banc de llavors a l'establiment del conreu

4.3.1.2.- Cens de plàntules durant el període de tardor-hivern

4.3.2.- Campaya 1990-91

4.3.2.1.- Banc de llavors a l'inici de campanya

4.3.2.2.- Cens de plàntules durant el període estival

4.3.2.3.- Banc de llavors a l'establiment del conreu

4.3.2.4.- Cens de plàntules durant el període de tardor-hivern

4.3.3.- Campanya 1991-92

4.3.3.1.- Banc de llavors a l'inici de la campanya

4.3.3.2.- Cens de plàntules durant el període estival

4.3.3.3.- Banc de llavors a l'establiment del conreu

4.3.3.4.- Cens de plàntules durant el període de tardor-hivern

4.4.- DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

4.4.1.- Germinació i esgotament del banc llavors

4.4.1.1.- Diferències entre campanyes i períodes

4.4.1.2.- Diferències entre parcel·les

4.4.2.- Efecte del règim de llaurades

4.5.- CONCLUSIONS

CAPÍTOL 5: RECLUTAMENT, SUPERVIVÈNCIA I FECUNDITAT

5.1.- INTRODUCCIÓ

5.2.- MATERIAL I MÈTODES

5.2.1.- Reclutament i supervivència. tractament de les dades

5.2.1.1.- Cohorts d'edat

5.2.1.2.- Comparació de les corbes de supervivència

5.2.2.- Fertilitat i fecunditat de les poblacions de *Bromus diandrus*

5.2.2.1.- Morfologia reproductiva de *Bromus diandrus*

5.2.2.2.- Tractament del material vegetal

5.2.2.3.- Paràmetres mesurats

5.2.3.- Paràmetres demogràfics i taxa de creixement de les poblacions de *Bromus diandrus*

5.3.- RESULTATS

5.3.1.- Reclutament i cohorts d'edat

5.3.1.1.- Les cohorts d'estiu

5.3.1.2.- Les cohorts d'hivern

5.3.1.3.- Comparació de les corbes de supervivència

5.3.1.4.- Contribució de les diferents cohorts al total de població

5.3.2.- Fertilitat i fecunditat

5.3.2.1.- Fertilitat

5.3.2.2.- Fecunditat

5.3.3.- Demografia de *Bromus diandrus* durant les tres campanyes

5.3.4.- Dinàmica de poblacions de *Bromus diandrus*

5.4.- DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

CAPÍTOL 6: BIOMASSA I PRODUCCIÓ DE LLAVORS

6.1.- INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

6.2.- MATERIAL I MÈTODES

6.2.1.- Material vegetal

6.2.2.- Biomassa al final del cicle

6.2.2.1.- Recolecció del material vegetal

6.2.2.2.- Variables mesurades

6.2.3.- Relació entre biomassa vegetativa i biomassa de llavors

6.2.4.- Relació entre l'índex d'aridesa i la producció de biomassa

6.2.5.- Tractament estadístic

6.3.- RESULTATS

6.3.1.- Biomassa vegetativa i biomassa de llavors

6.3.2.- Relació entre biomassa vegetativa i biomassa de llavors

6.3.3.- Dèficit d'evapo-transpiració i producció de biomassa

6.4.- DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

CONCLUSIONS GENERALS

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCIÓ

1.- ANTECEDENTS

Els secans semiàrids ocupen un elevat percentatge de les terres de conreu de moltes regions de la Península Ibèrica, aproximadament uns 8 milions d'hectàrees, constituint la base fonamental de l'activitat agrària d'àmplies zones. Aquestes àrees estan generalment caracteritzades per unes condicions edafo-climàtiques força "dures" que limiten notablement les alternatives de conreu, i que afavoreixen en la majoria dels casos el monocultiu de cereals.

Si bé en moltes d'aquestes zones la rendibilitat de l'activitat agrícola pròpiament dita es complementa sovint amb una activitat ramadera, des de fa uns anys, mantenir la rendibilitat d'aquesta activitat agrícola en base al monocultiu de cereal d'hivern, és cada cop més difícil.

Davant aquesta situació, els agricultors es veuen abocats molts cops a abandonar el conreu d'aquells terrenys menys productius o innaccessibles, i en tot cas, recórrer a una estratègia per tal de mantenir la rendibilitat d'aquells terrenys en els quals la productivitat pot assolir un cert nivell. Això es pot realitzar de diferents maneres, ja sigui fent una reducció dels costos de producció (disminuint el nombre de labors del sòl, reduint l'ús d'agroquímics), o bé també de vegades, fent una alternança de l'habitual conreu del cereal amb altres conreus "ocasionals" (colza, veves, girasol), en funció de garanties de preu que l'administració, cooperatives o altres entitats estableixin. D'aquestes dues possibilitats esmentades, sembla que la primera és la que s'ha adoptat més ampliament, per raons pràctiques.

Les feines de preparació del terreny i els agroquímics, constitueixen uns dels costos de producció més importants en el conreu de cereals (ARNAL 1990), i han estat els aspectes que més s'han transformat en aquesta línia d'abaratiment de costos.

Aquestes pràctiques, en contrapartida però, tenen associats alguns aspectes negatius, d'entre els quals es podria destacar la tendència a incrementar la presència de males herbes (FROUD-WILLIAMS *et al.*, 1981; NAVARRETE, 1992). Aquests autors mostren en els seus treballs, com diverses espècies de plantes arvenses en general, i algunes concretes en particular, tenen tendència a establir-se amb més facilitat en els camps, quan la intensitat de treball del sòl disminueix.

Una de les espècies que s'instal·la amb certa facilitat en els camps de cereals de secà en aquestes condicions, i que és a més difícil de controlar, és *Bromus diandrus* Roth, conegut popularment amb el nom de "blat del diable", "estripasacs" o també "escaldaboques".

Des que GARCIA-BAUDIN (1983, 1986), van fer esment per primer cop de l'aparició d'aquesta espècie com a mala herba dels cereals d'hivern a diverses zones de Castella, altres autors han anat assenyalant la seva presència arreu de la Península. Així, OCHOA i AIBAR (1987), l'assenyalen a diverses zones de l'Aragó; ESPARZA i TIEBAS (1987), a Navarra i RIBA *et al.* (1988), l'assenyalen a Catalunya.

Si bé el motiu primer de l'aparició d'aquesta espècie en un camp com a mala herba pot estar lligada als factors de conreu abans esmentats, la posterior perpetuació de les infestacions, ho pot estar al dèbil control que els herbicides antigramínies habitualment utilitzats en el conreu de cereal, tenen sobre aquesta espècie.

Com el problema de *Bromus diandrus* com a mala herba és relativament recent, hi ha escassos coneixements tant pel que fa als aspectes del comportament agroecològic, tals com la dinàmica de poblacions, capacitat de competència amb el conreu, la susceptibilitat a diferents agroquímics, o bé el paper que determinades rotacions de conreu poden tenir sobre el seu control.

És per això, que es va optar per engegar un estudi amb la finalitat de **proporcionar un coneixement de base sobre determinades característiques ecològiques de l'espècie, que permetessin entendre el seu "comportament agronòmic" i en conseqüència poder abordar amb més èxit posteriors mesures de control.**

2.- PLANTEJAMENT DE L'EXPERIÈNCIA

Una de les premisses a l'hora de plantejar l'experiència, va ser el treballar amb unes condicions el màxim semblants a les condicions de camp en les quals es produïen les infestacions de *Bromus diandrus*. Es va delimitar com a àmbit d'influència del treball, el Principat (Catalunya) i en aquest sentit, calia estudiar en primer lloc, **quin era el "perfil" dels camps de cereal que tenien infestacions de *Bromus***, amb la finalitat de conèixer quines eren les condicions agroambientals més importants que caldria controlar.

2.1.- Distribució de *Bromus diandrus* a Catalunya

Aquest aspecte es va determinar mitjançant una exhaustiva prospecció de totes les zones i comarques cerealistes de Catalunya, que es va realitzar durant els mesos de maig, juny i juliol de 1989.

Durant la prospecció es van visitar 366 camps de cereal (un camp a raó de cada 625 ha de conreu de cereal). En cada camp es va determinar la presència o absència d'espècies de *Bromus*, així com també el nivell d'infestació. En 92 dels 366 camps visitats va ser observada alguna espècie de *Bromus*.

Bromus diandrus, va ser l'espècie predominant, essent observada en el 80% del camps amb infestació, essent a més l'única que va presentar nivells significatius d'infestació.

La densitat d'infestació dels camps va ser molt variable, així en un 55% del camps la infestació va ser a l'entorn d'1 panícula/m², en un 25% va ser d'entre 1 i 10 panícules/m², en un 10% va ser d'entre 10-25 panícules/m² i finalment, en un altre 10% va ser superior a 25 panícules/m².

La zona amb major nombre de camps infestats va correspondre als secans de les comarques de la Noguera, l'Urgell, la Segarra, el Segrià, sud del Solsonès i oest de l'Anoia. Una informació més extensa sobre aquesta prospecció es pot trobar en RIBA *et al.* (1990).

2.2.- Condicions agro-ambientals

Pel que fa als factors agronòmics als que feiem referència, ja s'ha parlat en la introducció de la importància del règim de cultiu. D'entre els factors ambientals cal destacar les condicions meteorològiques i edàfiques.

L'experimentació en condicions de camp està sempre sotmesa a les inclemències i dificultats pròpies d'aquest medi. Si a més a més l'experimentació és perllonga durant més d'una campanya, aquella és veu afectada també per la variació meteorològica interanual tan típica del clima mediterrani. Per tant aquesta variació, ha de ser controlada, per tal de poder després relacionar-la amb els resultats i poder fer-ne una interpretació adequada d'aquests.

Els diferents fenòmens meteorològics tenen cadascun la seva importància, però en els ambients de secà i les condicions del clima mediterrani, dos d'aquest són de gran importància: la precipitació, i l'evapo-transpiració, ja que són els que controlen la disponibilitat d'aigua per a les plantes. La temperatura també és important, pel fet de tenir una influència directa en el desenvolupament fenològic de les plantes.

Pel que fa a les condicions edàfiques, cal conèixer se seva possible variació a nivell de

camp. Un element típic de molts dels camps de la zona on es va constatar més presència d'espècies de *Bromus*, és el de tenir un relleu escassament pla. La topografia és un factor que té un paper important en la gènesi del sòl. Això fa que dins d'una mateixa finca pugui haver-hi zones edaficament molt diferents, amb la influència que sobre la producció això pot tenir.

L'interès a conjugar tots aquests elements va determinar que l'experimentació es fes en una finca representativa quant a situació, maneig i tamany d'un estandard de la zona on es tenia coneixement que infestacions produïdes per espècies de *Bromus* tenien major incidència.

3.- OBJECTIUS

L'objectiu global del treball, és estudiar l'efecte de diferents factors agronòmics i edafo-climàtics en l'evolució de les poblacions de *Bromus diandrus* infestants dels camps de cereals d'hivern.

Dins d'aquest objectiu global, cal considerar objectius concrets, que són aquells en base als quals s'estructura el treball experimental. Així doncs es considera els següents:

a) Estudiar la influència de la disponibilitat d'aigua sobre la viabilitat de les llavors, la germinació i l'establiment de plàntules.

b) Estudiar la influència de dos règims de cultiu del camp (llaurada convencional i llaurada en profunditat amb arreus) en els processos demogràfics de *Bromus diandrus*.

c) Conèixer com s'estructura la població infestant de *Bromus* en cohorts d'edat al llarg del cicle de cultiu, i veure la importància que té cadascuna en la perpetuació de la població.

d) Estudiar la plasticitat fenotípica de *Bromus diandrus*. Aspectes com són ara, com es veuen afectades les components del rendiment a causa de l'estrès hídric, de quina magnitud i com varia l'assignació a la reproducció en relació al tamany dels individus.

Pel seu acompliment es van plantejar diversos assajos (Taula 1-1). Tots els assajos es van realitzar durant el període comprès entre setembre de 1989 i juliol de 1992.

A excepció d'un, tots els assajos es van realitzar en una finca al terme municipal d'Ossó de Sió (Lleida). L'emplaçament i característiques d'aquesta finca es descriuen en el capítol 2. Només un assaig per l'estudi de la supervivència de llavors, es va realitzar en condicions controlades a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària de Lleida.

ASSAIG	LLOC	CAMPANYES	OBJEMUS
DEMOGRAFIA DE POBLACIONS	Ossó de Sió (finca experimental)	1989-1992	Estudiar els diferents estadis i variables demogràfiques tals com: banc de llavors, incorporació de noves llavors, incorporació de noves llavors al sòl, etc
EFFECTE DEL RÈGIM DE LLAURADES	Ossó de Sió (finca experimental)	1990-1992	Estudiar la influència de la llaurada convencional i la llaurada amb arreu de pala sobre el tamany de les poblacions de <i>Bromus diandrus</i> .
SUPERVIVÈNCIA DE LLAVORS EN EL SÒL	ETSEA Leida (hivernacle)	1990-1992	Estudi de l'evolució en el temps de la supervivència i viabilitat de llavors de <i>Bromus diandrus</i> enterrades en el sòl a diferents profunditats, i sotmeses a diferents règims de precipitació.
ASSIGNACIÓ DE BIOMASSA A LA REPRODUCCIÓ	Ossó de Sió (finca experimental)	1991-1992	Assignació de biomassa als diferents òrgans i parts de les plantes de <i>Bromus diandrus</i> , durant tot el cicle de desenvolupament i creixement, en funció de les cohorts d'edat i disponibilitat d'aigua.

Taula 1-1

Descripció i objectius dels assajos realitzats.

4.- MATERIAL VEGETAL I CONREU EMPRATS

4.1.- *Bromus diandrus* Roth

Les llavors de *Bromus diandrus* necessàries per a la realització dels assajos, varen ser obtingudes de camps de cereals i talussos en zones pròximes a Lleida.

Aquest tàxon sovint és de difícil distinció d'un altre molt proper, *Bromus rigidus* Roth. De fet la taxonomia i nomenclatura d'aquests dos tàxons ha estat de sempre molt controvertida. A continuació és mostra un recull dels treballs més significatius respecte aquest tema, per tal d'exposar quina és la situació actual.

SMITH (1980), en *Flora Europaea*, distingeix els dos tàxons basant-se en determinats caràcters morfològics i en el número cromosòmic; $2n=56$ per a *Bromus diandrus* Roth, i $2n=42$ per a *Bromus rigidus* Roth. Tanmateix, tant GILL & CARSTAIRS (1988) com GLEISHENER & APPLEBY (1989), utilitzen els criteris de SMITH (*op. cit.*) per a distingir les dues espècies.

CADAHIA *et al.*(1984), després d'estudiar diverses mostres procedents de diferents punts de la Península Ibèrica, parlen d'un complex *Bromus diandrus-rigidus*, a causa de la dificultat de diferenciar els dos tàxons, a partir dels caràcters morfològics, així com també a partir d'altres caràcters isoenzimàtics que ells havien estudiat.

Més recentment ESNAULT & HUON (1987), analitzant material procedent de diversos països del litoral mediterrani, tornen a assenyalar l'ambigüitat en els caràcters morfològics i cariòlogics utilitzats com a diferencials per a distingir els dos tàxons, i consideren més oportú englobar els dos tàxons sota la combinació *Bromus maximus* Desf.

Un treball aclaratori, és el de LLORET (1988). Aquest autor després d'analitzar individus procedents de diversos llocs del planeta, assenyala que entre els individus

determinats com *B. rigidus* i *B. diandrus* ha observat majoritàriament tres nombres cromosòmics diferents; $2n=42$, 56 , i 70 , essent les dotacions cromosòmiques més freqüents $2n=42$ i $2n=56$. D'aquestes dotacions, la primera és típica de les poblacions pertanyents a Euràsia, mentre que la dotació $2n=56$ és la de les poblacions de distribució general. Els recomptes de $2n=70$ han estat fets en poblacions dels Estats Units i Austràlia. També proposa la nomenclatura de *Bromus rigens* L. en substitució dels dos tàxons.

Així doncs a la vista de la diversitat de criteris, i per adaptar-se el material utilitzat a la descripció de *Flora Europaea*, es mantindrà la nomenclatura de *Bromus diandrus*, proposada per SMITH (*op. cit.*).

4.2.- El cereal

El cereal que es va utilitzar en els assajos va ser ordi (*Hordeum vulgare* L.), cultivar "Mogador". D'entre les característiques d'aquesta varietat podem dir que és un ordi dístic, que assolix una alçada mitjana i té certa precocitat en l'espigat. És resistent a l'ajagut, sensible al fred i a la cendrosa, i presenta una rusticitat molt bona. És també una varietat adequada per a les sembres de tardor (PUJOL 1985). Les densitats de sembra van oscil·lar en tots els assajos entre 250 -300 grans/m².

5.- MANEIG DE LA FINCA EXPERIMENTAL

El maneig de la finca experimental d'Ossó de Sió, a excepció de les llaurades que eren selectives en funció del tractament desitjat, es van fer segons l'ús de la zona. Les infestacions de *Bromus* en la finca experimental es va realitzar de manera artificial i en diferents moments de l'experimentació segons protocol o necessitats.

En els tractaments herbicides no es varen utilitzar productes antigramínies per evitar possibles efectes secundaris en les poblacions de *Bromus*. L'eliminació d'altres males herbes gramínies que solien aparèixer, margall (*Lolium rigidum*) i cugula (*Avena sterilis* ssp *ludoviciana*), es va fer mitjançant birbada manual d'una manera continuada.

En la Taula 1-2 es mostra tot el conjunt d'operacions agrícoles realitzades durant les tres campanyes en la finca experimental d'Ossó de Sió. Pel que fa a les condicions de l'assaig realitzat en condicions controlades a L'ETSEA de Lleida, s'especifiquen en el capítol corresponent (capítol 3).

Data	Operacions	Any	Operacions	Data
1989				
			Preparació del llit de sembra	1 novem.
			Sembra (ordi c.v. mogador) + adobat	10 novem.
			Compactació del sòl	
1990				
			Herbicida antiodicòtilèdonies	12 febrer
			Recollida mecànica del cereal	22 juny
			Embalatge i recollida de la palla	10 juliol
MANEIG CONVENCIONAL			LLAURADA AMB ARREUS	
28 juliol	Cultivador + destarrossador		Arreu de pala + curra	28 juliol
22 novem.	Sembra (ordi c.v. mogador) + Adobat		Sembra (ordi c.v. mogador) + Adobat	22 novem
	Compactació del sòl		Compactació del sòl	
1991				
13 febrer	Herbicida + fungicida		Herbicida + fungicida	13 febrer
20 juny	Recollida mecànica del cereal		Recollida mecànica del cereal	20 juny
15 juliol	Embalatge i recollida de la palla		Embalatge i recollida de la palla	15 juliol
17 juliol	Cultivador + destarrossador		Cultivador + destarrossador	17 juliol
17 octubre	Chisel		Arreu de pala	9 novem.
12 novem	Sembra (ordi c.v. mogador) + adobat		Sembra (ordi c.v. mogador) + adobat	12 novem.
	Compactació del sòl		Compactació del sòl	
1992				
14 febrer	Herbicida antiodicòtilèdonies		Herbicida antiodicòtilèdonies	14 febrer
22 juny	Recolecció mecànica del cereal		Recolecció mecànica del cereal	22 juny

Taula 1-2

Maneig de la finca experimental d'Ossó de Sió durant les tres campanyes que va durar l'experimentació.

6.- CONTINGUT DE LA MEMÒRIA

La memòria de la tesi doctoral intitulada "**Demografia i dinàmica de poblacions de *Bromus diandrus* Roth en cereals d'hivern**" s'estructura en quatre parts que contenen conjuntament 6 capítols, a més d'aquest primer capítol introductor i l'apartat destinat a les referències bibliogràfiques.

Els sis capítols abans esmentats constitueixen el gruix del treball experimental. La composició de cada una de les parts, així com un resum del contingut dels capítols que l'integren, es descriuen a continuació.

Part I.- Aquesta part està dedicada a l'estudi i caracterització del medi físic de la finca experimental, i inclou dos capítols.

El capítol 1

En aquest capítol es fa en primer lloc una breu introducció a les característiques geogràfiques de la zona on es va dur a terme l'estudi. La situació geogràfica, el substrat, la climatologia i el paisatge vegetal, són descrits de forma abreujada.

En segon lloc es descriuen i s'analitzen les característiques edàfiques de la finca, fent especial èmfasi en la descripció de les relacions aigua-sòl. Es descriuen també els trets generals de la meteorologia de la zona amb especial referència a la temperatura, la precipitació i l'evapo-transpiració.

Finalment es descriuen les condicions meteorològiques durant el període en què es van realitzar els assajos.

El capítol 2

Aquest capítol és destinat a l'estudi de la disponibilitat hídrica i balanç d'aigua en el sòl durant les campanyes 1990/91 i 1991/92. Es mostra gràficament els perfils hídrics de les diferents parcel·les al llarg del període de desenvolupament del conreu.

Es calcula l'evapo-transpiració potencial i real de conreu en les diferents parcel·les i també al llarg de diferents períodes fenològics.

Finalment es calcula un índex d'aridesa a partir de la relació $(1 - E_t/E_{T_p})$ per tal d'analitzar els efectes del dèficit d'evapo-transpiració en el component del rendiment dels individus de *Bromus diandrus*.

Part II.- Aquesta part fa referència a l'estudi del banc de llavors. Es dedica a aquest àmbit dos capítols. En el primer s'exposa l'estudi que sota condicions controlades es va realitzar per a conèixer, l'efecte de la profunditat d'enterrament de les llavors i l'abundància de precipitació sobre la supervivència d'aquestes en el temps, mentre que en el segon s'estudia l'evolució del banc de llavors d'una població de *Bromus diandrus* en condicions de camp i sota dos règims de llaurada.

El capítol 3

En el tercer capítol s'estudia la supervivència de les llavors de *Bromus diandrus* Roth. en el temps, segons la profunditat d'enterrament i la disponibilitat hídrica.

Aquest experiment es va realitzar en condicions controlades. Les llavors, disposades en bosses de niló van ser enterrades en testos a diferents profunditats (0.5, 7 i 20 cm).

Aquests testos, estaven resguardats de la pluja i estaven sotmesos a un reg artificial que simulava la quantitat diària de precipitació probable de la zona on es van realitzar els assajos (Ossó de Sió), segons fos una campanya de precipitació escassa, una campanya de precipitació elevada i una campanya amb la precipitació mitjana de la zona.

A diferents intervals de temps a partir de l'enterrament es van fer extraccions de llavors dels testos per tal de conèixer el seu estat de viabilitat i supervivència.

El capítol 4

En aquest capítol s'estudia l'efecte de dos règims de llaurada en l'evolució del tamany del banc de llavors d'un població de *Bromus diandrus* durant dues campanyes agrícoles.

Per a conèixer l'evolució del tamany del banc de llavors, es van realitzar mostrejos dos cops per campanya. El primer es realitzava després de la nova incorporació de llavors al sòl un cop acabada la collita, mentre que el segon es realitzava després de la sembra del cereal, per tal de conèixer quina era la població potencial que podia envair el conreu.

També s'analitza la importància de la germinació com a font d'esgotament del banc de llavors.

Es compara també el grau d'heterogeneïtat de tots aquestes processos entre diferents zones de la finca.

Part III.- Aquesta part inclou només el capítol cinc, dedicat a l'estudi dels processos demogràfics en la població de *Bromus diandrus* al llarg de les tres campanyes experimentals.

El capítol 5

En aquest capítol s'estudia els reclutaments de plàntules, supervivència, fecunditat i fertilitat de la població de *Bromus diandrus* del camp.

Es consideren diferents cohorts en funció de l'època de naixement de les plàntules, i es realitza un estudi comparatiu de les corbes de supervivència de les diferents cohorts, analitzant quins són els factors que determinen la mortalitat de plàntules en cadascuna d'elles.

Es realitza també una anàlisi de la fertilitat i fecunditat dels individus en funció de la cohort a què pertanyen i l'emplaçament que tenen a la finca.

Part IV.- Està integrada pel capítol 6 i és dedicada a l'estudi de l'assignació a la reproducció.

El capítol 6

Aquest capítol es destina a estudiar la producció al final del cicle de biomassa vegetativa i biomassa de llavors en dues cohorts (una d'estiu i un altra d'hivern) de la població.

També s'estudia la relació que hi ha entre el tamany (en termes de biomassa) de l'individu i la quantitat de llavors produïdes per aquest, analitzant com varia l'índex de collita en funció del tamany dels individus.

Finalment s'estableixen relacions entre l'índex d'aridesa de diferents zones de la finca i la producció de biomassa dels individus que allí hi creixen.

Part I.- EL MEDI FÍSIC

BIBLIOTECA VIRTUAL



CAPÍTOL 1: EL MEDI FÍSIC

1.1 LOCALITZACIÓ I CARACTERÍSTIQUES FÍSiques DE LA ZONA

El treball experimental s'ha realitzat en una finca situada en el terme municipal d'Ossó de Sió, a la comarca de l'Urgell (Lleida). En la [Figura 1-1](#) es mostra un plànol de la finca a partir de la imatge de l'ortofotomapa escala 1:5000 editat per l'Institut Cartogràfic de Catalunya.

1.1.1.- Paisatge i característiques físiques

El terme municipal d'Ossó de Sió, està situat a la comarca de l'Urgell, en la zona que constitueix el curs mig del riu Sió. Sovint aquesta zona, juntament amb els territoris pertanyents a la comarca de la Noguera que constitueixen el curs baix del Sió, es denominen conjuntament la Ribera del Sió. El riu travessa aquestes terres en direcció est-oest.

Des d'un punt de vista geològic el territori inclòs en aquest àrea, comprenen la plana al·luvial d'aquest riu i les serres i costers adjacents a aquesta. La zona noguerenca de la Ribera del Sió està ben delimitada per les serres d'Almenara i Montclar, mentre que la zona urgellenca, està constituïda pels costers que des de la Segarra desaigüen en la conca d'aquest riu. La finca experimental està situada en un d'aquests costers, en el fons d'una vall local.

La vegetació climàtica natural de la zona és de tipus xerofític, i correspon al carrascar amb presència de garriga i brolla. Aquesta vegetació natural, molt minvada en l'actualitat, apareix només en claps en els indrets on l'escassa fondària i pendent del sòl, no ha permès el seu ús per a l'agricultura. En els indrets antigament conreats i en l'actualitat abandonats, sovint es constata la presència de prats secs de teròfits. La presència d'espècies hal·lòfiles és freqüent en determinats indrets. En línies generals, el paisatge actual de la zona és conseqüència de segles d'activitat agrícola, que, d'una banda ha eliminat gairebé tota la vegetació natural, i d'altra deu d'haver transformat més o menys la fisonomia topogràfica original, com a conseqüència dels abancalaments.

1.1.2.- Sòls tipus de la zona

Els sòls d'aquesta zona, han estat estudiats a nivell de reconeixement general (BOIXADERA 1985), la qual cosa permet conèixer quins són els tipus més representatius.

Els sòls d'aquesta zona són derivats d'un material parental calcari. Tant els de les plataformes estructurals com els dels pendents són desenvolupats *in situ*, amb alguns aports de material col·luvial en aquests darrers. En general són sòls prims que es classifiquen en funció del grau de desenvolupament i/o la profunditat que tenen fins el contacte lític (SSS, 1975, 1993).

Entre els sòls més prims, hi ha Regosols càlcaris (Xerorthent típic i lític) principalment, però quan el desenvolupament del sòl ha estat més gran, pot haver-hi Cambisols càlcics (Calcixerollic i Xerochrepts típics). Quan la roca mare té sals, pot originar-se sòls amb alguns clorurs en el perfil, Cambisols càlcics de fase salina. Els sòls dels abancalaments dels pendents són principalment Regosols calcaris (Xerorthents típics). Quan es presenta una superfície més estable, es poden trobar Cambisols càlcics (Xerochrept

calcixerolics). En algunes valls locals hi ha sòls desenvolupats a partir de les aportacions dels pendents adjacents. Els fons en general tenen sòls molt profunds, desenvolupats en materials detrítics terrígens i que es classifiquen com a Fluvisols calcaris (Xerofluvents típics).

1.2.- NIVELL TECNOLÒGIC AGRÍCOLA DE LA ZONA

Els conreus de les zones de secà d'aquesta àrea, estan pràcticament restringits als cereals d'hivern. Altres conreus com la colza, veces o girasol són minoritaris o ocasionals. En el quadre 1 es detalla quin és el nivell tecnològic estàndard de les explotacions agrícoles de la zona. La informació d'aquest quadre és adaptada de VILLAR (1989).

Quadre 1.- Nivell tecnològic de la zona.

Espècies conreades:

Cereals, majoritàriament ordi (*Hordeum vulgare* L.), varietats: Pané, Alfà, Griñon, Astrix, Moulon, Barbarrosa, Dobra, Gerbel, Plaisant, Igri, Mogador, etc.

Treball del sòl: En una proporció molt important (més del 80%) es fa mitjançant labors convencionals, aixecant el rostoll immediatament després de la collita (subsolador-cultivador, chissel-cultivador superficial-destarrosador amb pues). En menor proporció es realitza un laboreig mínim (menys del 15%), amb una passada superficial de cultivador abans de la sembra. La sembra directa, s'ha introduït en la zona en l'última dècada, i el seu percentatge és baix.

Fertilització: Generalment s'utilitzen fertilitzants simples, sovint barrejats: clorur potàsic del 60%, superfosfat de calç del 18%, sulfat amònic del 21%, urea del 46%, nitrat-amònic del 33.5%, nitrosulfat amònic del 26%.

Control de males herbes: És habitual l'ús d'herbicides, pel control de fulla ampla i monocotiledònies. En algunes ocasions, aquests tractaments es fan localitzats a les zones més infestades. Actualment el cremar el rostoll, està controlat, i pràcticament no es fa.

Control de plagues i malalties: Excepcionalment es realitza algun control contra *Zabrus tenebriodes*. Gairebé sempre es desinfecta la llavor amb insecticida i/o fungicida. El pugó crea problemes en molt rares ocasions i únicament s'ha practicat la lluita química en la zona en una ocasió, per exemple en 1988.

1.3.- ESTUDI DEL MEDI EDÀFIC DE LA FINCA EXPERIMENTAL

1.3.1.- Metodologia emprada per a l'estudi de sòl de la finca

Per a la caracterització edàfica de la finca experimental es van obrir tres calicates a diferents indrets de la finca. La profunditat d'aquestes va oscil·lar entre 120 cm i 250 cm.

Per a la descripció dels pedions (estudis macromorfològics) es van utilitzar les normes del Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació SINEDARES (CBDSA, 1983).

Pel que fa a les propietats físiques, s'han determinat la textura, les corbes característiques d'humitat (a partir de mostres tamisades) i la densitat aparent, que es va realitzar agafant mostres no alterades amb cilindres d'acer inoxidable d'aproximadament 150 cm³.

Els mètodes d'anàlisi emprats per a estudiar les restants propietats físico-químiques han estat els aprovats per la Comissió de Mètodes Oficials d'Anàlisi (MAPA 1986).

1.3.2.- Sòl representatiu de la finca

L'estudi de les calicates realitzades, així com dels sondatges, va permetre determinar dos pedions ben diferenciats dins la finca experimental, que es van anomenar, OSSO1 i OSSO2. El conjunt del sòl de la finca pot quedar adequadament descrit per aquests dos perfils abans esmentats.

1.3.2.1.- Propietats macromorfològiques

En la [Taula 1-3](#) i [Taula 1-4](#) s'inclou la descripció macromorfològica detallada de cadascun dels perfils que caracteritzen la finca experimental

1.3.2.2.- Propietats físiques i químiques

En les [Taula 1-5](#), [Taula 1-6](#) i [Taula 1-7](#) es presenten el resultats analítics del les propietats fisico-químiques dels dos perfils analitzats.

1.3.2.3.- Extensió i distribució dels diferents pedions en la finca experimental

La situació topogràfica de la finca experimental, disposada de forma transversal ocupant el fons i laterals d'una vall local, condiciona l'existència d'aquests dos tipus de sòls.

Les zones laterals de la finca (situades als laterals de la vall), presenten sòls prims i més lleugers (tipus OSSO1) a causa de la tendència que hi ha en aquests indrets a l'erosió. La zona central de la finca en canvi, té un sòl més profund i pesat (tipus OSSO2), a causa de l'acumulació de materials provinents de les parts laterals, i de les parts altes dels fons.

L'estudi de la distribució dels pedions dins la finca es va fer a partir dels resultats obtinguts en l'estudi de les calicates, i de mesurar la profunditat del sòl en diferents indrets de la finca. Es van fer perforacions a intervals de 20 m, en sentit longitudinal, per tal d'establir la profunditat efectiva. En la perforació s'arribava fins als 200 cm, si prèviament no hi havia hagut contacte amb la roca consolidada subjacent.

Amb el mètode de barrenar es va poder constatar d'una manera general quins horitzons hi havia en els diferents punts de perforació, així com la profunditat del sòl en aquell punt. Es va poder establir un gradient de profunditat, que anava de sòls menys profunds en les parts laterals, cap a sòls més profunds en les parts centrals.

Pedió: OSSO1 Emplaçament:
Data descripció: 09-11-90 Terme municipal: OSSO DE SIÓ
Descrit per: J. Boixadera, C. Herrero, F. Riba

Cartografia

Editor :Ministeri de Defensa
Escala :1:50.000
Full núm. :361
Zona :31T
100 Km CG
Coordenades x:34698 y:462390
Altitud :370 m

Temperatura i aigua del sòl

Règim d'humitat del sòl :xèric
Caract. del règim hídic :controlat
Nivell freàtic :inaccessible
Drenatge :ben drenat

Geomorfologia

Escala d'observació :varis hectòmetres
Tipus de superfície :vessant
Modificacions de la forma :abancaments
Dinàmica de la forma :erosió
Intensitat dels processos :moderada
Tipus de pendent :simple
Longitud del pendent :500 m
Morfologia local :situat en una àrea còncava
Situació en la forma :en el terç inferior
Pendent general :4%
Orientació :nord-oest
Utilització :agrícola, cereal
Classific.(SSS 1975, 1993) :Xerorthent típic, llimosa
fina, mesclada (calcaria)
mesica

Pedregositat superficial: no pedregós

Afloraments rocosos: sense afloraments rocosos

Material originari: detrítics terrígens fins

Material subjacent: lutites

Vegetació: conreu

Tecnologia: seca

Observacions: camp experimental cereal

Descripció (Nomenclatura SINEDARES)

00-15 cm Ap₁

EST. HUMITAT: humit. COLOR:De la matriu: 5 YR 4/6 (vermell groguenc) (humit). TAQUES: No n'hi ha. EST. OXIDOREDUCCIÓ: Oxidació ELEMENTS GROSSOS: Percentatge total: pocs; lutites. TEXTURA: Franca. ESTRUCTURA: Molt dèbil, en blocs subangulars. CONSISTÈNCIA: Poc compacte, molt friable. CIMENTACIONS: No cimentat. MATÈRIA ORGÀNICA: Poca. ARRELS: Aspecte global: normals. ASSAIGS DE CAMP: A la matriu, resposta al HCl 11%, alta. ACUMULACIONS: Inexistents. LÍMIT INFERIOR: Abrupte per efecte del conreu, pla.

15-31 cm Ap₂

31-40 cm B/C

EST. HUMITAT: Lleugerament humit. COLOR:De la matriu: 5 YR 4/6 (vermell groguenc) (humit). TAQUES: No n'hi ha. EST. OXIDOREDUCCIÓ: Oxidació. ESTRUCTURA: Moderada, en blocs subangulars. CONSISTÈNCIA: Poc compacte, friable. CIMENTACIONS: No cimentat. ARRELS: Aspecte global: limitades per contacte paralític. ASSAIGS DE CAMP: A la matriu, resposta al HCl 11%, alta. ACUMULACIONS: Inexistents. LÍMIT INFERIOR: Net, pla.

40-64 cm 2C₁ (Lutita alterada)

LÍMIT INFERIOR: Net, pla.

EST. HUMITAT: Lleugerament humit.
COLOR: De la matriu: 5 YR 4/6 (vermell groguenc) (humit). TAQUES: No n'hi ha. EST. OXIDOREDUCCIÓ: Oxidació. ELEMENTS GROSSOS: Percentatge total: pocs; lutites. TEXTURA: Franca. ESTRUCTURA: Molt dèbil, en blocs subangulars. CONSISTÈNCIA: Poc compacte, friable. CIMENTACIONS: No cimentat. ARRELS: Aspecte global: normals. ASSAIGS DE CAMP: A la matriu, resposta al HCl 11%, alta. ACUMULACIONS: Inexistents. LÍMIT INFERIOR: Abrupte per efecte del conreu, pla.

64-120 cm 2C₂ (Lutita poc alterada)

Taula 1-3

Descripció del pedió OSSO1.

Pedió: OSSO-2 Emplaçament:
Data descripció: Terme municipal: OSSO DE SIÓ
09-11-90
Descrit per: J. Boixadera, C. Herrero, F. Riba

Cartografia

Editor :Ministeri de Defensa
Escala :1:50.000
Full núm. :361
Zona :31T
100 Km CG
Coordenades x:34698 y:462390
Altitud :370 m

Temperatura i aigua del sòl

Règim d'humitat del sòl :xèric
Caract. del règim hídric :controlat
Nivell freàtic :inaccessible
Drenatge :ben drenat

Geomorfologia

Escala d'observació :varis hectòmetres
Tipus de superfície :fons
Modificacions de la forma :abancaments
Dinàmica de la forma :sedimentació
Intensitat dels processos :moderada
Tipus de pendent :simple
Longitud del pendent :500 m
Morfologia local :situat en una àrea deprimida
Situació en la forma :en el terç inferior
Pendent general :3-5 %
Orientació :nord-oest
Utilització :agrícola, cereal
Classific.(SSS 1975, 1993) :Xerofluent típic, llimosa fina, mesclada (calcària) mèsica.

Pedregositat superficial: no pedregós
Afloraments rocosos: sense afloraments rocosos
Material originari: detrítics terrígens fins

Vegetació: conreu

Tecnologia: secà

Observacions: camp experimental cereal

Descripció (Nomenclatura SINEDARES)

00-30 cm Ap

103-160 cm 2Bwy

ESTAT D'HUMITAT: Humit. COLOR: De la matriu 7,5 YR 5/4 (marró pàl.lid) en humit. TAQUES: No n'hi ha. ESTAT OXIDOREDUCCIÓ: Oxidació. TEXTURA: Franco-argil.lollimosa. ESTRUCTURA: Moderada, en blocs subangulars, grossa. CONSISTÈNCIA: Poc compacte, molt friable. CIMENTACIONS: No cimentat. MATÈRIA ORGÀNICA: Poca. ACTIVITAT: BIOLÒGICA: De la fauna: no aparent. ARRELS: Normals, molt poques, molt fines, verticals, de distribució regular, vives i mortes. ASSAIG DE CAMP: A la matriu, resposta al HCl a l'11 %, alta. ACUMULACIONS: Inexistents. LÍMIT INFERIOR: Abrupte per efecte del conreu, pla. EPIPEDIÓ OCHRIC.

ESTAT D'HUMITAT: Humit. COLOR: De la matriu 5 YR 4/6 (vermell groguenc) en humit. TAQUES: No n'hi ha. ESTAT OXIDOREDUCCIÓ: Oxidació. ELEMENTS GROSSOS: Pocs, lutites TEXTURA: Franco-argil.lollimosa. ESTRUCTURA: Forta, en blocs subangulars, una estructura secundària en formes degut a l'activitat de la fauna. CONSISTÈNCIA: Compacte, friable. CIMENTACIONS: No cimentat. ACTIVITAT BIOLÒGICA: De la fauna galeries reblertes, abundants i cavitats reblertes també abundants. ARRELS: Sense arrelsAspecte global: limitades per contacte paralític. ASSAIG DE CAMP: A la matriu, resposta al HCl a l'11%, alta. ESTUDI DE SUPERFÍCIES: Revestiments poc nombrosos, associats a les cares d'elements d'estructura i a l'activitat de la fauna. ACUMULACIONS: Vermiformes i cristalls de guix de grandària fina, distribuïdes irregularment. LÍMIT INFERIOR: Gradual, pla.

30-103 cm Bw₁

ESTAT D'HUMITAT: Humit. COLOR: De la matriu 5 YR 5/4 (castany vermellós pàl.lid) en humit. TAQUES: No n'hi ha. ESTAT OXIDOREDUCCIÓ: Oxidació. ELEMENTS GROSSOS: Percentatge total: pocs, gresos i lutites. TEXTURA: Franco-argil.lollimosa. ESTRUCTURA: Forta, en blocs subangulars, grossa. CONSISTÈNCIA: Compacte, friable. CIMENTACIONS: No cimentat. ACTIVITAT BIOLÒGICA: De la fauna, galeries reblertes, freqüents. ARRELS: Aspecte global: normals, molt poques, molt fines, verticals de distribució regular, vives i mortes. ASSAIG DE CAMP: A la matriu, resposta al HCl a l'11 %, alta. ESTUDI DE SUPERFÍCIES: Revestiments, poc nombrosos, associats a les cares d'elements d'estructura i a l'activitat de la fauna ACUMULACIONS: Inexistents. LÍMIT INFERIOR: Gradual, pla.

160-210 cm 2Bw_c (Lutita alterada)

ESTAT D'HUMITAT: Humit. COLOR: De la matriu 5 YR 4/6 (vermell groguenc) en humit. TAQUES: No n'hi ha. ESTAT OXIDOREDUCCIÓ: Oxidació. ELEMENTS GROSSOS: Pocs, lutites. TEXTURA: Franco-argil.lollimosa. ESTRUCTURA: Forta, en blocs subangulars, una estructura secundària en formes degut a l'activitat de la fauna. CONSISTÈNCIA: Compacte, friable. CIMENTACIONS: No cimentat. ACTIVITAT BIOLÒGICA: De la fauna, galeries reblertes, abundants, cavitats reblertes abundants. ARRELS: Sense arrels. ASSAIG DE CAMP: A la matriu, resposta al HCl a l'11 %, alta. ESTUDI DE SUPERFÍCIES: Revestiments freqüents, associats a les cares d'elements d'estructura.

Taula 1-4

Descripció del pedió OSSO2.

Referèn.	Horitzó genètic	Profund (cm)	E.G. > 2 mm (%)	pH			CE 1:5 (dS/m a 25 °C)	Matèria orgànica (%)	Carbonat càlcic eq. (%)	Calcària activa (%)	Guix (%)	
				H ₂ O 1:2,5	KCl 0,1 M 1:2,5	Pasta saturada						
OSSO 1/1	Ap ₁	0-23		8,0			0,29	1,49	36,6			
OSSO 1/2	Ap ₂	23-33		8,1			0,24		36,9			
OSSO 1/3	B/C	33-59										
FERTILITAT			GRANULOMETRÍA (%)									
P Olsen (ppm)	K AcONH ₄ (ppm)	Arena (φ en mm)					Llim (φ en mm)				Arguila <0,002 mm	Classe textural USDA
		2,00	0,50	0,50	0,10	Total 2,00	0,05	0,020	Total 0,050			
		0,50	0,25	0,05	0,05	0,05	0,02	0,002	0,002			
21	145	2,77		32,24		35,01	13,75	28,56	42,31	20,72	F	
		2,46		31,72		34,18	12,73	27,59	40,32	21,23	F	
COMPLEX DE CANVI						HUMITAT						
CIC meq/100 g	Cations de canvi (meq/100 g)				V (%)	Humitat gravimètrica (%) a				Aigua dispon. (mm)	Densitat aparent (Kg/m ³)	
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		KPa	KPa	-33KPa	-1.500 KPa			
							20,22	7,56				
							20,68	7,79				

Taula 1-5

Anàlisi físico-químiques del pedió OSSO1.

Referèn.	Horitzó genètic	Profunditat (cm)	E.G. > 2 mm (%)	pH			CE 1:5 (dS/m a 25 °C)	Matèria orgànica (%)	Carbonat càlcic eq. (%)	Calcària activa (%)	Guix (%)	
				H ₂ O 1:2,5	KCl 0,1 M 1:2,5	Pasta saturada						
OSSO 2/1	Ap	0-30		8,0		-	0,23	1,59	31,9		-	
OSSO 2/2	Bw1	30-103		8,3		7,8	0,32	0,75	30,5		-	
OSSO 2/3	2Bwy	103-160		8,0		7,6	1,30	0,67	28,2		2,99	
OSSO 2/4	2Bw3	160-210		8,6		8,1	0,41	0,36	32,7		-	
OSSO 2/5	2Bwy	125		-		-	-	0,69	-		-	
FERTILITAT			GRANULOMETRÍA (%)									
P Olsen (ppm)	K AcONH ₄ (ppm)	Arena (φ en mm)					Llim (φ en mm)				Arguila <0.002 mm	Classe textural USDA
		2.00	0.50	0.50	0.10	total	0.05	0.020	Total	0.050		
30	182	0,82		17,28		18,10	19,54	34,89	54,43	26,05	FLL	
		0,71		18,87		19,58	11,43	40,01	51,44	27,47	FAGLL	
		0,10		11,06		11,06	10,15	40,36	50,51	34,68	FAGLL	
		-		-		-	-	-	-	-	-	
COMPLEX DE CANVI						HUMITAT						
CIC meq/100 g	Cations de canvi (meq/100 g)					V (%)	Humitat gravimètrica (%) a				Aigua dispon. (mm)	Densitat aparent (Kg/m ³)
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	KPa		KPa	-33KPa	-1.500 KPa			
								23,99	13,15		-	
								20,84	8,10		1530	
								25,00	12,99		1564	
								20,14	8,54		-	

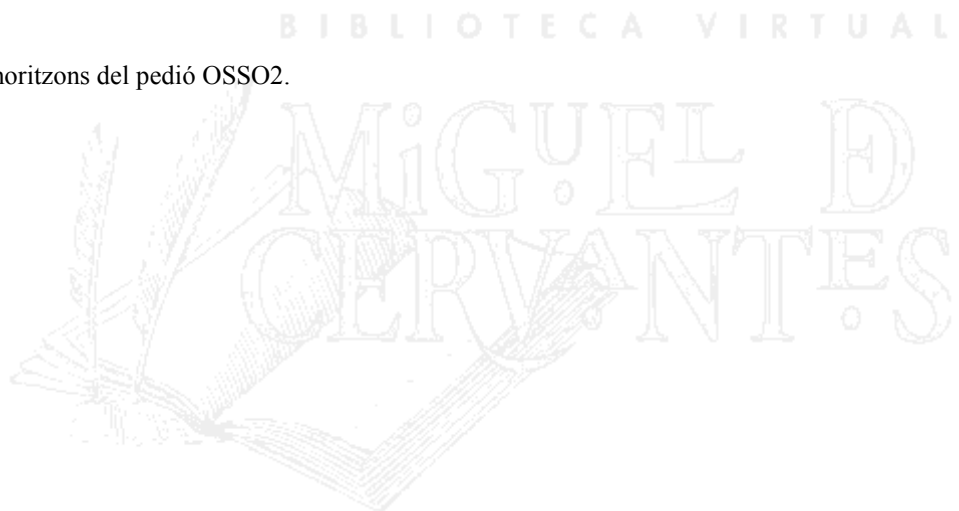
Taula 1-6

Anàlisi físico-químiques del pedió OSSO2.

SALINITAT (EXTRACTE DE PASTA SATURADA)											
Referèn.	CEe (dS/m a 25 °C)	SAR	Elements solubles (meq/l)								
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	NO ₃ ⁻
OSSO 2/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OSSO 2/2	2,08	2,40	7,53	9,06	6,91	0,11	0,92	20,51	2,02	INAP	1,19
OSSO 2/3	5,75	6,78	22,51	21,66	32,28	0,08	3,98	70,96	1,96	INAP	1,10
OSSO 2/4	2,96	8,74	5,29	7,84	22,40	0,27	5,01	28,14	2,01	INAP	0,73
OSSO 2/5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Taula 1-7

Concentració d'ions en els diferents horitzons del pedí OSSO2.



Com a conseqüència d'això es van delimitar dins el camp, aquelles zones que tenien un sòl del tipus OSSO2, amb horitzons subsuperficials ben diferenciats i amb una profunditat gairebé sempre superior als 150 cm, i aquelles amb sòls de tipus OSSO1, amb els horitzons sub-superficials no tant ben diferenciats (B/C). Els sòls de tipus OSSO1 tenen una profunditat compresa entre els 60-100 cm. ([Figura 1-2](#)).

1.4.- RELACIONS SÒL - AIGUA

La disponibilitat d'aigua en un sòl depèn principalment de la classe textural, profunditat efectiva i contingut d'elements grossos, i també de la porositat i l'estructuració d'aquest (VILLAR *op. cit.*). El contingut gravimètric d'aigua a diferents potencials matrius dels diferents pedions de la finca experimental, es representa en les taules 1-8 i 1-9.

Profunditat (cm)	HUMITAT GRAVIMÈTRICA (g d'aigua/100 g de sòl)		
	CC (-33 kPa)	-200 kPa	PMP (-1500 kPa)
0-23 (Ap ₁)	20.2	15.3	7.5
23-33 (Ap ₂)	20.6	14.8	7.7
33-59 (B/C)	19.1	13.0	7.1

Taula 1-8

Contingut gravimètric d'aigua en els horitzons del perfil OSSO 1 per a diferents potencials matrius, en plaques Richard. CC = Capacitat de camp, PMP = Punt de marcimant permanent.

Profunditat (cm)	HUMITAT GRAVIMÈTRICA (g d'aigua/100 g de sòl)		
	CC (-33 kPa)	-200 kPa	PMP (-1500 kPa)
0-30(Ap)	23.9	20.1	13.1
30-103 (Bw ₁)	20.8	16.5	8.1
103 - 160 (Bw _v)	25.0	19.5	12.9
160 - 210 (Bw ₃)	20.1	16.0	8.5

Taula 1-9

Contingut gravimètric d'aigua en els horitzons del perfil OSSO2 per a diferents potencials matrius, en plaques Richard. CC = Capacitat de camp, PMP= Punt de marcimant permanent.

D'acord amb les mesures realitzades s'agafa com a valor de referència per ambdós perfils i profunditats una densitat aparent 1537 Kg/m³. Els continguts volumètrics d'aigua pert ambdós perfils es mostren en les taules 1-10 i 1-11.

Profunditat (cm)	HUMITAT VOLUMÈTRICA(m ³ d'aigua/m ³ de sòl)		
	CC (-33 kPa)	-200 kPa	PMP (-1500 kPa)
0 - 15(Ap ₁)	0.310	0.235	0.115
15 - 31(Ap ₂)	0.316	0.227	0.118
31 - 64 (B/C)	0.293	0.200	0.109

Taula 1-10

Contingut volumètric d'aigua en els horitzons del perfil OSSO1 per a diferents potencials matrius, en plaques Richard. CC= Capacitat de camp, PMP= Punt de marcimant permanent.

Profunditat (cm)	HUMITAT VOLUMÈTRICA(m ³ d'aigua/m ³ de sòl)		
	CC (-33 kPa)	-200 kPa	PMP (- 1500 kPa)
0-30(A _p)	0.367	0.307	0.201
30 - 103 (B _{w1})	0.320	0.246	0.124
103 - 160 (B _{wy})	0.384	0.307	0.198
160 - 210 (B _{w3})	0.309	0.246	0.130

Taula 1-11

Contingut volumètric d'aigua en els horitzons del perfil OSSO2 per a diferents potencials matrics, en plaques Richard. CC = Capacitat de camp, PMP = Punt de marciment permanent.

1.5.- SITUACIÓ DE PARCEL.LES EXPERIMENTALS EN LA FINCA

Es van delimitar dins la finca nou parcel.les elementals on es van realitzar tots els assajos durant les tres campanyes. Les parcel.les mesuraven 20 x 12 metres i es trobaven immerses en el cultiu, amb una distància entre elles d'aproximadament 5 metres. Es van delimitar dins el conreu passadisos d'accés a les parcel.les mitjaçant herbicides de contacte.

La distribució d'aquestes parcel.les en la finca es va fer longitudinalment seguint el gradient del factor profunditat del sòl. La seva situació en la finca, tipus de pedió, i capacitat d'emmagatzemament d'aigua en el sòl es detalla en la [Figura 1-3](#) i taula 1-12.

Parcel.la	Pedió tipus	Profunditat d'arrelament	Pendent	CRAD m ³ /(m _p *h)
Parcel.la 1	OSSO1	60 cm	4%	1142
Parcel.la 2	OSSO1	60 cm	4%	1142
Parcel.la 3	OSSO1	100 cm	2%	1878
Parcel.la 4	OSSO2	150 cm	1%	2803
Parcel.la 5	OSSO2	+ 200 cm	0%	3386
Parcel.la 6	OSSO2	+ 200 cm	0%	3386
Parcel.la 7	OSSO2	150 cm	0%	1878
Parcel.la 8	OSSO1	60 cm	2%	1142
Parcel.la 9	OSSO1	60 cm	3%	1142

Taula 1-12

Tipus de sòl, i capacitat de retenció d'aigua disponible en el sòl de les diferents parcel.les. (Per a l'equació m³/(m_p*h), m³ = metres cúbics d'aigua disponible, m_p = profunditat del perfil i h = hectàrea).

1.6.- DESCRIPCIÓ GENERAL DEL CLIMA DE LA ZONA

El clima de la zona on es troba la finca experimental, és de tipus mediterrani continental. D'entre les principals característiques d'aquest podem destacar una gran amplitud tèrmica diària i anual, amb hiverns relativament freds, i estius calurosos, pluviositat baixa, amb dos màxims pluviomètrics a la primavera i la tardor respectivament. D'altra banda en la zona on està localitzada la finca, les boires són freqüents durant els mesos d'hivern (desembre i gener). El vent no és molt freqüent, essent el de direcció NW el més dominant.

Seguint la classificació d'aridesa de la UNESCO (1979) aquesta és una zona semiàrida, amb una relació P/ETP entre 0.2 i 0.5, amb hivern fred (entre 0 i 10°C) i estius calurosos (entre 20 i 30°C).

L'interès a interpretar diversos resultats de l'experimentació, en funció de la

meteorologia ocorreguda, va fer imprescindible realitzar un seguiment de tres variables meteorològiques: la temperatura, la precipitació i la ET_0 durant les tres campanyes d'experimentació.

D'altra banda, també calia considerar les condicions meteorològiques particulars durant aquest tres anys, dins d'un període temporal més extens, per la qual cosa es van fer també estudis comparatius amb sèries de registres més llargs.

1.6.1.- Variables meteorològiques i observatoris emprats

La caracterització termopluiomètrica de la zona es va realitzar a partir de dades provinents de l'observatori termopluiomètric d'Agramunt, el més proper a la finca experimental. Aquest observatori disposa de sèries ininterrompudes de 17 i 24 anys de registres diaris de temperatures i precipitació respectivament. Aquest observatori en canvi no disposa de registres que permetin el càlcul de la ET_0 .

Durant el període en què es van realitzar els assajos, els registres de les variables meteorològiques abans esmentades, es van obtenir a partir de l'observatori agrometeorològic del Servei d'Agricultura del DARP - Generalitat de Catalunya, situat en la localitat del Canòs (La Segarra). Aquest observatori, en funcionament des de 1987, compta amb una estació meteorològica automàtica "Campbell CR10". Es va utilitzar aquest observatori, perquè, a més de la seva proximitat a la finca experimental, l'estació dóna dades de les tres variables abans esmentades, per a cada hora.

Els registres de temperatures, varen ser complementats durant el temps comprès entre la sembra i la collita del cereal amb la instal·lació d'un termohigrògraf de banda horària setmanal (Jules Richard Instruments) en la parcel·la experimental, per tal de poder recollir amb més detall el microclima a la parcel·la. L'emplaçament i característiques dels punts d'observació meteorològica emprats es detallen en la taula 1-13.

Localitat	Latitud	Longitud	Altitud	Distància	Sèrie
Agramunt	41°47 'N	01° 06'E	363	6 km	1967-91
El Canòs	41°41 'N	01° 06'E	435	10 km	1989-92

Taula 1-13

Emplaçament i característiques dels punts d'observació meteorològica.

1.6.2.- Caracterització termopluiomètrica de la zona

1.6.2.1.- Règim de precipitacions

La precipitació mitjana anual per una sèrie ininterrompuda de 24 anys (1967-1991), és de 431,5 mm, amb un valor màxim de 636 mm (1972) i un valor mínim de 263 mm (1985). Les precipitacions en forma de calamarsa són freqüents en les tormentes d'estiu. La neu sol ser poc freqüent. En la [Figura 1-4](#) es pot observar els valors de precipitació anual per a la sèrie estudiada. S'observa que aquesta presenta una elevada irregularitat interanual.

La precipitació mensual és també molt irregular al llarg dels anys, amb coeficients de variació superiors en tots els mesos al 50 %, arribant fins al 92% del mes de juny (Taula 1-14).

Mes	Mitjana	Valor màxim	Valor mínim	C.V (%)
Gener	29.2	101.2	0.0	85.4
Febrer	21.8	51.4	0.0	58.2
Març	33.9	121.0	0.0	83.7
Abril	47.5	116.0	3.6	58.7
Maig	58.1	131.0	3.8	62.6
Juny	44.1	159.2	2.0	92.6
Juliol	16.0	45.4	0.0	79.4
Agost	31.0	96.0	0.6	89.9
Setembre	41.1	93.2	1.0	76.1
Octubre	40.6	125.8	1.1	82.1
Novembre	39.7	122.6	0.0	86.2
Desembre	29.3	100.1	0.0	89.3

Taula 1-14

Caracterització de la precipitació mensual (mm) enregistrada a l'observatori d'Agramunt (1967-1991).

El mes amb la mitjana de precipitació interanual més alta és maig, amb 58.1 mm, mentre que la més baixa correspon a juliol amb 16 mm. Tal com era de preveure, els mesos de tardor i primavera són els que presenten valors de precipitació més alts.

Pel que fa als valors extrems, el màxim, el registra per aquesta sèrie un mes de maig (159.2 mm), mentre que es pot veure molt mesos amb pluviometria mínima nul•la, sobretot els mesos d'hivern. Els valors mínims més alts corresponen a la primavera.

1.6.2.2.- Règim de temperatures

La temperatura mitjana anual per a la sèrie estudiada és de 13,7 °C. Per mesos, el valor més alt correspon al mes de juliol amb 25.1 °C, mentre que el més baix és el mes de gener amb 3.5°C.

Les gelades a l'hivern són freqüents. Segons el mètode d'Emberger (SANS, 1991), basat en el règim de les temperatures mitjanes mínimes, els risc de gelades és elevat durant el període comprès entre l'última desena de novembre i la primera quinzena de març, nul de juny a octubre i baix la resta de l'any. D'altra banda, l'estiu és l'estació més calurosa, les temperatures màximes arriben normalment als 35°C, i de manera extraordinària poden arribar fins als 40°C.

L'anàlisi dels valors enregistrats, mostra que els coeficients de variació més alts es donen en els mesos d'hivern, al contrari del que succeïa amb la precipitació. Això, segons VILLAR (*op. cit.*), significa que hi ha una seqüència d'hiverns freds i altres més suaus d'una manera aletòria. Per a la sèrie considerada, la variació interanual més alta s'enregistra al mes de gener amb un 58.6%, mentre que la més baixa correspon al mes de juny amb 5.0 %

En la taula 1-15 es resumeixen els paràmetres de temperatura més significatius de la sèrie.

Mes	Mitjana	Valor màxim (°C)	Valor mínim (°C)	Coefficient Variació	Mitjana de màximes	Mitjana de mínimes
Gener	3.5	6.2	-0.6	58.6	7.0	0.1
Febrer	5.9	7.7	4.3	15.9	10.8	1.4
Març	9.3	12.9	6.0	12.9	15.3	3.1
Abril	12.7	15.9	10.0	14.2	19.1	5.6
Maig	16.7	19.6	13.2	10.2	23.6	9.3
Juny	21.7	23.9	19.6	5.0	28.8	13.8
Juliol	25.1	27.5	22.8	6.6	33.4	17.0
Agost	24.5	26.9	21.8	5.4	31.5	16.7
Setembre	19.8	24.0	11.2	12.5	27.1	13.7
Octubre	13.7	16.1	8.1	13.9	18.7	8.3
Novembre	7.2	11.1	5.5	27.4	11.6	3.4
Desembre	4.1	6.2	1.6	39.8	7.5	0.9

Taula 1-15

Caracterització de la temperatura mensual (°C) de l'observatori d'Agramunt (1973-1991).

1.6.3.- Diagrama ombrotèrmic i classificació del clima

El diagrama ombrotèrmic corresponent a l'observatori d'Agramunt ([Figura 1-5](#)), és el típic del clima mediterrani semiàrid continental. En el diagrama es pot observar un període sec estival, amb una durada a l'entorn de tres mesos. Atinent a la classificació proposada per Papadakis, el clima és MEDITERRANI CONTINENTAL TEMPERAT, amb un règim hídic típicament mediterrani.

1.6.4.- Condicions meteorològiques durant els assajos (1989-1992)

Com ja s'ha dit en els capítols introductoris, el treball experimental es va realitzar des de l'octubre de 1989 fins al juny de 1992. És per això que en aquest apartat, les dades climàtiques no es presenten per anys naturals, sinó que a causa de la naturalesa de l'estudi que es porta a terme s'adapten al cicle de les plantes i es presenten per campanyes. Es considerarà l'inici de la campanya, el més de juliol, que és el període immediat a la recolecció del cereal, i quan hi ha la nova aportació de llavors de *Bromus* al sòl. La campanya s'acaba amb la recol·lecció de l'any següent. A continuació es descriu la meteorologia de les tres campanyes en què es van realitzar els assajos

1.6.4.1.- Precipitació

En la [Taula 1-16](#) es mostra els diferents valors mensuals de precipitació enregistrats durant les tres campanyes experimentals, i es comparen la mitjana de la sèrie de referència (Agramunt).

La precipitació durant les tres campanyes ha estat molt variable. Així, per a les campanyes 1989/90 i 1991/92, i a falta de les dades de juliol i agost de 1989, s'enregistrà uns valors de precipitació total anual de 224.2 i 291 mm respectivament, que estarien entre els valors més baixos enregistrats en la sèrie de referència. En canvi el total enregistrat durant la campanya 1990/91 ha estat força alt, amb una valor de 592 mm.

Durant el temps que van durar els assajos de camp, la precipitació mensual entre els mesos d'octubre a maig ha estat notablement inferior a la mitjana, únicament en un 20 % dels mesos s'ha superat el valor mig de la sèrie de referència; aquest percentatge s'eleva al 30 % si es consideren els dotze mesos de l'any.

Mes	Sèrie de referència (SR)	Campanya a 89/90		Campanya 90/91		Campanya 91/92	
		Precipitació (P)	(SR-P)	Precipitació (P)	(SR-P)	Precipitació (P)	(SR-P)
Juliol	16.0	24.4	*	51.7	37.5	0.0	-16.0
Agost	31.0	*	*	43.7	12.7	24.7	-3.3
Setembre	41.1	*	-16.7	36.8	-4.3	30.8	-11.1
Octubre	40.6	13.4	-27.2	60.0	19.4	58.8	18.2
Novembre	39.7	67.0	27.3	28.9	-10.8	44.2	4.5
Desembre	29.3	18.2	-11.0	18.2	-11.1	18.5	-10.8
Gener	29.2	9.0	-20.2	27.2	-2.0	0.0	-29.2
Febrer	21.8	4.0	-17.8	18.2	-3.6	0.0	-21.8
Març	33.9	3.8	-30.1	106.0	72.1	5.8	-28.1
Abril	47.5	21.2	-26.3	0.0	-45.7	0.0	-47.5
Maig	58.1	27.2	-30.9	31.1	-27.0	46.2	-11.9
Juny	44.1	41.4	-2.7	7.1	-37.0	62.4	18.3

Taula 1-16

Resum de la precipitació mensual (mm/mes) durant les tres campanyes experimentals.

1.6.4.2.- Temperatura

Pel que fa a les temperatures durant el període experimental, aquestes mostren també gran irregularitat durant les tres campanyes. Així, durant la campanya 1989/90 les mitjanes mensuals han estat sensiblement més altes que les de la sèrie de referència, 1.13 °C (Taula 1-17), mentre que per a les campanyes 1990/91 i 1991/92 han estat 0,6°C i 0.8°C inferiors respectivament.

Mes	Sèrie de referència (SR)	Campanya a 89/90		Campanya 90/91		Campanya 91/92	
		Temperat. (P)	(SR-T)	Temperat. (T)	(SR-T)	Temperat. (T)	(SR-T)
Juliol	25.1	*	*	24.2	-0.9	24.8	-0.3
Agost	24.5	*	*	23.7	-0.8	25.5	-0.1
Setembre	19.8	18.4	-1.4	20.9	1.1	20.7	-0.9
Octubre	13.7	15.0	1.3	14.7	1.0	12.3	-1.4
Novembre	7.2	10.8	3.6	8.3	1.1	7.8	0.6
Desembre	4.1	8.2	4.1	2.2	-1.9	5.6	1.5
Gener	3.5	4.0	0.5	4.2	0.7	0.5	-3.0
Febrer	5.9	10.5	4.6	5.7	-0.2	4.8	-1.1
Març	9.3	10.3	1.0	0.4	1.1	8.5	-0.8
Abril	12.7	10.3	-2.4	9.9	-2.8	12.0	-0.7
Maig	16.7	17.5	0.8	13.4	-2.7	16.7	-0.0
Juny	21.7	20.9	-0.8	18.8	-2.9	16.4	-5.3

Taula 1-17

Resum de les temperatures mitjanes mensuals (°C) durant els tres anys d'experimentacions.

Els resultats mostren que la campanya 1989/90 va ser la més calurosa de les tres, amb uns valors notablement més alts als valors de la mitjana de la sèrie de referència. Aquesta campanya correspon també amb la de mínima precipitació, amb la qual cosa es pot dir que va ser un any especialment àrid.

Les altres dues campanyes mostren uns valors més semblats als de la sèrie de referència. En la [Figura 1-6](#) es pot veure la representació gràfica combinada de pluviometria i

temperatura durant el període experimental.

1.6.4.3.- L'evapo-transpiració de referència

L'estació automàtica Campbell CR10, proporciona directament el valor d' ET_0 diari. El càlcul d'aquest paràmetre es realitza mitjançant l'equació de Penman modificada, FAO (1976) i que té per expressió:

$$ET_0 = c[wR_n + (1-w)f(u)(e^a - e_d)] \quad (1)$$

Essent ET_0 , l'evapo-transpiració del cultiu de referència expressada en mm/dia; c , un factor de correcció; w , un factor de ponderació pels efectes de la radiació; R_n , la radiació neta; $f(u)$, és funció del vent; i la diferència ($e_a - e_d$), és el dèficit de pressió de vapor.

Els resultats d' ET_0 obtinguts es mostren agrupats per desenes en les taules 1-18, 1-19 i 1-20.

D	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DES	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN
1	*	*	3.9	3.7	*	0.9	0.4	1.9	2.6	2.9	4.9	5.8
2	*	*	4.5	2.2	0.8	0.8	0.3	3.2	3.0	4.5	5.4	4.5
3	*	*	3.4	2.3	0.8	0.9	1.4	2.8	2.9	4.3	4.4	6.1
M	*	*	3.9	2.7	0.8	0.8	0.7	2.6	2.8	3.9	4.9	5.4

Taula 1-18

ET_0 mitjana diària desenal (mm) durant el període comprès entre juliol de 1989 i juny de 1990. (D = decena; M = Mitjana; * = no es disposa de dades).

D	JUL	AGO	SEP	SEP	NOV	DES	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN
1	6.9	5.8	4.1	4.1	0.8	0.6	1.1	1.4	1.4	3.6	3.3	4.6
2	6.3	5.3	3.5	2.2	1.1	0.9	0.7	1.4	3.0	3.3	4.6	5.8
3	6.2	4.5	3.3	1.2	0.9	0.7	0.8	2.3	1.9	4.0	5.8	*
M	6.4	5.2	3.6	1.9	0.9	0.7	0.8	1.7	2.1	3.6	4.5	5.2

Taula 1-19

ET_0 mitjana diària desenal (mm) durant el període comprès entre juliol de 1990 i juny de 1991. (D = decena; M = Mitjana; * = No es disposa de dades).

D	JUL	AIGO	SEP	OCT	NOV	DES	GEN	FEB	MAR	ADR	MAI	JUN
1	6.4	5.2	4.2	2.3	1.9	0.6	0.0	1.1	1.0	2.4	3.6	3.9
2	6.1	5.3		3.1	1.3	0.6	0,2	2.0	2.5	4.3	5.2	4.2
3	6.8	1.8	1.1	0.9	0.8	1.4	3.1	5.1	4.0	4.7		
m	6.4	5.2	4.2	2.4	1.4	0.7	0.3	1.5	2.2	3.9	4.2	4.

Taula 1-20

ET_0 mitjana diària decenal (mm) durant el període comprès entre juliol de 1991 i juny de 1992. (D = decena; M mitjana; *= No es disposa de dades)

Dels resultats obtinguts es pot veure que el juliol és el mes amb més alta demanda evaporativa. Durant els dos anys de què es disposa de dades d'aquest mes, s'ha superat una mitjana diària de 6 mm. Per contra els mesos de desembre i gener, són els mesos amb una demanda evaporativa més baixa.

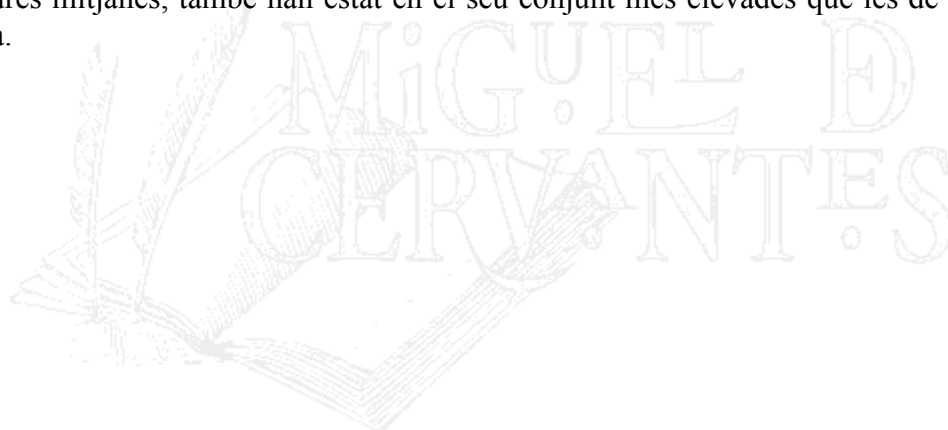
El conjunt de valors de ET_0 pels diferents mesos, no han estat tan variables entre campanyes com ho han estat els valors de temperatura i precipitació.

1.7.- RESUM

Es pot fer una síntesi de tots els diferents resultats exposats fins ara en el següents punts.

La finca experimental utilitzada es troba geogràficament situada a la zona central de la Depressió Catalana, en una de les àrees de major producció cerealista de Catalunya. En l'esmentada finca es poden distingir dos tipus de sòls, un sòl més prim (OSSO1), que ocupa les parts laterals de la finca, i un sòl profund que ocupa les parts centrals (OSSO2). La capacitat de retenció d'aigua disponible d'aquests dos tipus de sòls, és molt diferent, ja que en algunes zones de la finca els perfils corresponents als sòls tipus pedió OSSO2, poden gairebé triplicar en capacitat d'emmagatzemament d'aigua als perfils amb sòl tipus pedió OSSO1. La disposició de les parcel·les experimentals seguint aquest gradient de capacitat de retenció hídrica, permetrà estudiar amb detall les diferents respostes de les plantes a aquest factor.

Pel que fa a les condicions meteorològiques durant els assajos, han estat molt variables d'un any per l'altre. Pel que fa a la precipitació, totes les campanyes han estat, globalment més seques que la sèrie de referència (1967-1991), especialment la primera (1989/90). Cal destacar també la irregularitat de la campanya 1991/92, que va presentar un període hivernal extraordinàriament sec i un final de primavera amb abundants precipitacions, i les fortes plujes durant el període estival de la campanya 1990/91. Les temperatures mitjanes, també han estat en el seu conjunt més elevades que les de la sèrie de referència.



CAPÍTOL 2: DISPONIBILITAT HÍDRICA I BALANÇ D'AIGUA EN EL SÒL

2.1.- INTRODUCCIÓ

S'ha analitzat en el capítol anterior, les característiques físico-químiques del sòl de la finca experimental, així com els valors de diferents paràmetres meteorològics relacionats amb les necessitats de les plantes: temperatura, precipitació i evapo-transpiració, durant el temps de realització dels assajos.

Si bé en el cas de la temperatura, es pot dir que no hi cap "intermediari" en el seu procés d'interacció amb la planta, el sòl té un paper important en les relacions aigua-planta. Ja s'ha vist també en el capítol anterior, com les característiques físiques del sòl determinen la seva capacitat d'emmagatzemament d'aigua, així com la disponibilitat d'aquesta per a les plantes. Conèixer però, la capacitat d'emmagatzemament d'aigua del sòl, no diu res sobre quin és el seu contingut real en un determinat moment. És per això que durant els assajos es va realitzar mesures del contingut d'aigua en les diferents parcel·les, al llarg del cicle de creixement del conreu. Els resultats obtinguts es presenten en aquest capítol.

La mesura del contingut d'aigua en el sòl es va realitzar només durant les campanyes 1990/91 i 1991/92. Les mesures realitzades durant la campanya 1990/91, van tenir com a objectius, a més de conèixer la disponibilitat d'aigua en les diferents parcel·les, comprovar si hi havia una extracció diferencial d'aigua del sòl entre les subparcel·les amb llaurada convencional i les subparcel·les amb llaurada profunda. Durant la campanya 1991/92 es va realitzar un seguiment del balanç de l'aigua en algunes de les subparcel·les amb llaurada convencional, per tal poder establir relacions entre l'ús de l'aigua (ET) i el creixement i rendiment de les poblacions de *Bromus*.

2.2.- MATERIAL I MÈTODES

2.2.1.- Mesura del contingut d'aigua del sòl

Per a mesurar el contingut d'aigua del sòl van ser utilitzats els mètodes, directe de la mesura de l'aigua gravimètrica i el mètode indirecte de la sonda de neutrons.

El mètode gravimètric, es va utilitzar per mesurar els continguts d'aigua en els primers 20 cm del sòl. En aquest mètode l'aigua s'extreu de la mostra per evaporació forçada mitjançant escalfament a l'estufa. Es va considerar que la mostra de sòl estava seca quan arribava a un pes constant després d'estar un temps sotmesa a una temperatura entre 100 i 110 °C.

El mètode de la sonda de neutrons, es va utilitzar per mesurar l'aigua del sòl per sota dels 20 cm de profunditat. Les mesures es van realitzar amb una sonda model NARDEUX SOLO 40, amb un temps de lectura de 30 segons. Per poder utilitzar la sonda es van instal·lar a les diferents, parcel·les tubs d'accés d'alumini de 70 mm de diàmetre i de longitud variable en funció de la profunditat arrelable del sòl de la parcel·la. Els tubs es van instal·lar al bell mig de les parcel·les experimentals. La instal·lació es va efectuar manualment utilitzant barrines de tipus Edelman.

La calibració de la sonda de neutrons es va fer correlant les lectures obtingudes amb el contingut d'aigua gravimètrica de les mostres recollides de cada profunditat on es feia la

lectura. Es va realitzar inicialment una única calibració que es va utilitzar en ambdues campanyes experimentals. L'equació de calibració utilitzada es descriu en la Taula 2-1.

La mesures amb la sonda sovint es feien per duplicat (L_1 i L_2). En aquestes situacions es donava com a valor de la lectura la mitjana aritmètica d'ambdues, $L_t = (L_1 + L_2)/2$. En iniciar una sèrie de lectures, en cada tub d'accés s'anotava un valor de lectura estàndard per a efectuar la corresponent correcció de manera que: $F = L_t/L_{std}$, éssent L_{std} el valor mitjà de totes les lectures estàndard (blancs) realitzades en aquella tanda de mesures

Durant la campanya 1990/91, es van instal·lar un total de vuit tubs d'accés a les diferents parcel·les de la finca experimental. Els tubs estaven distribuïts meitat i meitat entre les zones on s'havien de practicar els dos diferents règims de llaurada. Els resultats dels continguts d'aigua en el sòl obtinguts en la campanya 1990/91, no van ser diferents entre els dos règims de llaurada (veure [Figura 2-1](#), [Figura 2-2](#), [Figura 2-3](#), [Figura 2-4](#), [Figura 2-5](#), [Figura 2-6](#), [Figura 2-7](#) y [Figura 2-8](#)), per això, durant la campanya 1991/92 es va optar per posar només un sol tub per parcel·la en les parts on s'havia de realitzar la llaurada convencional.

En la taula 2-2 es mostra les parcel·les on es va realitzar les mesures dels continguts d'aigua durant les dues campanyes

Anàlisi de regressió – Model Linear: $Y = a + bX$					
Variable dependent: Aigua gravimètrica			Variable independent: Valors mesura sonda (L_m/L_{std})		
Paràmetre	Estimació	Error estàndard	Valor de T	Valor-P	
Eix Y	-1.775	2.013	-0.881	0.3901	
Pendent	11.716	1.195	9.801	2.078E-8	
ANOVA					
Font	Suma quadrats	Graus llibertat	Mit. quadrats	F-Ratio	Valor-P
Model	143.60	1	143.60	96.062	.000
Error	25.41	17	1.49		
Total	169.02	18			
Coeficient de correlació = 0.921				R-quadrat = 84.96 %	
Error estàndard = 1.22					

Taula 2-1

Paràmetres de l'equació de regressió entre les mesures de la sonda de neutrons i els continguts gravimètrics d'aigua.

Parcel·la	1	2	3	4	5	6	8
1990/91		P S		P S	P S		P S
1991/92	P		P		P	P	P

Taula 2-2

Repartició de les mesures de contingut d'aigua de les parcel·les durant les dues campanyes (P = zones amb llaurada profunda, S = zones amb llaurada convencional).

Les mesures es van realitzar cinc vegades en diferents moments del cicle, durant els períodes de plàntula, encanyament, aparició d'espigues/antesi, emplenament de gra i maduresa fisiològica.

2.2.2.- El balanç hídric del sòl

2.2.2.1.- L'equació del balanç hídric

L'equació del balanç hídric simplificat, ens permet a partir de la mesura del contingut

d'aigua en el sòl i la precipitació, conèixer la quantitat total d'aigua evapo-transpirada pel cultiu en un interval de temps. Aquesta equació té per expressió:

$$ET_{\text{estimada}} = (CAS_n - CAS_{n+i}) + P \quad (1)$$

Essent ET_{estimada} , l'evapo-transpiració estimada d'un cultiu per a un determinat període de temps; CAS_n , el contingut d'aigua en el sòl, expressada en mm d'alçada, en el moment n (inici del període); CAS_{n+i} , la mesura realitzada després de i dies de l'anterior (final del període) i P , la precipitació durant aquest interval de temps.

Els errors que s'assumeixen en aquest model, són: considerar la pluja totalment efectiva, i ignorar els possibles aports o pèrdues per escolament superficial, percolació profunda, i ascens capil·lar, factors tots ells, que poden tenir segons les circumstàncies una major o menor importància.

En el cas que ens ocupa, la situació és més complexa, doncs tenim la barreja de dues espècies, el conreu i la població de *Bromus*. En aquest cas es podria desglossar l'equació de l' ET_{estimada} de la següent manera:

$$ET_{\text{estimada total}} = \left(\frac{x}{n} ET_{\text{estimada espècie 1}} + \frac{(n-x)}{n} ET_{\text{estimada espècie 2}} \right) \quad (2)$$

Essent els termes x/n i $(n-x)/n$, la contribució de cada espècie a la quantitat total d'aigua evapo-transpirada del sòl, per a un determinat període de temps. Com a conseqüència de la diferència de densitat i biomassa entre el conreu i la població de *Bromus*, es pot considerar que $(x/n)_{\text{mala herba}} \ll \ll \ll \ll \ll (x/n)_{\text{conreu}}$ sobre el total d'aigua transpirada, i per tant es pot considerar l'evapo-transpiració del conreu com el factor que quantitativament regula l'extracció d'aigua de les parcel·les.

2.2.2.2.- Càlcul de l'ETc potencial del cultiu

El càlcul de la ET_c potencial del cultiu en les diferents parcel·les, s'ha realitzat mitjançant la fórmula

$$ET_c = ET_o * k_c \quad (3)$$

essent ET_o , l'evapo-transpiració del cultiu de referència, i k_c , el coeficient d'evapo-transpiració per a un cultiu d'ordi. Els valors de k_c emprats per a calcular l' ET_c optima del cultiu de la parcel·la han estat els emprats per VILLAR (1989). Els diferents valors de k_c utilitzats al llarg del cicle de creixement del conreu es mostren en la taula 2-3.

Decena	Nov	Des	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun
1	*	0.30	0.60	1.15	1.19	1.20	1.15	0.87
2	*	0.30	0.77	1.13	1.20	1.19	1.10	0.57
3	0.24	0.49	0.93	1.17	1.21	1.18	1.00	*

Taula 2-3

Valors de k_c per als diferents períodes del cicle de creixement.

2.2.2.3.- Càlcul de l'ET c real del cultiu

Pel càlcul de l' ET_c real del cultiu, s'han considerat els períodes i variables que es

detallen en les taules 2-4 i 2-5:

	Extracció d'aigua del sòl (mm) entre 0 - 60 cm	Extracció d'aigua del sòl (mm) entre 60 - 120 cm	Extracció d'aigua del sòl (mm) entre 120 - 180 cm
Variables	EAS ₀₋₆₀	EAS ₆₀₋₁₂₀	EAS ₁₂₀₋₁₈₀
Parcel·les	Totes	3,5 i 6	5 i 6

Taula 2-4

Variables utilitzades per a calcular l'extracció d'aigua dels diferents nivells del perfil. (EAS = Extracció d'aigua del sòl en mm).

Els valors de EAS poden ser positius o negatius. Valors positius de EAS, indiquen que hi ha hagut extracció d'aigua del perfil, mentre que valors negatius de EAS, indiquen recàrrega d'aquest.

PERÍODE A - Estadi de plàntula (Evapo-transpiració calculada a partir de EAS + P, entre el 24/12/91 i 26/02/92)
PERÍODE B - Encayament (Evapo-transpiració calculada a partir de EAS + P, entre el 26/02/92 i 09/04/92)
PERÍODE C - Aparició d'espigues/antesi (Evapo-transpiració calculada a partir de EAS + P, entre el 09/04/92 i 15/05/92)
PERÍODE D - Empleament de gra/maduresa (Evapo-transpiració calculada a partir de EAS + P, entre el 15/05/92 i 11/06/92)

Taula 2-5

Períodes considerats per a mesurar l'evapo-transpiració del conreu. (EAS = Extracció d'aigua del sòl en mm, P = Precipitació).

2.2.2.4.- Càlcul de l'índex d'aridesa

S'ha calculat un índex d'aridesa per a les diferents parcel·les a partir de l'expressió:

$$[1 - (ET_c \text{ real} / ET_c \text{ potencial})] \quad (4)$$

Aquesta expressió dóna el dèficit d'evapo-transpiració per a un període determinat. Durant la campanya 1991/92, s'ha calculat aquest dèficit per al total d'aigua evapo-transpirada al llarg dels períodes B, C i D.

2.3.- RESULTATS

2.3.1.- Perfils hídrics durant la campanya 1990-91

La campanya 1990/91 s'ha de considerar la més humida de les tres que va durar l'experimentació. Els perfils hídrics per a les diferents parcel·les es mostren en les [Figura 2-1](#), [Figura 2-2](#), [Figura 2-3](#) i [Figura 2-4](#). Cal destacar que gràcies a les pluges de tardor, els perfils es trobaven en totes les parcel·les durant els períodes de plàntula i encanyament, a un bon nivell de reserva hídrica. A mesura que avançava el temps hi va haver un progressiu esgotament d'aquesta reserva. Així, en les parcel·les 2, 4 i 8, durant el període d'antesi, maduresa i postcollita, s'enregistraren valors d'humitat per sota dels corresponents a -1500 kpa en els primers 40-50 cm del sòl. Aquesta situació també es va donar en la parcel·la 5 a la

profunditat de 20-30 cm. A excepció de les parcel·les 2 i 8, la resta van mostrar una bona reserva d'aigua durant tot el període de desenvolupament i fins i tot durant el període de postcollita. Pel que fa als diferents continguts d'aigua entre les subparcel·les amb llaurada convencional i llaurada profunda, els gràfics mostren que hi va haver una extracció molt similar, i per tant es va considerar que no hi va haver diferències.

2.3.2.- Perfils hídrics durant la campanya 1991-92

Els perfils hídrics de les diferents parcel·les durant aquesta campanya es mostren en les [Figura 2-5](#), [Figura 2-6](#), [Figura 2-7](#), [Figura 2-8](#), [Figura 2-9](#) i [Figura 2-10](#). Les precipitacions de tardor durant aquesta campanya, van ser molt similars a les de la campanya anterior, havent-hi un bon nivell de reserva durant els mesos d'hivern. Va seguir un començament de primavera extraordinàriament sec, però les quantioses precipitacions caigudes durant els mesos de maig i juny, van fer que en el sòl hi hagués, almenys en profunditat una bona reserva d'aigua. Això va fer que durant el període d'emplenament de gra i maduresa, com es pot veure en els gràfics, no hi hagués en cap parcel·la corbes d'humitat per sota dels continguts corresponent a -1500 kpa.

Pel que fa als nivells més inferiors de les diferents parcel·les, es pot veure també que hi ha valors de reserva d'aigua elevats. Una fet que cal destacar és la baixa demanda evaporativa durant el període comprès entre gener i juny respecte de les altres campanyes.

2.3.3.- ETc potencial del cultiu

Es va calcular l'evapo-transpiració potencial durant la campanya 1991/92 a partir de l'evapo-transpiració del cultiu de referència (ET_0) i els coeficients del cultiu k_c detallats en l'apartat 2.2.2.2. Els valors totals estimats pels diferents períodes considerats es mostren en la taula següent (taula 2-6)

Període A	Període B	Període C	Període D	Total
			101.6	101.6
		181.2	101.6	282.9
	107.9	181.2	101.6	390.7
59.5	107.9	181.2	101.6	450.2

Taula 2-6

Evapo-transpiració potencial del cultiu calculada per als diferents períodes i pels conjunts de diversos períodes (els valors estan expressat en mm d'aigua).

Els resultats mostren que el període amb menor evapo-transpiració potencial ha estat el període A, que correspon al mesos de gener i febrer, mentre que el període C ha estat el que més evapo-transpiració potencial ha mostrat, que és també el període de major creixement del conreu.

L'evapo-transpiració potencial de cada període, ha suposat en percentage del total evapo-transpirat, uns valors del 13.2%, 23.9%, 40.2% i 22.6%, respectivament per als períodes A, B, C i D.

2.3.4.- Evapo-transpiració real del cultiu

El resultats de l'evapo-transpiració real del cultiu en les diferents parcel·les i pels

diferents períodes es mostren a continuació. En la taula 2-7, es mostra l'extracció d'aigua en els primers 60 cm, mentre que en les taules 2-8 i 2-9 es mostra l'extracció d'aigua dels nivells 60-120 cm i 120-180 cm respectivament. En la taula 2-9 la profunditat d'extracció d'aigua de la parcel·la 3 correspon només a 40 cm. En la taula 2-10 es mostra l'extracció d'aigua total del perfil durant els diferents períodes.

Període	A	B	C	D
Parcel·la 1	9.4	12.6	34.8	-13
Parcel·la 3	7.2	26.4	23.4	-3.4
Parcel·la 5	15.4	13.0	13.4	5.8
Parcel·la 6	18.8	2.6	37.0	8.6
Parcel·la 8	8.1	18.2	36.4	-2.4

Taula 2-7

Valors de la variable EAS_{0-60} (mm) per a les diferents parcel·les i períodes.

Període	A	B	C	D
Parcel·la 1	*	*	*	*
Parcel·la 3	-4.2	-2.4	5.2	8.6
Parcel·la 5	-3.0	5.8	17.8	20.0
Parcel·la 6	-1.0	27.4	13.0	12.4
Parcel·la 8	*	*	*	*

Taula 2-8

Valors de la variable EAS_{60-120} (mm) per a les diferents parcel·les i períodes.

Període	A	B	C	D
Parcel·la 1	*	*	*	*
Parcel·la 3	*	*	*	*
Parcel·la 5	-9.4	-7.4	2.6	13.2
Parcel·la 6	6.6	15.8	-17.2	15.6
Parcel·la 8	*	*	*	*

Taula 2-9

Valors de la variable $EAS_{120-180}$ (mm) per a les diferents parcel·les i períodes.

Període	A	B	C	D	Total	
					A+B+C+D	B+C+D
Parcel·la 1	9.4	18.4	57.9	41.3	127.0	117.6
Parcel·la 3	3.0	29.8	51.7	59.5	144.0	141.0
Parcel·la 5	2.0	16.8	45.1	92.3	156.2	154.2
Parcel·la 6	23.9	49.6	55.9	90.9	220.3	196.4
Parcel·la 8	8.1	24.0	59.5	51.9	143.5	135.5

Taula 2-10

Valors totals d'aigua extreta del perfil ($EAS_{0-60} + EAS_{60-120} + EAS_{120-180}$) en mm en les diferents parcel·les i períodes. Es considera el total d'aigua extreta en tot el cicle, i el total d'aigua extreta durant els períodes B, C i D a efectes del càlcul de l'índex d'aridesa.

Es pot veure com durant el període A (període de plàntula), la poca extracció d'aigua que va realitzar el conreu es va fer en els primers 60 cm del perfil. Aquest nivell tan baix d'evapo-transpiració, va permetre que hi hagués moviment d'aigua cap als nivells més profunds, i així, en totes les parcel·les, a excepció de la parcel·la 6, es va observar recàrrega dels nivells més profunds del perfil. La [Taula 2-7](#) mostra que els valors de la variable EAS_{0-60} per a les diferents parcel·les en aquest període, és d'una banda molt similar en les parcel·les 1,

3 i 8, amb valors que oscil·len entre 7.2 mm i 9.4 mm, i d'altra banda en les parcel·les 5 i 6 on es van enregistrar valors de 15.4 mm i 18.8 mm respectivament.

Durant el període B, l'evapo-transpiració es va incrementar notablement en totes les parcel·les respecte del període anterior, si bé en la parcel·la 5 la xifra d'evapo-transpiració enregistrada va ser notablement inferior a la resta de les parcel·les. En la majoria de parcel·les, l'extracció d'aigua durant aquest període es va fer dels nivells superficials (0-60 cm), si bé en la parcel·la 6, i amb menor intensitat en la parcel·la 5 hi van haver notables extraccions d'aigua dels nivells més profunds.

En el període C, l'extracció total d'aigua del perfil es va incrementar respecte del període anterior. Els valors totals d'aigua extreta han estat força similar entre parcel·les, oscil·lant entre els 59.5 mm de la parcel·les 8 i el 51.7 mm de la parcel·la 3. Cal mencionar a part el valor lleugerament més baix de la parcel·la 5, 45.1 mm. En les parcel·les amb el perfil més profund l'extracció d'aigua s'ha repartit entre els nivells 0-60 cm i 60-120 cm. Cal destacar la recàrrega del nivell 120-180 cm en la parcel·la 6.

Durant el període D cal diferenciar entre les parcel·les amb sòl profund (parcel·les 5 i 6) i la resta (parcel·les 1, 3 i 8). En les primeres hi va haver una extracció neta d'aigua en tots els nivells del perfil. Per aquestes, aquest període va ser el de major extracció (tot i no correspondre amb el període de màxima demanda evaporativa potencial). Els valors d'aigua extreta van oscil·lar a l'entorn dels 90 mm per a ambdues parcel·les, la qual cosa suposa uns valors que gairebé doblen els enregistrats en les altres parcel·les.

Pel que fa a la resta de parcel·les es donà la circumstància que es va enregistrar recàrrega del perfil en el nivell superficial (0-60 cm). Això d'una banda va ser conseqüència de les intenses pluges caigudes durant la primera quinzena de juny, i d'altra, que en aquestes parcel·les el cultiu ja havia acabat el cicle i assolit la maduració, i en conseqüència no va poder fer ús d'aquesta aigua.

2.3.5.- Càlcul de l'índex d'aridesa de les parcel·les

S'ha calculat l'índex d'aridesa de diferents subparcel·les amb llaurada convencional durant la campanya 1991/92. Per a aquest càlcul, s'han utilitzat els valors d'aigua extreta pel conreu en les diferents subparcel·les durant els períodes B, C, i D. Per al càlcul d'aquest índex, és va despreciar el període A, pel fet de contribuir aproximadament amb només un 6% del total d'aigua transpirada, i presentar el seus valors a més una gran irregularitat entre parcel·les.

S'han calculat dos índex d'aridesa per a les diferents subparcel·les: l'un a partir del total real d'aigua evapo-transpirada durant els períodes B, C i D, per a correlacionar amb la biomassa total produïda pel individu de les poblacions de *Bromus*, i l'altre a partir de l'evapo-transpiració real durant els períodes B i C, per correlar amb la producció de llavors. Els resultats es mostren en les taules 2-11 i 2-12.

	ET _c potencial (mm)	ET _c real (mm)	Dèficit d'evapo-trans.
Parcel·la 1	390.7	117.6	0.699
Parcel·la 3	390.7	141.0	0.639
Parcel·la 5	390.7	154.2	0.605
Parcel·la 6	390.7	196.4	0.497
Parcel·la 8	390.7	145.5	0.627

Taula 2-11

Dèficit d'evapo-transpiració en les diferents parcel·les en la campanya 1991/92, durant l'interval de temps comprès entre els períodes B, C, i D.

	ET _c potencial (mm)	ET _c real (mm)	Dèficit d'evapo-trans.
Parcel.la 1	282.8	99.2	0.649
Parcel.la 3	282.8	111.5	0.606
Parcel.la 5	282.8	137.4	0.514
Parcel.la 6	282.8	146.8	0.481
Parcel.la 8	282.8	111.8	0.605

Taula 2-12

Dèficit d'evapo-transpiració en les diferents parcel·les en la campanya 1991/92, durant l'interval de temps comprès entre els períodes C i D.

2.4.- RESUM

La finalitat de les mesures de disponibilitat d'aigua i índex d'aridesa, era caracteritzar les diferents subparcel·les de la finca experimental des d'aquesta perspectiva. Com els resultats han mostrat, es disposa d'una finca amb 9 parcel·les amb una disponibilitat d'aigua molt diferent. Aquesta diferència es corresponen plenament amb els dos tipus de sòls descrits per a la finca experimental.

Els perfils hídrics de les diferents subparcel·les durant la campanya 1990/91 van demostrar que l'extracció d'aigua va ser molt igual entre la meitat amb llaurada convencional i la meitat amb llaurada profunda. L'interès inicial d'aquestes mesures estava en tenir elements per poder descriure adequadament el creixement de poblacions de *Bromus diandrus* en ambdues meitats. D'una banda, però, en obtenir uns resultats molt similars entre ambdues meitats pel que fa a l'extracció d'aigua, així com també, la pràctica eliminació de la població en les subparcel·les amb llaurada profunda (veure capítol 4), va fer que durant la campanya 1991/92 les mesures d'aigua i els índex d'aridesa en les diferents parcel·les es realitzessin només en les meitats amb llaurada convencional.

Pel que fa al balanç hídric realitzat durant la campanya 1991/92, s'ha pogut comprovar com l'extracció d'aigua ha anat variant al llarg dels quatre períodes considerats. Com ja s'ha dit, s'han utilitzat només els períodes B, C i D per al càlcul dels índex d'aridesa. Aquests índex s'utilitzaran en el capítol 6 per tal de relacionar la producció de biomassa en les diferents cohorts de *Bromus* i la disponibilitat d'aigua en les parcel·les.

Part II.- EL BANC DE LLAVOR

BIBLIOTECA VIRTUAL



CAPÍTOL 3: DORMICIÓ I SUPERVIVÈNCIA DE LES LLAVORS DE *Bromus diandrus*

3.1.- INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

3.1.1.- Introducció

Bromus diandrus és un teròfit anual. El seu cicle de desenvolupament, comença amb la germinació de les llavors, generalment a la tardor. El cicle d'aquesta espècie és relativament llarg, i la maduració de les noves llavors produïdes no s'esdevé fins al final de la primavera o al principi de l'estiu de l'any següent a la germinació.

En el comportament com a mala herba d'una espècie, té un paper decisiu, la capacitat d'aquesta d'implantar-se en el conreu. En el cas dels teròfits anuals, això està molt relacionat en primera instància, amb les característiques i requeriments de germinació de les llavors, i en segon lloc, amb la capacitat d'aquestes de perdurar en el sòl durant períodes de temps més o menys llargs (JAUZEIN 1989).

Pel que fa a *Bromus diandrus*, les característiques i requeriments per a la germinació de les llavors s'han abordat en diversos treballs, principalment d'autors australians. En aquest sentit podríem esmentar com a més significatius els treballs d'ANDERSON (1984), GILL & BLACKLOW (1985), HARRADINE (1986), CHEAM (1986, 1987) i GILL & CARSTAIRS (1988).

Un tret comú a tots aquests treballs, realitzats des d'una perspectiva agrònomic, és que centren el seu interès a conèixer la capacitat de germinació de les llavors en el temps, posant sobretot èmfasi, en l'estudi de l'evolució de la dormició que aquestes presenten, si bé no entren a estudiar amb detall els mecanismes que poden controlar-la.

L'existència, i sobretot durada de la dormició innata en les llavors, és un dels aspectes claus. Tots aquests treballs coincideixen a remarcar que les llavors de *Bromus diandrus*, presenten en el moment de la seva disseminació (moment de la separació de la planta mare) una incapacitat per a germinar, que atenent-nos als resultats sembla que és d'intensitat variable i que pot desaparèixer en períodes compresos entre algunes setmanes o bé alguns mesos. Així, HARRADINE (*op. cit.*), analitzant un lot de llavors recollides madures de la planta mare, conservades en condicions de foscor/26°C i posades a germinar a 15°C/foscor/16 hores i 25°C/llum/8 hores, obté un 41% de germinació en els tests realitzats tres dies després de la recolecció, i un 95% de germinació els tests realitzats vint-i-cinc dies més tard. Per la seva banda GILL & CARSTAIRS (*op. cit.*), en analitzar diversos lots de llavors de la mateixa espècie, van trobar en un test de germinació realitzat als vint-i-nou dies després de la recolecció, valors de germinació compresos entre 1% i 45% (segons lots). El 95 % de germinació només es va assolir en els tests fets a partir dels 5 mesos de la recolecció. En aquest cas però, les llavors van ser conservades a l'exterior i els tests de germinació es van fer a 24°C/llum/12 hores i 12°C/foscor/12 hores.

Sembla, doncs, a la vista d'aquests resultats, que les diferències, no tan sols podrien ser atribuïdes en part a una component genètica, com ja molt bé remarquen els mateixos autors, sinó també que el mètode de conservació a què han estat sotmeses les llavors durant els períodes entre la realització dels tests, pogués promoure o inhibir germinacions, i en última instància fins i tot a les diferents condicions en què s'han posat a germinar les llavors.

Un altra font de possible variabilitat pel que fa a la duració de la dormició innata, ens l'aporta els resultats del treball de GILL & BLACKLOW (*op. cit.*), Aquests autors, mesuren el temps que tarden uns lots de llavors de *Bromus diandrus*, de localitats diverses, conservades a 26°C/fosc, en perdre el 50% de la dormició innata inicial (un paràmetre que anomenen t_{50}). Com a resultat, obtenen tants valors de t_{50} , com localitats testades. A més calculen una relació linial entre els t_{50} i la durada de l'estació seca (manca de pluja efectiva) de la localitat origen. En una segona part de l'experiment, les llavors d'aquestes localitats sembrades en un lloc comú, presenten les mateixes proporcions (ranking) de dormició que entre les localitats d'origen, però el 50% de germinació s'aconsegueix amb uns intervals de 41-55 dies menys, que en aquelles. D'aquests resultats, els autors assenyalen que les diferències obtingudes entre localitats, són suggeridores d'un control genètic de la dormició, i que el fet que les proporcions de dormició entre les llavors de diferents localitats, quan aquestes són sembrades a un lloc comú, no es vegin afectades, indica una absència d'interacció genotip x ambient.

Criticables en part potser aquestes conclusions, el que sí sembla cert, és que pot haver-hi en la regulació de les dormicions, algunes causes que actuïn en el moment de la formació de les llavors, ja sigui per via genètica, o per un determinat estatus eco-fisiològic de la planta productora.

Recapitulant, doncs, tot l'exposat fins ara es pot dir que queda ben constatada l'existència d'una dormició innata, de durada variable, i que pot estar regulada tant per factors intrínsecs com extrínsecs, i entre aquests, per factors que poden actuar abans i després de la maduració de la llavor.

A conclusions similars arriben altres autors que han estudiat aquests fenòmens en altres espècies de *Bromus*: FROUD-WILLIAMS (1981, 1983) per a *Bromus sterilis*, STEINBAUER *et al.* (1957), YOUNG *et al.* (1969) per a *Bromus tectorum*.

Altres treballs de caire més eco-fisiològic han centrat el seu interès en l'estudi de les causes ambientals que controlen les dormicions i germinacions en aquesta espècie, i en aquest sentit podríem esmentar els treballs de JAUZEIN (*op. cit.*), i EL-AFLAHI & JAUZEIN (1992)

JAUZEIN (*op. cit.*) analitza el paper de la fotosensibilitat de les llavors i la seva influència en la germinació de diverses espècies del gènere *Bromus*. Pel que fa als resultats obtinguts en els estudis realitzats amb llavors de *Bromus diandrus*, podríem esmentar que es constata l'existència de fotosensibilitats positives i negatives combinades en funció de la temperatura. A baixes temperatures hi ha una clara predominança de la fotosensibilitat negativa, que pot ser efectiva per a aquesta espècie fins als 20-25°C, mentre que a altes temperatures predominaria la fotosensibilitat positiva. D'altra banda, aquesta fotosensibilitat va decreixent amb el temps, i al cap d'un any sembla que es pot considerar gairebé nul·la. L'autor també demostra que els mecanismes de fotosensibilitat de les llavors, es deuen de trobar a nivell de glumel·les, ja que el fet de despollar la llavors (arrancar pàlea i lemma), fa que la fotosensibilitat desaparegui.

Continuant amb l'estudi d'altres factors ambientals que poden tenir importància en la germinació, EL-AFLAHI & JAUZEIN (*op. cit.*), van estudiar la possible influència de la temperatura i la concentració d'oxigen sobre la capacitat de germinació de llavors de *Bromus diandrus*, en funció d'una banda de la data de sembra de la planta productora i d'altra de l'exposició de la planta mare a diferents condicions tèrmiques a partir de l'antesi.

D'aquest treball, cabria destacar el resultat, que, la incapacitat de germinar de les llavors de *Bromus* després de la disseminació (dormició innata), és conseqüència, d'almenys dos obstacles situats a nivell de les cobertes seminals. Segons els autors, l'un estaria a nivell

de glumel.les mentre que l'altre ho estaria a nivell d'envoltures del gra (tegument i pericarps). Els autors, remarquen la coincidència d'aquests resultats amb els obtinguts en altres gramínies.

Pel que fa a la disponibilitat d'oxigen necessari per a la germinació, sembla que les glumel.les, i en menor intensitat els envolcalls del gra, impedeixen una oxigenació adequada dels teixits vius.

D'altra banda, es demostra també que les llavors formades a altes temperatures tenen notablement menys dormició que les que provenen de temperatures més baixes. La intensitat de la dormició és també modulada per la data de sembra de la planta productora.

Així doncs, dels resultats d'aquests dos treballs, se'n poden obtenir dues conclusions.

1.- L'existència de fotosensibilitat en les llavors de *Bromus diandrus*, amb la particularitat a més, que aquesta és negativa a baixes temperatures.

2.- Que per a aquesta espècie els mecanismes que regulen la dormició, ja sigui mitjançant la fotosensibilitat abans esmentada o impeding l'intercanvi gasós, es troben a nivell de cobertes.

No es coneix cap treball que estudiï amb més detall els processos de fotosensibilitat per a aquesta espècie, comentarem però algunes dades obtingudes a partir de treballs realitzats "in vitro" sobre els fenòmens de fotosensibilitat en la germinació de llavors de *Bromus sterilis*.

HILTON (1987) demostra que la germinació de llavors fresques (amb aprox. 50% d'aigua en pes), posades a germinar en unes condicions de 15°C constants i diferents condicions lumíniques, es afavorida pel Pfr, encara que es necessita de 3 a 4 setmanes per aconseguir el 100% de germinació dels lots. Per contra, el màxim de germinació de les llavors seques posades a germinar en les mateixes condicions de temperatura, s'aconsegueix amb la foscor, i la germinació és inhibida per la formació de Pfr. També demostra que el canvi de resposta a la llum en funció del contingut d'aigua de la llavor es dona només en condicions d'alternança de temperatures durant la deshidratació d'aquestes.

Aquests resultats poden complementar-se amb els obtinguts per ELLIS *et al.* (1986), per a la mateixa espècie. Aquest autors demostren que baixes dosis de fotons (de l'ordre de $3 \times 10^{-4} \text{ mol m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ amb il·luminació de llum blanca) si bé no hi ha un efecte inhibitor de la germinació, hi ha lleugeres disminucions de les taxes de germinació, mentre que a dosis de $3 \times 10^{-3} \text{ mol m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ a 15°C o $3 \times 10^{-2} \text{ mol m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ a 25°C inhibeixen la germinació. Tanmateix, per a una determinada dosi d'irradiació quan més llarg és el fotoperíode més important és la inhibició.

Resumint, podríem dir que de tots els resultats mostrats se'n pot concloure que la durada de la dormició post-recolecció o innata, està modulada per.

1.- Factors genètics.

2.- Condicions ambientals durant el període de formació de la llavor.

3.- Condicions de conservació a la postmaduració.

Els treballs esmentats estan sobretot centrats a estudiar els efectes de les condicions de conservació postmaduració, i en aquest sentit, la informació que donen sobre els factors genètics i les condicions ambientals durant la formació de la llavor, és ben poca. En canvi, pel que fa a les condicions postmaduració, sí queda ben demostrada la influència de la llum i la temperatura. Si com sembla, i és factible, el comportament de les llavors de *Bromus diandrus*

enfront d'aquests dos factors és comparable al de les llavors de *Bromus sterilis*, poden explicar-se amb molt més sentit, els diferents resultats dels treballs que hem anat esmentant.

Un altre aspecte important, és que tota la informació que fins ara hem exposat fa referència a la dormició innata. POLLARD (1982a) demostra que en les llavors de *Bromus sterilis* pot haver-hi una dormició secundària, induïda per la llum, en determinades circumstàncies. No hem trobat documentació sobre la possible existència d'inducció de dormicions secundàries en llavors de *Bromus diandrus*.

Si bé, després de tot l'exposat es pot tenir una idea bastant concreta dels mecanismes que poden regular els processos de dormició/germinació en les espècies de *Bromus* en general i de *Bromus diandrus* en particular, des d'un punt de vista aplicat és necessari constatar com es tradueixen tots aquests factors sota unes determinades condicions agro-climàtiques.

A la regió mediterrània, els *Bromus* arriben a la maduresa cap als mesos de maig-juny just abans de l'inici de l'estació estival, molt seca i calorosa. En aquest sentit, les fortes fotosensibilitats i dormicions permeten retardar possibles germinacions estivals, que podrien ser nefastes per a una manca posterior d'agua per a les plàntules. D'altra banda, els alts percentatges de pèrdua de dormició, coincideixen amb la tardor, una estació plujosa, la qual cosa suposa una garantia per a l'establiment de plàntules.

Com s'ha vist les dormicions i fotosensibilitats, van minorant amb el temps, la qual cosa permet la germinació de les llavors, ara bé si aquesta no desapareix durant el període d'estiu tardor, o com assenyala POLLARD (*op. cit.*) hi ha induccions posteriors, aquestes llavors poden arribar al període hivernal, on no hi ha germinació degut a les adverses condicions climatològiques. Així doncs l'encadenament de situacions d'aquesta mena, pot donar com a resultat un allargament notable de la viabilitat de la llavor.

CHEAM (1987), en un treball realitzat en tres localitats del sud-est d'Austràlia, constata que un percentatge de llavors de *Bromus diandrus* (si bé no massa alt) pot perdurar de 2 a 3 anys viables en els sòl. D'altra banda demostra que la durada del temps de perduració està relacionada amb l'estat de dormició inicial de les llavors i de les condicions climàtiques a què estan sotmeses. Els lots de llavors amb elevada dormició inicial i sotmesos a un clima fred i humit són els que més perduren. FROUD-WILLIAMS (1981) també observa que les baixes temperatures i la humitat, no promouen la germinació de llavors de *Bromus sterilis*. L'interès del treball de CHEAM (1986) està en el fet que ha estat realitzat en unes condicions agroclimàtiques molt similars a les nostres.

Els valors de supervivència trobats per aquest autor, són elevats si tenim en compte dades obtingudes per altres autors en les espècies més properes de *Bromus*. Així, el mateix FROUD-WILLIAMS (*op. cit.*), malgrat observar les mateixes tendències, com ja hem vist, no troba llavors viables en una població de *Bromus sterilis* creixent en cereal 9 mesos després de la pluja de llavors, si bé el mateix autor assenyala la precipitació més abundant enregistrada durant el període experimental, com un factor d'ajuda a la germinació. A més, cal remarcar que les condicions climàtiques de base en què es desenvolupen els dos treballs són força diferents. GLEICHNER & APPLEBY (1989), en un treball on estudien l'efecte de la profunditat d'enterrament en la viabilitat i duració de les llavors de *Bromus rigidus*, observen que en quinze mesos no hi ha recuperació de llavors viables. A més, els autors remarquen la germinació, com a única font d'esgotament de llavors durant aquest temps, altra vegada també amb unes condicions climàtiques molt diferents a les de l'experiment de CHEAM (1987).

3.1.2.- Objectius

Tots els treballs fins ara esmentats ens mostren que les llavors de *Bromus diandrus*, poden restar viables en el sòl durant períodes que ultrapassin un cicle de conreu. D'altra banda, es demostra que la **capacitat de germinació es pot veure modificada amb el temps, així com també influïda per la seva posició en el sòl** (llavors enfonsades o en superfície) i **la disponibilitat d'aigua**.

Conèixer amb detall el possible comportament de les llavors sota diferents condicionants agro-climàtics, es del tot necessari a l'hora d'abordar els estudis de demografia i dinàmica.

Per tant, l'objectiu del treball experimental que es descriu en aquest capítol, és conèixer els efectes de la profunditat d'enterrament i la disponibilitat d'aigua, en la perduració i pèrdua de viabilitat en el temps de llavors de *Bromus diandrus* enterrades a diferents profunditats, i sota els condicionants edafo-climàtics propis.

3.2.- MATERIAL I MÉTODES

3.2.1.- Llavors emprades

Les llavors utilitzades per a l'experiment, van ser recollides durant la primera setmana de juny de 1990 de plantes madures que creixien en camps de cereal a les rodalies de Lleida. Es considerarà llavor la cariòpside completa incloses pal·lea i lemma.

A fi i efecte d'aconseguir la màxima qualitat en les llavors destinades a l'experiment, aquestes van ser seleccionades una a una a partir del total recollit, per tal d'eliminar les que a priori semblaven no viables o bé mortes. El mètode de selecció, consistí a pressionar lleugerament la llavor amb el dits, per tal de comprovar que era plena i tenia la turgència adequada.

Un cop acabada la selecció i manipulació de les llavors, i just abans de procedir a l'inici de l'experiment el 15 de juliol, es va procedir a fer un test de germinabilitat sobre una mostra de 600 llavors del total de les seleccionades. El percentatge inicial de germinabilitat de les llavors va ser de 99.5 %.

Durant els temps que transcorregué entre la recollida de llavors i l'inici de l'experiment, aquestes eren conservades en bosses de paper en condicions de laboratori. La manipulació (selecció, recompte, i eliminació de les arestes) es feia també en condicions lumíniques i de temperatura de laboratori.

3.2.2.- Simulació de règims pluviomètrics

La disponibilitat d'aigua, és en la zona mediterrània un factor que pot condicionar d'una manera important la germinació de les llavors. D'altra banda com s'ha pogut veure en el capítol anterior, la irregularitat interanual de la precipitació, fa necessari considerar totes les possibilitats a l'hora d'analitzar la influència de la pluja en la germinació.

Pel que fa a la pluviometria, s'ha pres com a referència per a aquesta experiència, l'observatori d'Agramunt. Els anys de la sèrie que es disposa, s'han agrupat segons la quantitat de pluja recollida, en anys secs, humits i l'any mig, que resulta d'elaborar la mitjana de tots els anys de la sèrie.

A partir d'aquestes dades, tres règims pluviomètrics, sec, humit i intermig, van ser simulats.

Per al règim humit, la pluviometria va ser establerta a través de les dades pluviomètriques dels cinc anys més humits de la sèrie, pel règim sec mitjançant els cinc més secs i pel règim intermig es va emprar les dades dels vint anys.

Per simular la pluviometria diària, va ser utilitzat un model de producció estocàstica de precipitació (VILLALOBOS & FERERES 1989 in VILLAR (1989)). Aquest model calcula la precipitació a partir de les mitjanes mensuals, i està basat en el model de GENG *et al.* (1986), que utilitza una cadena de Markov de primer ordre per descriure la pluja i una distribució Gamma incompleta per calcular la quantitat diària. La quantitat mensual de pluja simulada pels tres règims, es mostra en la taula 3-1.

Mes	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
RH	42.0	32.0	32.0	70.3	88.2	49.3	30.9	55.2	57.0	43.9	39.5	36.1
RI	30.4	24.7	32.7	50.4	59.5	44.4	17.3	45.2	38.4	39.7	36.2	30.1
RS	30.9	11.0	15	40.8	49.9	23.3	17.4	11.1	21.7	24.1	35.9	28.

Taula 3-1

Quantitat de pluja simulada en mm/mes per a cadascun dels regims considerats. Règim humit (RH), règim intermig (RI) i regim sec (RS).

3.2.3.- Disseny experimental

Grups de cent llavors es van posar en bosses de niló permeables a l'aigua. Aquestes bosses van ser dipositades en testos de 0.05 m³, que es van reomplir amb terra provinent de l'hortizó superficial de la zona central de la finca experimental. Les bosses van ser dipositades a tres profunditats: en superfície semicobertes, a una profunditat de 7 cm i a una de 20 cm.

90 testos amb llavors van ser situats a l'exterior protegits de la pluja per una coberta transparent i sobre un llit de graveta a fi i efecte d'evitar l'entollament d'aigua o bé l'absorció per capilaritat d'aigua del sòl.

Van ser instal·lats tres sistemes independents de reg gota a gota (un per a cada règim pluviomètric) provistos de goters autocompensats de 2 litres/hora. Un goter va ser destinat a cada test.

L'assignació de goters a cada test va ser feta mitjançant un esquema experimental de blocs a l'atzar amb tres repeticions.

Van ser fetes extraccions de bosses de llavors a intervals de 90, 150, 210, 390 i 570 dies després de l'enterrament a partir de tres testos elegits l'atzar per a cadascun dels règims.

En total van ser enterrades 27.000 llavors, la qual cosa suposa 900 per a cada interacció profunditat d'enterrament/règim/data d'extracció.

3.2.4.- Anàlisi de les llavors recuperades

Es considerà que el comportament de les llavors seria el mateix en tots els testos d'un mateix règim. Així, es va suposar que els resultats de recuperació de llavors obtinguts per a una determinada extracció/règim a partir d'uns testos elegits a l'atzar, no seria significativament diferent dels resultats obtinguts si els testos elegits haguessin estat uns altres.

Les llavors de les bosses recuperades dels testos en cada extracció, van ser analitzades al laboratori. Les llavors o restes de llavors recuperades es van dividir segons un esquema proposat per SCHAFFER & CHILCOTE (1969), en el qual $LL_t = LL_{df} + LL_{di} + LL_g + LL_{nv}$, essent: LL_t = el nombre total de llavors recuperades; LL_{df} = el nombre de llavors amb dormició forçada, és a dir, que no germinen per falta d'estimuls ambientals; LL_{di} = el nombre de llavors

amb dormició innata o induïda; LL_g = el nombre de llavors germinades i LL_{nv} = el nombre de llavors mortes o no viables. Sovint va ser difícil distingir entre les fraccions LL_g i LL_{nv} , sobretot en les extraccions finals, on la degradació del material era notable, i ja que interessava només conèixer la supervivència, es van agrupar aquestes dues fraccions en una de sola LL_{ex} , per tant, $LL_{ex} = LL_g + LL_{nv}$. L'assignació de les llavors recuperades a cadascun dels compartiments abans esmentats es va fer segons el següent procés: en primer lloc i de manera visual, es va distingir entre llavors germinades o mortes, i les que semblaven viables. Tot seguit, es van posar a germinar aquestes en plaques de petri amb paper de filtre humit en condicions de laboratori durant aproximadament 15 dies. Les llavors que van germinar en aquesta situació, van donar la fracció LL_{df} . Les llavors que no van germinar en aquestes condicions van ser sotmeses al test del tetrazoli (ISTA 1981), que va permetre discriminar entre LL_{di} i LL_{nv} (no viables o mortes).

3.3.- RESULTATS

El nombre i estat de llavors viables recuperades va variar en funció del règim de precipitacions, de la profunditat d'enterrament i del temps que les llavors van estar enterrades. Aquests resultats es mostren en la Taula 3-2.

En principi, cal remarcar, que els percentatges de recuperació de llavors van anar disminuint amb els temps. Així, durant les tres primeres extraccions els percentatges de recuperació de llavors, independentment del seu estat, germinades, mortes o dormides, van ser iguals o propers al 100% de les llavors enterrades, (98.1% als 90 dies, 95.1% als 150 dies i 95.2% al 210 dies), mentre que els percentatges van disminuir fins a valors de 84.7% en l'extracció dels 390 dies i de 78.7% per a la dels 570 dies. Això és considerat que era bàsicament a causa de la degradació microbiana de les restes de les llavors germinades o mortes (GLEISHNER & APPLEBY *op. cit.*).

La quantitat i estat de les llavors recuperades, va ser molt diferent entre règims i extraccions. Per a la primera extracció (90 dies després de l'enterrament), va ser en el règim sec, on es van recuperar major nombre de llavors, en particular en el nivell superficial (91 llavors) i en les llavors enterrades a 20 cm (60 llavors). En els altres règims i profunditats el nombre de llavors recuperades va ser molt inferior, oscil·lant les quantitats, entre 0 i 17 llavors. La majoria de llavors viables recuperades en aquesta extracció eren en dormició forçada. El nombre total de llavors viables recuperades en aquesta extracció ha estat de 203 sobre un total de 2700. La resta, aproximadament 2.400 es van exhaurir majoritàriament per germinació.

	Superfície				Profunditat 7 cm				Profunditat 20 cm			
	LL _r	LL _{df}	LL _{di}	LL _{ex}	LL _r	LL _{df}	LL _{di}	LL _{ex}	LL _r	LL _{df}	LL _{di}	LL _{ex}
90 dies												
SE	297	91	4	200	293	13	0	281	294	60	0	234
IN	285	0	0	285	291	3	3	285	298	6	2	290
HU	297	17	1	281	297	0	0	293	298	3	0	295
150 dies												
SE	285	3	0	282	274	4	0	270	271	2	1	268
IN	295	0	1	294	287	0	0	287	291	0	1	290
HU	294	1	1	292	189*	0	0	189	287	0	0	287
210 dies												
SE	281	0	3	278	292	0	7	285	292	0	3	289
IN	274	0	0	274	293	1	3	289	297	0	0	297
HU	269	0	0	269	293	1	0	292	282	0	0	282
390 dies												
SE	162	1	0	161	268	0	0	268	293	1	0	292
IN	248	6	0	242	281	1	1	279	252	0	0	252
HU	216	0	0	216	281	0	0	281	288	0	0	288
570 dies												
SE*	169	0	0	169	172	0	0	172	174	0	0	174
IN	237	0	0	237	254	0	0	254	267	0	0	267
HU	141	0	0	141	251	0	0	251	225	0	0	225

Taula 3-2

Nombre de llavors recuperades desglossades per extraccions, règim hídric i profunditat

A partir de la segona extracció, i independentment del tractament, el nombre de llavors viables recuperades es pot considerar testimonial. En l'extracció feta 390 dies després de l'inici de l'experiment només es van recuperar 10 llavors viables del total de 2.700 inicialment enterrades, i al cap de 570 dies no es va recuperar cap llavor.

Dies d'enterrament	0	90	150	210	390	570
Nivell 0 cm						
Humit	99.5	3.0	0.6	0.0	0.0	0.0
Intermig	99.5	0.0	0.3	0.0	2.0	0.0
Sec	99.5	47.3	1.0	1.0	0.3	0.0
Nivell 7 cm						
Humit	99.5	3.0	1.3	0.3	0.0	0.0
Intermig	99.5	2.0	2.0	1.3	0.6	0.0
Sec	99.5	4.3	1.3	2.3	0.0	0.0
Nivell 20 cm						
Humit	99.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Intermig	99.5	2.6	0.3	0.0	0.0	0.0
Sec	99.5	20.0	1.0	4.6	0.3	0.0

Taula 3-3

Evolució en percentatge del nombre mitjà de llavors viables recuperades en funció del règim de pluja, el temps i la profunditat d'enterrament.

Si analitzem els valors obtinguts per nivells d'enterrament, es pot veure com el nivell superficial, és el nivell on comparativament s'han recuperat més llavors, (Taula 3-3 i [Figura 3-1](#)). Aquestes diferències estan però sobretot condicionades pels valors de l'extracció a 90

dies. Si no es considera aquesta data els altres valors són molt més homogenis.

Resumint, doncs, es pot dir que per als resultats obtinguts, en els diferents nivells i règims, la disminució de llavors de *Bromus* va ser molt ràpida. Així, 150 dies després de l'inici de l'experiència, no es va poder recuperar més d'un 5% de llavors viables del total de llavors enterrades. Aproximadament un any després de l'inici de l'experiència (390 dies) ja no es va recuperar cap llavor viable.

3.4.- DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

Caldria dir d'entrada que el fet d'haver realitzat l'experiment a partir d'un lot de llavors sense dormició, pot haver condicionat els resultats, i en aquest sentit el resultat del test inicial de germinabilitat, dóna uns resultats molt semblants als obtinguts per HARRADINE (*op. cit.*).

L'esgotament del banc de llavors ha estat molt ràpid en tots els nivells i règims. Noranta dies després de l'enterrament de les llavors, a excepció dels nivells superficial (0 cm) i profund (20 cm) en el règim sec, en cap altre es van recuperar percentatges de llavors viables superiors al 3%. Cent cinquanta dies després de l'enterrament de les llavors, no es va obtenir cap percentatge superior a l'1% de llavors viables. Aquest ha estat un període de temps també similar al trobat per CHEAM (1987) per a la viabilitat de les llavors sense dormició.

La causa principal de l'esgotament de les llavors del sòl, va ser la germinació. Aquest fet es va poder determinar amb molta precisió en les primeres extraccions, quan les llavors, o les seves restes, es recuperaven en un bon estat de conservació. Ja s'ha vist en el resultat com al cap de noranta dies, en gairebé tots els nivells i règims, les llavors germinades eren aprop del 100% de les llavors recuperades. Es va observar no obstant això, que les llavors enterrades a 7 cm rarament van ser capaces d'establir plàntules, mentre que les enterrades a 20 cm, no en van poder establir mai. Així doncs pel que fa a l'esgotament del banc de llavors i a la capacitat d'aquestes d'establir plàntules, els resultats que es van obtenir són força similars als obtinguts per HARRADINE (*op. cit.*) per a *Bromus diandrus*, FROUD-WILLIAMS (1983), per a *Bromus sterilis* i GLEIHSNER & APPLEBY (*op. cit.*) per a *Bromus rigidus*.

Els resultats obtinguts, han mostrat que la interacció règim sec x nivell superficial (0 cm) i nivell intermig (7 cm), és on hi va haver durant més temps una major i més gran conservació de llavors viables. CHEAM (1987), va demostrar que la profunditat d'enterrament on hi havia una pèrdua de llavors més ràpida, era 1 cm, mentre que en superfície, la pèrdua era més lenta. La major conservació de llavors en superfície pot explicar-se d'una banda per una menor disponibilitat d'aigua, ja que la superfície i les capes més superficials del sòl són les que estan més exposades a pèrdues d'aigua, ja sigui per percolació o evaporació. També les llavors de la superfície es podrien veure involucrades en els fenòmens de fotosensibilitat a que es feia referència en la introducció (JAUZEIN, *op. cit.* i EL-AFLAHI & JAUZEIN *op. cit.*). L'esgotament més ràpid de llavors es va produir en canvi en els nivell més profunds (20 cm).

En condicions de camp, la maduració de les llavors es produeix entre els mesos de juny i juliol. A la vista dels resultats obtinguts sembla que aquestes podrien començar a germinar tant bon punt hi hagués les condicions adequades per fer-ho (disponibilitat d'aigua). En tot cas sembla difícil que un elevat nombre de llavors *Bromus diandrus*, puguin restar en condicions de viabilitat en el sòl després de les pluges de tardor, ja que aquestes proporcionen l'humitat necessària per a la germinació. El que sí sembla pot donar-se un

retard en la germinació de les llavors més superficials com a conseqüència d'una manca d'estímuls per a la germinació.

Al cap d'un any (extracció a 390 dies) encara es va poder recuperar un percentatge, per bé que testimonial (0.5% en mitjana), de llavors viables, i als 570 dies, no se'n va recuperar ja cap llavor. El fet que aquest 0.5% sigui en mitjana (veure [Taula 3-2](#) i [Taula 3-3](#)), i recordant el fet que la germinabilitat inicial era del 99.5 %, fa pensar que possiblement hi haguí pogut haver algun fenomen de dormició induïda (POLLARD *op. cit.*), si bé és un aspecte que no ha estat determinat. En tot cas aquests valors de supervivència són netament inferiors als trobats per CHEAM (1987), que assenyala que pot haver-hi un 5% de llavors viables al cap de 2 o 3 tres anys després de l'enterrament.

En resum, doncs, el que sí sembla que és clar, és la condició de banc de llavors transitori per a aquesta espècie.

Com a conclusions generals de tots els resultats obtinguts podríem dir:

1) L'esgotament del banc de llavors ha estat molt ràpid en tots els nivells i règims. Noranta dies després de l'enterrament de les llavors, a excepció del règim sec, no es van recuperar percentatges de llavors viables superiors al 3% de les inicialment enterrades. Al cap d'un any (extracció a 390 dies) es va recuperar un percentatge testimonial (0.5% en mitjana), i als 570 dies, no se'n va recuperar ja cap.

2) La causa principal de l'esgotament de les llavors del sòl, va ser la germinació. No obstant això, les llavors enterrades a 7 cm rarament van ser capaces d'establir plàntules, mentre que les enterrades a 20 cm, no en van poder establir mai.

3) Aquests resultats han permès també establir clarament la condició de banc de llavors transitori per a *Bromus diandrus*.

CAPÍTOL 4: EFECTES DEL RÈGIM DE LLAURADES I LA GERMINACIÓ SOBRE EL BANC DE LLAVORS DE *Bromus diandrus*

4.1.-INTRODUCCIÓ

Ja s'ha vist en el capítol introductori, les causes que poden afavorir l'establiment d'espècies de *Bromus* com a males herbes dels conreus de cereal d'hivern. Malgrat que en els seus treballs GARCIA-BAUDIN (1983), (1986); HARRADINE (1986); CHEAM (1986) i GILL *et al.* (1987) esmenten la baixa intensitat de cultiu com un factor que propicia les infestacions dels conreus per part d'aquestes espècies, no s'han realitzat estudis per a determinar els mecanismes de tipus biològic, agronòmic i climàtic que interactuen per a fer possibles aquestes infestacions.

Per la seva condició de teròfit, l'establiment de poblacions de *Bromus* en el camp (=infestacions), es fa a partir de les llavors. Si el règim de llaurada sembla que té un paper important en aquest procés, la primera aproximació a considerar, serà l'estudi de quins són els seus efectes sobre el banc de llavors.

En el cas dels camps de conreu, es considera el règim de llaurada com el factor determinant de la distribució de les llavors en el sòl, encara que alguns autors com SOMODY *et al.* (1985), assenyalen que altres factors tals com la presència d'esquerdes en el sòl pot contribuir a la distribució en profunditat de les llavors. En general, el principal efecte de la remoció del sòl sobre les poblacions de llavors de males herbes, és el de la seva redistribució, tant en sentit vertical com en sentit horitzontal, dins l'horitzó de llaurada. Diversos estudis s'han realitzat analitzant aquest aspecte, d'entre els quals podríem citar, FROUD WILLIAMS *et al.* (1983) i FROUD-WILLIAMS (1987) i COUSENS & MOSS (1990). Aquests treballs mostren que la redistribució de llavors en els diferents nivells de l'horitzó de sòl pertorbat per la llaurada, és extraordinàriament variable en el temps, i en funció dels règims de llaurada utilitzats.

Dels resultats d'aquests treballs s'arriba a la conclusió, que en els camps sotmesos a un règim de llaurada en què hi hagi un volteig de sòl, hi ha una fluctuació anual pel que fa al contingut de llavors entre nivells superficials i profunds de l'horitzó llaurat, mentre que en els sotmesos a una llaurada de la mateixa profunditat però que no inclogui volteig, es manté una major densitat de llavors en els nivells superficials. Amb un temps suficientment gran, sembla però, que el contingut entre nivells s'homogenitza un tant independentment de si hi ha volteig o no. En cas de llaurada superficial, les llavors romanen evidentment en els nivells més superficials del sòl.

El fet de parlar d'homogeneització quantitativa en el temps entre els diferents nivells de l'horitzó de llaurada, pel que fa al número de llavors, porta implícit el fet que aquestes poden tenir una perduració en el sòl suficientment llarga com perquè aquest fenomen es pugui donar. Això que s'ha demostrat cert per a un conjunt d'espècies, pot no ser tant cert quan s'analitza només una única espècie. En aquest sentit, és lògic pensar que en aquells bancs de llavors transitoris, on com s'ha vist, hi ha un ràpid esgotament de les llavors per germinació, aquest equilibri entre nivells pot ser difícil d'assolir.

En principi, cal dir que una major disminució del nombre de llavors com a conseqüència d'una major intensitat de cultiu, està ben documentada d'un manera general en la bibliografia, i a títol d'exemple podríem esmentar els treball de ROBERTS (1981),

ROBERTS & FEAST (1973a i 1973b) i CAVERS & BENOIT (1989). Segons aquests autors, la disminució del nombre de llavors en el sòls cultivats és producte de l'estimulació que sobre la germinació realitza la remoció del sòl.

En resum doncs, els efectes d'un determinat tipus de llaurada, es limiten a reposicionar les llavors en el sòl, amb el que aquestes, queden en una millor o pitjor situació per a rebre els estímuls necessaris per a la germinació, o bé ser més susceptibles de predació.

SPITTERS (1989), assenyala que independentment del tipus de banc de llavors, la causa primera de pèrdues de llavors és la germinació, sense considerar si aquesta és existosa o no en l'establiment de plàntules. SHAFER & CHILCOTE (1970) assenyalen que com a norma general, les pèrdues de llavors en superfície són conseqüència de la germinació, l'acció de predadors i la degradació microbiana, mentre que per a les llavors enterrades els dos darrers factors esmentats, tenen una incidència molt baixa i la germinació, tot i ser el factor més important de pèrdua presenta unes taxes molt més baixes que en la superfície.

Tots aquest elements esmentats proporcionen una primera aproximació en la relació entre règim de llaurades i la viabilitat de les llavors, i en aquest sentit s'han plantejat els objectius d'aquest capítol, que són dos:

En primer lloc, analitzar si en condicions de camp les pèrdues de llavors per germinació són la causa principal de l'esgotament de les llavors del sòl tal com es va demostrar succeïa en condicions controlades en el capítol anterior.

I en segon lloc comprovar quins són els efectes de dos règims de llaurada sobre el tamany del banc de llavors d'aquesta espècie.

4.2.- MATERIAL I MÈTODES

El treball de camp, es va dur a terme en la finca experimental d'Ossó de Sió. L'experimentació va abraçar les campanyes 1989/90, 1990/91 i 1991/92. L'estudi de l'efecte de disminució del banc de llavors per germinació es va realitzar durant les tres campanyes, mentre que l'estudi de l'efecte de les llaurades només es va realitzar durant les campanyes 1990/91 i 1991/92. Es va utilitzar el mateix disseny experimental per ambdós experiments.

4.2.1.- Disseny experimental

En el mes de novembre de 1989, es van sembrar alhora que el cereal, les llavors de *Bromus diandrus* a les parcel·les per tal d'establir una infestació inicial. Es van sembrar a l'entorn 300 grams de llavors per parcel·la. En aquesta campanya, no es van infestar totes les parcel·les, sinó que algunes es van deixar per a la campanya següent (novembre de 1990). Durant aquesta segona campanya, també es van haver de reinfestar algunes de les infestades en la campanya anterior (només la part de les parcel·les destinada al règim de llaurada convencional), que a causa de l'escàs banc de llavors tenien, no podrien proveir individus suficients pels experiments d'assignació de recursos que alhora s'hi havien de desenvolupar.

La relació de parcel·les que és van infestar en ambdues tandes es mostra en la taula 4-1.

Campanya	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
1989/90		*	*		*	*	*	*	
1990/91	*			*	R	R	R	*	*

Taula 4-1

Parcel·les infestades amb llavors de *Bromus diandrus* els mesos de novembre de 1989 i 1990: (*) infestació per primera vegada, (R) reinfestació (només subparcel·les amb llaurada convencional).

La sembra de llavors de *Bromus diandrus* en el parcel·les és va fer a mà. La densitat del banc de llavors, es va estimar posteriorment mitjançant un mostreig d'aquest.

Durant la campanya 1990/91 es va iniciar l'estudi de l'efecte del règim de llaurada, que es va prolongar fins a la següent campanya (1991/92). Per fer això una meitat de totes les parcel·les va ser llaurada amb arres de pala (llaurada profunda), mentre que l'altra meitat va ser cultivada amb labors superficials realitzades amb cultivador (llaurada convencional).

La situació en la finca de les dues zones amb règims diferents de llaurada, es mostra en la [Figura 4-1](#)

Per a estudiar l'evolució del tamany banc de llavors sota les diferents condicions experimentals, es van obtenir mostres de sòl a diferents temps durant les tres campanyes. Per a evaluar la pèrdua de llavors per germinació, es va fer també un seguiment detallat d'aquesta al llarg de les tres campanyes. Les tècniques i mètodes seguits en aquests estudis s'exposen en els apartats següents.

4.2.2.- Estimació del banc de llavors

4.2.2.1.- Consideracions prèvies

Per tal de poder utilitzar la informació que sobre el tamany potencial de la poblacions ofereix el banc de llavors, és precís procedir a una anàlisi d'aquest. Aquesta anàlisi es fa mitjançant l'obtenció de mostres del sòl i posterior recompte de les llavors allí trobades. Aquest sistema permet arribar a conclusions sobre el nombre, la composició i distribució de les poblacions de llavors dins l'àrea mostrejada.

L'avaluació d'una població en funció de la mostra que d'ella s'ha obtingut és un problema d'inferència estadística. La mida de la mostra serà sempre el resultat d'un compromís entre mantenir el mínim esforç possible de mostreig i la necessitat d'operar amb números satisfactoris des del punt de vista del mètode estadístic que s'adopti (MARGALEF 1979).

En general el tamany de la població s'expressa en termes de mitjana dels valors obtinguts, caldrà però, conèixer la fiabilitat o precisió d'aquesta mitjana. Si el nombre d'extraccions (mesures) que s'ha fet és gran, es pot considerar que la mitjana que s'obté segueix una distribució normal, i en conseqüència serà relativament fàcil proveir a aquella d'un interval de confiança, la qual cosa ens donarà una **mesura de precisió o fiabilitat**.

Ara bé, si el nombre d'extraccions és baix, possiblement, no estarem en el supòsit de normalitat, i s'haurà de recórrer a conèixer la distribució estadística dels valors de mostreig per caracteritzar adequadament la mitjana obtinguda. (GOYEAU et FABLET, 1982; ZANIN *et al.* 1989; IZQUIERDO, 1990; TOMAS, 1992). Sovint, però els valors obtinguts per a una determinada espècie poden no ajustar-se a cap distribució estadística (ZANIN *et al.*, (*op. cit.*); IZQUIERDO, (*op. cit.*)).

Cal remarcar però que una determinada distribució espacial de les llavors, no és una

característica intrínseca de l'espècie, ans tot el contrari, respon principalment a un conjunt de factors com: temps des de la dispersió de les llavors de la planta mare, temps que fa que l'espècie és implantada en la parcel·la, maneig del sòl, entre altres.

4.2.2.2.- Mostreig del banc de llavors

El mostreig del banc de llavors es va realitzar durant les tres campanyes en dues èpoques:

Inici de campanya (moment immediatament posterior a la pluja de llavors). Aquest mostreig es feia un cop recollida la palla del camp i abans de fer cap operació de cultiu al sòl. Es va considerar que en aquest moment la totalitat de llavors del banc estava en superfície. Això suposava ignorar les possibles llavors supervivents de campanyes anteriors o bé aquelles de l'any en curs que per qualsevol circumstància haguessin arribat a estar enterrades, quantitats ambdues que es va considerar despreciable.

Establiment del conreu (moment immediatament posterior a la sembra del cereal). Al temps de fer aquest mostreig, moltes llavors ja javien germinat i altres ja s'havien redistribuït en el perfil com a conseqüència de totes les llaurades realitzades per a la preparació del terreny. Les llavors existents en aquell moment en el sòl, eren les que podien germinar i infestar el conreu en els propers mesos.

El mètode de mostreig utilitzat per ambdós moments, va ser diferent.

Ja que a l'inici de campanya es va considerar que totes les llavors estaven en superfície, o dèbilment enterrades, per a fer el mostreig del banc de llavors, es van delimitar a l'atzar dins la parcel·la àrees de 15 cm². Totes les restes orgàniques, així com els primers 0.5 cm de sòl de cadascuna d'aquestes àrees, van ser recollits i transportats al laboratori on es va fer el recompte de llavors. El recompte es va fer sota lupa binocular, i es van incloure en el cens totes les llavors trobades, encara que mostressin clars signes de deteriorament, que eren principalment conseqüència de l'acció de predadors.

Pel mostreig del banc de llavors després de l'establiment del conreu, quan les llavors ja havien estat enterrades com a conseqüència de les labors del camp, es va seguir parcialment el mètode proposat pel grup de treball de l'European Weed Research Society, *Potentiel Semencier des Sols* (EWRS, 1987). Les recomanacions d'aquest grup especifiquen que en parcel·les agrícoles, l'obtenció de mostres s'ha de fer d'una manera sistemàtica, a partir de la divisió del camp en quadrícules i obtenint una mostra de cada quadrícula. La mida de malla recomanada pel grup és d'1.5 m de costat. Pel que fa al volum de la mostra a obtenir, es recomana obtenir cilindres de sòl d'aproximadament 4.5 cm de diàmetre i una longitud (o fondària) dependent de la profunditat de llaurada.

En el mostreig realitzat, les mostres van ser extretes en les línies diagonals de les parcel·les, i la fondària de mostreig va ser a l'entorn del 20-25 cm. El nombre total de mostres obtingudes per parcel·la i les dates de mostreig durant les tres campanyes per a cada una de les parcel·les, es mostra en la taula 4-2. Pel que fa al el recompte de les llavors, es va seguir el mètode de dilució de la mostra i posterior filtratge d'aquesta.

1989/90		Campanya 1990/91				Campanya 1991/92			
Establiment conreu		Inici campanya		Establiment conreu		Inici campanya		Establiment conreu	
Data	Mostres	Data	Mostres	Data	Mostres	Data	Mostres	Data	Mostres
12/11/89	20 _{total}	28/07/90	15 _{total}	7/12/90	20 _{PLIs} 20 _{PLIp}	16/07/91	12 _{PLIs} 12 _{PLIs}	16/11/91	12 _{PLIs} 12 _{PLIs}

Taula 4-2

Nombre de mostres i dates de mostreig per a l'anàlisi del banc de llavors. (**total** = nombre total d'extraccions realitzat en cada una de les parcel·les; **PLIs** = nombre d'extraccions realitzat en la meitat de les parcel·les (o subparcel·les) amb llaurada convencional; **PLIp** = nombre de extraccions fet en la meitat de les parcel·la (o subparcel·les) amb llaurada profunda.).

4.2.3.- Cens de plàntules

Per tal de conèixer les pèrdues de llavors per germinació, es van realitzar d'una manera periòdica censos de plàntules. L'error que es fa en utilitzar aquest mètode, és el no comptabilitzar aquelles llavors que a causa d'un germinació fatal, no han estat capaces d'establir una plàntula. El mètode es pot optimitzar coneixent bé el patró de supervivència de les plàntules, exemple tipus de corva Denvey, i reduint els intervals de mostreig. D'altra banda aquest mètode no permet conèixer la germinació de llavors en profunditat.

Durant les campanyes experimentals, els censos es van realitzar comptant les plàntules que emergien dins la superfície delimitada per un nombre determinat de quadrats de 0.1 m² distribuïts a l'atzar dins les parcel·les experimentals. En la realització dels censos de plàntules, es van considerar dos períodes: un període que abraçava des de l'inici de la campanya fins a l'establiment del conreu, **el període d'estiu**, i l'altre que es considerava des de l'establiment del conreu fins que la germinació finalitzava, **el període de tardor-hivern** (Taula 4-3).

El fet de considerar aquests dos períodes respon exclusivament a aspectes de tipus pràctic. Efectivament, les plàntules que emergien en el període d'estiu, tenien una alta probabilitat de ser eliminades amb les posteriors labors de preparació del terreny per a la sembra. D'altra banda després de la realització de qualsevol llaurada, era impossible continuar el seguiment de la població original. Aleshores es tornaven a situar els quadrats dins la parcel·la, i s'iniciava un nou cens.

Si bé sempre s'utilitzava la mateixa superfície de mostreig, aquest es feia en una **unitat de superfície** diferent entre censos estivals i censos hivernals.

1989/90		Campanya 1990/91				Campanya 1991/92			
Establiment conreu		Període estiuenc		Establiment conreu		Període estiuenc		Establiment conreu	
Dates	m ²	Dates	m ²	Dates	m ²	Dates	m ²	Dates	m ²
29/11 al 22/02	0.1x4 _{total}	18/09 i 21/11	0.1x3 _{PLIs} 0.1x3 _{PLIp}	22/11 al 15/02	0.1x3 _{PLIs} 0.1x3 _{PLIp}	20/09 i 20/09	0.1x3 _{PLIs} 0.1x3 _{PLIp}	12/11 al 14/02	0.1x3 _{PLIs} 0.1x3 _{PLIs}

Taula 4-3

Nombre de mostres i períodes de mostreig per l'estudi de la germinació. (**total** = nombre total d'extraccions realitzat en cada una de les parcel·les; **PLIs** = nombre d'extraccions realitzat en cada una de les parcel·les; **PLIs** = nombre d'extraccions realitzat en la meitat de les parcel·les (o subparcel·les) amb llaurada convencional; **PLIp** = nombre d'extraccions realitzat en la meitat de les parcel·les (o subparcel·les) amb llaurada profunda.).

Durant el període estival, el nombre de censos realitzat era variable, doncs estaven condicionats a l'època de les primeres germinacions. A partir de l'establiment del conreu els censos eren setmanals durant tot l'hivern i principis de primavera.

4.2.4.- Anàlisi estadística

La dificultat de condicionar les dades experimentals obtingudes als requisits estadístico-matemàtics (normalitat, homocedasticitat i independència) per a l'aplicació de diversos test amb estadística paramètrica (ANOVA, interval de confiança per a la mitjana, etc.), va fer que sovint s'haguessin d'aplicar els tests d'estadística no paramètrica, o bé utilitzar només els estadístics més senzills (mitjana, variància, índex d'agregació).

4.2.4.1.- Precisió del banc de llavors

La precisió del mostreig del banc de llavors, només es va poder calcular pel primer mostreig (novembre 1989), i es va utilitzar, el mètode proposat per BARRALIS *et al.* (1986).

Aquests autors es basen en el fet que la mitjana dels valors obtinguts en un mostreig tendeix a distribuir-se seguint una llei normal si el nombre de mostres extret és suficientment gran. Encara que és difícil de definir a partir de quin nombre de mostres la distribució de la mitjana esdevé normal, s'admet que això té lloc quan es prenen a l'entorn de 30 mostres.

En aquestes condicions doncs, és possible calcular, mitjançant la t-Student un interval de confiança per a la mitjana, i així poder conèixer quina és la fiabilitat del valor calculat per a aquesta. La t-Student té per expressió:

$$(\bar{x} - t \cdot s / \sqrt{n}, \bar{x} + t \cdot s / \sqrt{n})$$

Amb l'interval de confiança per a la mitjana, es pot calcular **la precisió del mostreig**, que es defineix com el percentatge respecte la mitjana de l'interval de confiança, i que té per expressió:

$$\delta (\%) = \frac{\Delta}{\bar{x}} \cdot 100$$

on Δ és la meitat de l'interval de confiança, que es calcula a partir de l'expressió de la t-Student.

A partir d'aquesta expressió, i com a càlcul opcional, es pot calcular també el nombre de mostres a extreure per estimar una determinada precisió de la mitjana obtinguda a partir de les expresions:

$$\delta = \frac{t \cdot s}{\sqrt{n} \cdot \bar{x}} \cdot 100; \quad \sqrt{n} = \frac{t \cdot s}{\delta \cdot \bar{x}} \cdot 100; \quad n = \frac{t^2 \cdot s^2}{(\delta \cdot \bar{x})^2} \cdot 10^4$$

on **n** és el nombre de mostres teòric a obtenir per aconseguir una determinada precisió.

4.2.4.2.- Anàlisi de la variància del resultats

Per a estudiar les diferències entre valors experimentals obtinguts s'ha utilitzat el test de Kruskal-Wallis. Aquest test és una versió no paramètrica del test de la F, que serveix per comparar mitjanes de k poblacions. El test utilitza un estadístic (H) calculat a partir dels rang de les mitjanes, i que es distribueix aproximadament segons una X^2 amb k-1 graus de llibertat.

4.3.- RESULTATS

En aquest apartat es presenta d'una manera sintètica i per ordre cronològic els resultats dels mostrejors del banc de llavors i dels censos de plàntules. La discussió dels efectes de les llaurades i la germinació sobre el tamany del banc de llavors es realitza en l'apartat següent.

4.3.1.- CAMPANYA 1989-90

4.3.1.1.- Banc de llavors a l'establiment del conreu

El mostreig del banc de llavors de *Bromus* realitzat en el moment de l'establiment del conreu a la primera campanya, va servir per estimar el tamany inicial d'aquest després de la infestació de les parcel·les. Com el nombre de llavors recuperades en les vint mostres obtingudes de cada parcel·la, va ser pràcticament idèntic, es va suposar que entre parcel·les hi havia suficient uniformitat per tal de fer una anàlisi estadística conjunta i així poder operar més satisfactòriament des d'un punt de vista estadístic. El resultat de diversos paràmetres obtinguts en l'anàlisi es poden veure en la taula 4-4.

Paràmetre	Valor
Nombre d'extraccions realitzades	120
Mitjana (nombre llavors/mostra)	0.25
Variància	0.32
Índex d'agregació (s^2/x)	1.28
Interval de confiança per a la mitjana mostral	± 0.10
Precisió del mostreig	40%
Nombre teòric d'extraccions per a un 20 % de precisió	480
Nombre aproximat de llavors/m ² en les parcel·les	150

Taula 4-4

Resultats dels principals estadístics referits al mostreig del banc de llavors en la campanya (1989/90) a l'establiment del conreu.

El nombre mig de llavors per mostra, va ser baix, mentre que la variància mostral va ser més elevada que el de la mitjana. L'índex d'agregació amb un valor superior a 1, ens indica que en la distribució de les llavors a les parcel·les hi ha una tendència a l'agregació. La precisió de la mitjana obtinguda és del 40%, que es pot considerar acceptable en funció del nombre de mostres extret (IZQUIERDO *op. cit.*). La transformació del valor de llavors/mostra en llavors/m² va donar un resultat de 150 llavors/m².

4.3.1.2.- Cens de plàntules durant el període de tardor-hivern

La primera causa d'esgotament del banc de llavors en els mesos subsegüents al seu establiment va ser la germinació durant el període de tardor-hivern. Aquest període es pot

considerar que es va iniciar en el moment de les sembra i va finalitzar a la meitat de febrer, després de dues setmanes sense enregistrar cap nova germinació de llavors de *Bromus*. El total de plàntules emergides que es van enregistrar durant tot el temps en que es van fer els censos es mostra en la taula 4-5.

El nombre de plàntules censades en cadascuna de les parcel·les va ser desigual. Calgué però considerar dos grups: un integrat per les parcel·les 2,3,7 i 8, on el nombre mig de plàntules/m² censades va oscil·lar entre 107 (parcel·la 3) i 85 (parcel·la 7), i un altre integrat per les parcel·les 5 i 6 on es va enregistrar un total de 33 plàntules/m² en cadascuna.

Quadre	P2	P3	P5	P6	P7	P8
A	5	5	3	3	4	2
B	11	12	5	6	12	14
C	16	17	4	3	7	20
D	4	5	0	0	8	0
Total	35	39	12	12	31	36
Mitjana	9	9.7	3	3	7.7	9
Variancia	23.4	25.6	3.49	4.49	8.17	68.89
Germinació/m ²	100	107	33	33	85	100

Anàlisi de Kruskal-Wallis
Variable: Nombre de llavors/unitat de mostreig (quadre).
Nivells del factor parcel·la: 6
Nivel de significació: X² amb 5 g.l. = 12,59
Valors de l'estadístic Kruskal-Wallis: 7.016 (ns.)

Taula 4-5

Nombre total de plàntules censades en les diferents parcel·les durant el període de tardor-hivern de la campanya 1989/90. A excepció dels valors amb negreta (plantes/m²), la resta de xifres fa referència al nombre d'individus per unitat de mostreig (quadre). (P_n = parcel·la, * = valors difereixen amb probabilitat p<0.05).

El baix nombre de germinacions enregistrades en aquestes dues parcel·les va ser conseqüència del perllongat entollament que es va produir gairebé immediatament després de la sembra del cereal, i que va provocar greus problemes tant a la germinació del *Bromus* com del cereal.

Malgrat la notable inferior germinació en les parcel·les 5 i 6 el test de Kruskal-Wallis mostra que no hi ha diferències significatives des del punt de vista estadístic entre parcel·les.

4.3.2.- Campaya 1990-91

A partir d'aquesta campanya, es va començar a assajar els efectes dels règims de llaurada sobre el tamany del banc de llavors de *Bromus*, en conseqüència, i a excepció de l'anàlisi del banc de llavors a l'inici de la campanya, tota la resta de mesures de banc de llavors i censos de plàntules es van realitzar per separat en les subparcel·les amb llaurada profunda i en les subparcel·les amb llaurada convencional.

4.3.2.1.- Banc de llavors a l'inici de campanya

El banc de llavors a l'inici de la campanya es considera format per aquelles llavors que resten en el camp després de la realització de totes les operacions agrícoles que poden suposar una font d'exportació del total de llavors produïdes per les plantes.

Com que durant la campanya anterior les densitats d'infestació de *Bromus* van ser diferents entre parcel·les, calia pensar que aquesta heterogeneïtat es mantindria en la

producció de llavors, i ja a partir d'aquí calgué considerar cada parcel·la per separat.

Els resultats dels diversos paràmetres de l'anàlisi del banc de llavors de les diferents parcel·les a l'inici d'aquesta campanya es mostren en la taula 4-6.

Paràmetre	P2	P3	P5	P6	P7	P8
Nombre d'extraccions realitzades	15	15	15	15	15	15
Mitjana (nombre llavors/mostra)	8.6	6.6	4.2	7.7	6.2	5.1
Variància	23.8	22.5	12.7	58.0	48.2	63.8
Índex d'agregació (s^2/x)	2.7	3.4	3.0	7.6	7.6	12.5
Nombre aproximat de llavors/m ² en les parcel·les	382	293	186	342	275	226

Anàlisi de Kruskal-Wallis
Variable: Nombre de llavors/unitat de mostreig (cilindre de sol)
Nivells del factor parcel·la: 6
Nivel de significació: X² amb 5 g.l. = 12,59
Valors de l'estadístic Kruskal-Wallis: 8.697 (n.s.)

Taula 4-6

Resultats dels principals estadístics de l'anàlisi del banc de llavors per a les diferents parcel·les a l'inici de la campanya 1990/91, (P_n = parcel·la, * = valors difereixen amb probabilitat p<0.05).

La mitjana del nombre de llavors/mostra obtingut per a cada una de les parcel·les va oscil·lar entre 8.6 (parcel·la 1) i 4.2 (parcel·la 5). Com en anteriors estimacions les variàncies mostrals van ser molt altes. D'altra banda, els alts valors dels índexs d'agregació ens indiquen que hi ha una forta tendència a l'agregació en aquest període. Aquest resultat és lògic si es pensa que poc després de la pluja de llavors hi ha una tendència a trobar aquestes més agrupades a l'entorn d'on hi havia els peus mares.

La transformació del valor del nombre mig de llavors/mostra a llavors/m² va donar uns valors que van oscil·lar entre 382 llavors/m² en la parcel·la 1 i 186 llavors/m² en la parcel·la 3.

El test de Kruskal-Wallis indica però, que no hi ha diferències significatives entre els valors de les diferents parcel·les.

4.3.2.2.- Cens de plàntules durant el període estival

El nombre total de plàntules censades durant el període estival en les subparcel·les on es va realitzar la llaurada superficial es mostra en la Taula 4-7, mentre que el resultat dels censos de plàntules realitzats en les subparcel·les amb llaurada profunda es mostra en la Taula 4-8. Els resultats obtinguts mostren que la germinació de llavors durant aquest període, va ser molt diferent en les diferents subparcel·les.

Pel que fa a les subparcel·les amb llaurada profunda, només es van censar plàntules en la subparcel·la 6. El test de Kruskal-Wallis, no es va realitzar pels valors d'aquestes subparcel·les.

Per a la llaurada superficial hi va haver valors alts de germinació en les subparcel·les 5, 6 i 7, mentre que en les subparcel·les laterals la germinació va ser més baixa o nul·la com va ser el cas de la parcel·la 2. En aquest cas, el test de Kruskal-Wallis mostra que hi ha diferències entre els valors de les subparcel·les amb llaurada superficial.

Un fet a destacar és que els valors de germinació calculats per a les parcel·les centrals (5, 6 i 7), va ser més elevat que la pluja de llavors anterior (veure Taula 4-6). Aquest fet es pot tenir diverses interpretacions, es deixa aquí només la constància d'això, i es farà una discussió de les possibles interpretacions en l'apartat de discussió.

Quadre	P2	P3	P5	P6	P7	P8
A	20	2	39	20	25	9
B	18	6	14	40	40	7
C	11	2	10	18	19	0
D	11	4	15	29	43	1
Total	60	14	78	107	127	17
Mitjana	20	3.5	19.5	26.7	31.7	4.2
Variància	-	-	-	-	-	-
Germinació/m ²	167	39	217	296	352	50

Anàlisi de Kruskal-Wallis	
Variable: Nombre de plàntules/unitat de mostreig (quadre)	
Nivells del factor parcel.la: 6	
Nivel de significació: X² amb 5 g.ll. = 12,59	
Valors de l'estadístic Kruskal-Wallis: 18.377 (*)	

Taula 4-7

Nombre total de plàntules censades en les diferents subparcel.les amb llaurada convencional durant el període d'estiu de la campanya 1990/91. A excepció dels valors amb negreta (plantes/m²), la resta de xifres fa referència al nombre d'individus per quadrat, (P_n = parcel.la, * = valors difereixen amb probabilitat p<0.05).

Quadre	P2	P3	P5	P6	P7	P8
A	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	1	0	0
D	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	1	0	0
Mitjana	-	-	-	0.25	-	-
Variància	-	-	-	-	-	-
Germinació/m ²	0	0	0	3	0	0

Taula 4-8

Nombre total de plàntules censades en les diferents subparcel.les amb llaurada profunda durant el període d'estiu de la campanya 1990/91. A excepció dels valors amb negreta (plantes/m²), la resta de xifres fa referència al nombre d'individus per quadrat, (P_n = parcel.la).

Pel que fa a les diferències entre les subparcel.les amb llaurada convencional i la part amb llaurada profunda, aquestes són notables. En aquest cas tampoc no s'ha realitzat el test.

4.3.2.3.- Banc de llavors a l'establiment del conreu

Com ja s'ha indicat en l'apartat de material i mètodes, durant aquest període es van infestar les parcel.les que no ho havien estat el primer any, i es van reinfestar amb quantitats de llavors conegudes aquelles en les quals s'havia produït un esgotament notable del banc de llavors durant la primera germinació estival. Ambdues operacions només es van realitzar en la meitat de les parcel.les amb llaurada convencional. El tamany final del banc de llavors després d'aquestes operacions es mostra en les Taula 4-9 i Taula 4-10.

Paràmetre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Nombre d'extraccions realitzades	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Mitjana (nombre llavors/mostra)	0	0.20	0.2	0.30	0.20	0.30	0.30	0.20	0.2
Variància	-	0.16	0.16	0.43	0.16	0.43	0.43	0.43	0.16
Índex d'agregació (s^2/x)	-	0.8	0.8	1.4	0.8	1.4	1.4	1.4	0.8
Nombre de llavors/m ²	0	120	120	160	120	160	160	160	120

Taula 4-9

Resultats dels principals estadístics de l'anàlisi del banc de llavors de les subparcel·la amb llaurada convencional a l'establiment del conreu per a la campanya 1990/91, (P_n = parcel·la).

Paràmetre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Nombre d'extraccions realitzades	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Mitjana (nombre llavors/mostra)	0	0	0	0	0	0.10	0	0.10	0
Variància	0	0	0	0	0	0.09	0	0.09	0
Índex d'agregació (s^2/x)	-	-	-	-	-	0.9	0	0	-
Nombre de llavors/m ²	0	0	0	0	0	60	0	60	0

Taula 4-10

Resultats dels principals estadístics de l'anàlisi del banc de llavors de les subparcel·la amb llaurada profunda a l'establiment del conreu per a la campanya 1990/91, (P_n = parcel·la).

La comparació de les dues taules mostra que hi ha diferències notables pel que fa al nombre de llavors recuperades en ambdues subparcel·les.

Pel que fa a les subparcel·les amb llaurada convencional els valors mitjos de recuperació de llavors, per unitat de mostreig van oscil·lar entre 0.2 i 0.3. Cal esmentar a part el resultat de la parcel·la 1, on no es va recuperar cap llavor malgrat haver-s'hi realitzat una infestació de la mateixa intensitat.

En aquest mostreig, a diferència dels anteriors, els índexs d'agregació són més baixos. Això es pot interpretar en el sentit que les llavors no presentessin un elevat grau d'agregació, però també pel fet que en haver-hi una baixa densitat sigui difícil, amb la intensitat de mostreig, detectar els agregats. La densitat de llavors en la meitat amb llaurada convencional de les parcel·les va oscil·lar segons l'estimació feta entre 120 i 160 llavors/m².

En les subparcel·les amb llaurada profunda, només es van recuperar llavors en les parcel·les 6 i 8. El fet de recuperar tan poques llavors pot ser a causa que aquestes es van perdre per germinació profunda o degradació sense haver-se pogut constatar en el primer cas l'existència de plàntules. No es va realitzar tampoc aquí el test de Kruskal-Wallis per a les dades obtingudes d'aquest mostreig, per l'obvietat dels resultats.

4.3.2.4.- Cens de plàntules durant el període de tardor-hivern

Com en la campanya anterior, el període de germinació, es pot considerar que es va iniciar en el moment de la sembra i va finalitzar cap a meitats de febrer, després de dues setmanes sense enregistrar cap nova germinació de llavors de *Bromus*.

El total de plàntules emergides que es van enregistrar durant tot el temps que va durar la germinació es mostra en les Taula 4-11 i Taula 4-12.

Pel que fa a les subparcel·les amb llaurada convencional, els valors van oscil·lar entre les 85 plàntules/m² de les parcel·les 3 i 7 i les 28 plàntules/m² de la parcel·la 4. Cal remarcar que en la parcel·la 2 no es va produir cap germinació durant aquest període, i en la parcel·la 9 es va haver d'abandonar el seguiment per un imprevist aliè a la investigació.

Quadre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
A	2	0	8	1	3	9	4	2	N.D
B	3	0	4	1	8	9	9	4	"
C	8	0	11	6	4	2	10	5	"
Total	13	0	23	8	15	20	23	11	0
Mitjana	4.3	-	7.6	2.6	5	6.6	7.6	3.6	-
Variància	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Germinació/m ²	48	0	84	28	55	74	85	41	0

Anàlisi de Kruskal-Wallis									
Variable: Nombre de plàntules/unitat de mostreig (quadre)									
Nivells del factor parcel·la: 8									
Nivel de significació: X² amb 7 g.l. = 14,06									
Valors de l'estadístic Kruskal-Wallis: 13.194 (n.s.)									

Taula 4-11

Nombre total de plàntules censades en les diferents subparcel·les amb llaurada convencional en el període de tardor-hivern de la campanya 1990/91. A excepció dels valors amb negreta (plantes/m²), la resta de xifres fa referència al nombre d'individus per quadrat. (P_n = parcel·la, * = valors difereixen amb probabilitat p<0.05).

Quadre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
A	0	-	0	0	0	1	1	1	*
B	0	-	0	0	0	0	0	0	*
C	0	-	0	0	0	2	1	0	*
Total	0	-	0	0	0	3	2	1	*
Mitjana	0	-	0	0	0	1	0.6	0.3	*
Variància	-	-	-	-	-	-	-	-	*
Germinació/m ²	0	-	0	0	0	10	6	3	*

Taula 4-12

Nombre total de plàntules censades en les diferents subparcel·les amb llaurada profunda en el període de tardor-hivern de la campanya 1990/91. A excepció dels valors amb negreta (plantes/m²), la resta de xifres fa referència al nombre d'individus per quadrat. (P_n = parcel·la).

En les subparcel·les amb llaurada profunda, com era ja de preveure a partir dels resultats obtinguts del banc de llavors, la germinació va ser molt més baixa. Es va comprovar com només en tres subparcel·les es van poder comptabilitzar plàntules. La densitat més alta correspongué a la subparcel·la 6, amb una densitat estimada de 10 plàntules/m² mentre que a la subparcel·les 7 i 8 les densitats van ser de 6 i 3 plàntules/m² respectivament. És necessari destacar que de les tres subparcel·les on es van censar plàntules, només en dues, la 6 i 8 van detectar-se llavors en l'anàlisi realitzat en el moment de l'establiment del conreu.

4.3.3.- Campanya 1991-92

4.3.3.1.- Banc de llavors a l'inici de la campanya

Els resultats de l'anàlisi del banc de llavors de les diferents subparcel·les amb llaurada convencional a l'inici d'aquesta campanya es mostren en la taula 4-13, mentre que els resultats de les subparcel·les amb llaurada profunda es mostra en la taula 4-14.

Dels resultats d'aquest mostreig cal destacar el nombre de llavors recuperades en la subparcel·la 2, amb una densitat mitjana calculada de 2600 llavors/m². En altres subparcel·les com la 6 i la 8, van enregistrar-se també densitats altes de llavors, amb 440 i 617

llavors/m² respectivament. En la resta de subparcel·les els valors de llavors recuperades van oscil·lar a l'entorn de les 300 llavors/m². La més elevada incorporació de llavors en aquestes parcel·les és producte d'una major producció que alhora va estar condicionada per l'estructura de les cohorts de la població.

Paràmetre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Nombre d'extraccions realitzades	12	12	12	12	12	12	12	12
Mitjana (nombre llavors/mostra)	6.5	58.7	6.8	6.6	5.0	10	6.4	13.9
Variància	13.3	252	49.4	48.2	14.6	75.3	44	322
Índex d'agregació (s ² /x)	2.4	4.28	0.72	7.3	2.92	7.5	6.8	23.2
Nombre de llavors/m ²	290	2600	302	290	220	440	280	617

Anàlisi de Kruskal-Wallis	
Variable:	Nombre de llavors/unitat de mostreig (cilindre de sòl)
Nivells del factor parcel·la:	8
Nivel de significació: X ² amb 7 g.ll.	= 14,06
Valors de l'estadístic Kruskal-Wallis:	33.09 (*)

Taula 4-13

Resultats dels estadístics de l'anàlisi del banc de llavors a l'inici de la campanya 1991/92 en els diferents subparcel·les amb llaurada convencional. A excepció dels valors amb negreta (llavors/m²), la resta de xifres fa referència al nombre d'individus per cilindre de sòl. (P_n = parcel·la, * = valors difereixen amb probabilitat p<0.05).

Paràmetre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Nombre d'extraccions realitzades	12	12	12	12	12	12	12	12
Mitjana	0	0	0	0	0	0	0	0
Variància	0	0	0	0	0	0	0	0
Índex d'agregació (s ² /x)	*	*	*	*	*	*	*	*
Nombre de llavors/m ²	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 4-14

Resultats dels estadístics de l'anàlisi del banc de llavors a l'inici de la campanya 1991/92 en les diferents subparcel·les amb llaurada profunda. A excepció dels valors amb negreta (llavors/m²), la resta de xifres fa referència al nombre d'individus per cilindre de sòl, (% = parcel·la).

En la meitat de les subparcel·les amb llaurada profunda, malgrat haver-hi peus aïllats, en la campanya anterior, la baixa densitat de població no va permetre detectar noves incorporacions de llavors per a aquesta campanya.

4.3.3.2.- Cens de plàntules durant el període estival

El total de plàntules emergides en ambdues subparcel·les durant el període estival es mostra en les taules 4-15 i 4-16. Pel que fa a les subparcel·les amb llaurada convencional, els valors van oscil·lar entre les 159 plàntules/m² de la subparcel·la 2 i les 26 plàntules/m² de la subparcel·la 4.

El total de plàntules censades en aquestes subparcel·les, va ser molt inferior al banc de llavors potencial. D'una manera global, podem dir que les germinacions van estar a l'entorn del 10% de les llavors potencialment existents.

Quadre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
A	2	16	4	4	3	13	4	4
B	5	12	0	1	5	2	12	10
C	4	15	1	2	2	1	2	7
Total	11	43	5	7	10	16	18	21
Mitjana	3.6	14.3	1.6	2.3	3.3	5.3	6	7
Variància	-	-	-	-	-	-	-	-
Germinació/m ²	41	159	20	26	37	60	67	77

Anàlisi de Kruskal-Wallis	
Variable:	Nombre de plàntules/unitat de mostreig (quadre)
Nivells del factor parcel·la:	8
Nivel de significació:	X² amb 7 g.l. = 14.08
Valor de l'estadístic Kruskal-Wallis:	14.07 (*)

Taula 4-15

Nombre total de plàntules censades en les diferents subparcel·les amb llaurada convencional durant el període d'estiu de la campanya 1991/92. A excepció dels valors amb negreta (plantes/m²), la resta de xifres la referència al nombre d'individus per quadre. (P_n = parcel·la, * = valors difereixen amb probabilitat p<0.05).

En les subparcel·les amb llaurada profunda, com era ja de preveure a partir dels resultats obtinguts del banc de llavors, no es va poder censar cap plàntula en aquest període. Els resultats es resumeixen en la taula 4-16.

Quadre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
A	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	0	0	0	0	0
Mitjana	0	-	0	0	0	0	0	0
Variància	-	-	-	-	-	-	-	-
Germinació/m ²	0	-	0	0	0	0	0	0

Taula 4-16

Nombre total de plàntules censades en les diferents subparcel·les amb llaurada profunda durant el període d'estiu de la campanya 1991/92. A excepció dels valors amb negreta (plantes/m²), la resta de xifres fa referència al nombre d'individus per quadre. (P_n = parcel·la).

4.3.3.3.- Banc de llavors a l'establiment del conreu

Els resultats de l'anàlisi del banc de llavors de les diferents subparcel·les amb llaurada convencional a l'establiment del conreu, es mostra en la taula 4-17, mentre que els resultats de les subparcel·les amb llaurada profunda es mostren en la Taula 4-18.

El nombre de llavors/m² recuperades va ser notablement inferior al que era d'esperar a la vista del banc de llavors de l'estiu i l'escassa germinació estival. Així per exemple, en la subparcel·la 2 només es van recuperar 781 llavors/m²(de les aprox. 2400 potencials), mentre que en la subparcel·la 8, només 240 llavors/m²(de les 500 potencials).

Els valors de recuperació més similars respecte del banc de llavors estival, un cop restades les germinacions d'estiu, va ser en les subparcel·les 1 i 6, mentre que en la subparcel·la 3 no es van recuperar llavors.

Paràmetre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Nombre d'extraccions realitzades	10	10	10	10	10	10	N.D.	10
Mitjana	0.37	1.3	0	0.1	0.2	0.7		0.4
Variància	0.55	2.2	0	0.1	0.17	0.9		0.48
Índex d'agregació (s^2/x)	1.48	1.69	0	1	0.85	1.2		1.2
Nombre de llavors/m ²	222	781	0	60	120	420		240

Anàlisi de Kruskal-Wallis
Variable: Nombre de llavors/unitat de mostreig (cilindre de sol).
Nivells del factor parcel·la: 7
Nivel de significació: X² amb 6 g.l. = 12,59
Valor de l'estadístic Kruskal-Wallis: 14.20 (*)

Taula 4-17

Resultats dels estadístics de l'anàlisi del banc de llavors a l'establiment del conreu de la campanya 1991/92 en les diferents subparcel·les amb llaurada convencional. A excepció dels valors amb negreta (llavors/m²), la resta de xifres fa referència al nombre d'individus per cilindre de sòl. (P_n = parcel·la, * = valors difereixen amb probabilitat p<0.05).

Pel que fa a les subparcel·les amb llaurada profunda, només s'han recuperat llavors en les parcel·les 3 i 6.

Paràmetre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Nombre d'extraccions realitzades	10	10	10	10	10	10	10	10
Mitjana (nombre llavors/mostra)	0	0	0.11	0	0	0	0	0.1
Variància	0	0	0.11	0	0	0	0	0.1
Índex d'agregació (s^2/x)	-	-	1	-	-	-	-	1
Nombre de llavors/m ²	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 4-18

Resultats dels estadístics de l'anàlisi del banc de llavors a l'establiment del conreu de la campanya 1991/92 en les diferents subparcel·les amb llaurada profunda. A excepció dels valors amb negreta (llavors/m²), la resta de xifres fa referència al nombre d'individus per cilindre de sòl. (P_n = parcel·la).

4.3.3.4.- Cens de plàntules durant el període de tardor-hivern

En les taules 4-19 i 4-20, es mostren els resultats dels censos de període de tardor-hivern.

Quadre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
A	0	2	1	2	1	0	0	2
B	0	1	0	0	1	1	2	0
C	0	1	1	0	1	1	0	2
Total	0	4	2	2	3	2	2	4
Mitjana	0	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1.3
Variància	-	-	-	-	-	-	-	-
Germinació/m ²	0	15	7	7	10	7	7	0

Taula 4-19

Nombre total de plàntules censades en les diferents subparcel·les amb llaurada convencional durant el període de tardor-hivern de la campanya 1991/92. A excepció dels valors amb negreta (plantes/m²), la resta de xifres fa referència al nombre d'individus per quadre. (P_n = parcel·la).

Quadrat	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
A	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	0	0	0	0	0
Mitjana	0	*	0	0	0	0	0	0
Variància	*	*	*	*	*	*	*	*
Germinació/m ²	0	*	0	0	0	0	0	0

Taula 4-20

Nombre total de plàntules censades en les diferents subparcel·les amb llaurada profunda durant el període de tardor-hivern de la campanya 1991/92. A excepció dels valors amb negreta (plantas/m²), la resta de xifres fa referència al nombre d'individus per quadre. (P_n = parcel·la).

Durant aquest període es va poder constatar algunes germinacions en les subparcel·les amb llaurada convencional, la qual cosa va donar com a resultat, unes densitats de població molt baixes. En la meitat de les subparcel·les amb llaurada profunda, no es van poder contabilitzar germinacions.

4.4.- DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

Un element constant en tots els resultats obtinguts, ha estat la impossibilitat d'aplicar tests d'estadística paramètrica per a la seva avaluació. Això presenta un desavantatge, ja que la versió no paramètrica d'un test (exemple Kruskal-Wallis *versus* ANOVA), és sempre menys potent (CUADRAS 1984).

D'altra banda els valors de mitjanes calculats han tingut gairabé sempre associada una alta variabilitat entre repeticions, en aquest sentit, s'hauria de dir que tenen una baixa precisió, encara que a nivell general han donat la informació adequada per a poder establir unes tendències.

Pel que fa als resultats provinents de les subparcel·les amb llaurada profunda, han estat els menys caracteritzats des d'un punt de vista estadístic, a causa, en part, a que les baixes densitats de població, que es van haver de mesurar, haguessin exigint una major intensitat de mostreig. Malgrat això aquests resultats han posat de manifest les diferències que hi ha, pel que fa al tamany de les poblacions entre l'ús d'una o altra tècnica de llaurada.

Els resultats obtinguts, es discutiran a continuació. Es comenta en primer lloc el paper de la germinació en l'esgotament del banc de llavors, i en segon lloc l'anàlisi de les diferències, ben paleses, que en tot ordre hi va haver entre les subparcel·les amb llaurada profunda i les subparcel·les amb llaurada convencional.

Com a conseqüència de la població pràcticament nul·la de les subparcel·les amb llaurada profunda, la discussió dels resultats de la influència de la germinació sobre el tamany del banc de llavors de les poblacions de *Bromus diandrus* que van créixer en el conreu durant les tres campanyes, es farà a partir de les dades sobre la població de llavors del sòl i censos de plàntules de la meitat de les parcel·les amb llaurada convencional. En la Taula 4-21, i per facilitar la discussió, es presenten de forma resumida tots els resultats dels mostresjos de banc de llavors i censos de plàntules.

4.4.1.- Germinació i esgotament del banc llavors

4.4.1.1.- Diferències entre campanyes i períodes

A partir dels resultats obtinguts s'ha pogut constatar que la germinació de les llavors de *Bromus diandrus* pot tenir lloc en un ampli període de temps que abraça des de final d'estiu (segona quinzena d'agost), fins ben entrat el mes de febrer. Dins d'aquest ampli interval de temps, hi ha però uns determinats períodes on la germinació es concentra d'un manera més notable.

El primer d'aquests períodes, és a finals d'estiu i principis de tardor. Les germinacions estivals enregistrades durant les campanyes 1990/91 i 1991/92, van ser però molt avançades i a la pràctica van ser desencadenades en ambdós casos per pluges importants que van caure durant la segona quinzena d'agost o primers dies de setembre, una època relativament llunyana encara del màxim pluviomètric estacional que es registra a la tardor, i que en les zones mediterrànies desencadena la germinació de moltes espècies (BARRALIS & CHADOEUF, 1988).

Les germinacions a finals d'estiu o principis de tardor van tenir una importància variable des del punt de vista quantitatiu. Així, per exemple durant la campanya 1990/91 la germinació va ser extraordinària, arribant en algunes parcel·les a esgotar tot el banc de llavors. En aquest període el percentatge global de plàntules establertes sobre el total de llavors va ser del 57.2% (c.v. 73%). En les parcel·les centrals (5, 6 i 7) el percentatge va ser del 100%.

Es va donar la circumstància, com ja s'ha comentat a l'apartat de resultats, que en aquestes darreres parcel·les, el nombre de plàntules censades per unitat d'àrea, va ser superior al nombre de llavors estimades. Es poden establir dues hipòtesis a l'hora d'explicar quin pot ser l'origen d'aquestes diferències. Una primera hipòtesi, seria considerar que hi va haver un arrossegament de llavors de les parcel·les laterals cap a les centrals, per la mateixa pluja que va provocar la germinació. Aquest és un punt que no es va poder comprovar, però que sembla a priori descartable, ja que aquest fenomen hagués distribuït més àmpliament les llavors, i així per exemple, hom podria esperar trobar-se algunes plàntules en la parcel·la 4 (recordar que aquesta parcel·la no havia estat sembrada), parcel·la de pas cap a les centrals, i on en canvi no va poder censar-se'n cap.

El més probable és la hipòtesi que aquestes discrepàncies tinguin un origen matemàtic, a causa de les grans variàncies mostrals i al fet de calcular la densitat com una funció linial a partir de la mitjana mostral.

Durant la tercera campanya, el banc de llavors a l'inici de campanya va ser força similar entre parcel·les, (si exceptuem les parcel·les 2 i 8) i també en conjunt al de la campanya anterior. Si bé la gran quantitat de llavors en la parcel·la 2 en relació a les altres parcel·les, pot tenir part del seu origen en la naturalesa de les poblacions que hi van créixer, (la qual va tenir una proporció més elevada d'individus supervivents de la cohort d'estiu) no es pot descartar que hi hagi hagut un efecte artefactual del mostreig.

Des del punt de vista global, la germinació estival va ser molt menys important quantitativament parlant que la de la campanya anterior, i només va significar globalment entre parcel·les el 10% del total de llavors censades. La diferència en els percentatges de germinació entre campanyes, estarien ben explicats per la gran diferència en la precipitació recollida durant aquest període en les dues campanyes. Així en la campanya 1990/91, es van recollir durant el període estiuenc 134 l/m², mentre que durant la campanya 1991/92, només

se'n van recollir 55.6 l/m².

Calendari	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Banc llavors tardor (1989) BLL ₁		150	150		150	150	150	150
Germinació tardor-hivern		100 (66)	107 (71)		33 (22)	33 (22)	85 (56)	100 (66)
Degradació del banc de llavors residual		50 (34) ↓ 0	43 (29) ↓ 0		117 (78) ↓ 0	117 (78) ↓ 0	65 (44) ↓ 0	50 (34) ↓ 0
Banc llavors estiu (1990) BLL ₂		382	293		186	342	275	226
Germinació estiu		163 (42.6)	39 (13.3)		217 (100)	296 (100)	352 (100)	50 (22)
Sembra	+200	0	0	+200	+200	+200	+200	+200
Banc llavors tardor (1990) BLL ₃	0	120	120	160	120	160	160	160
Germinació tardor-hivern	48 (24)	0 (0)	80 (66)	41 (25.6)	55 (45)	70 (43.7)	85 (53)	41 (25.6)
Degradació del banc de llavors residual	152 (76) ↓ 0	120 (100) ↓ 0	40 (34) ↓ 0	119 (74.4) ↓ 0	65 (56) ↓ 0	90 (56.3) ↓ 0	75 (47) ↓ 0	119 (74.4) ↓ 0
Banc llavors estiu (1991) BLL ₄	290	2600	302	290	220	440	280	617
Germinació estiu	41 (14.1)	159 (6.1)	20 (6.6)	26 (8.9)	37 (16.8)	60 (13.6)	67 (23.9)	77 (12.4)
Banc llavors tardor (1991) BLL ₅	222	781	0	60	120	420	-	240
Germinació tardor-hivern	0 (0)	15 (0.66)	7 (2.4)	7 (2.6)	7 (3.8)	10 (2.6)	7 (3.2)	15 (2.7)

Taula 4-21

Balanç del banc de llavors de *Bromus diandrus* per a les diferents subparcel·les amb llaurada superficial durant les tres campanyes. En files, ordre cronològic de processos que suposen aportació o pèrdues de llavors. Les xifres entre parèntesis, tan referència als percentatges respecte del banc de llavors previ. Les fletxes de les caselles degradació del banc de llavors indiquen la pèrdua de viabilitat de llavors amb el temps. Tots els valors estan expressats en individus/m².

Com a resum es podria dir que les germinacions, en el cas de *Bromus diandrus*, poden ser força precoces, i que cap al final d'estiu o principi de tardor es poden començar a produir d'una manera generalitzada. Aquestes germinacions estan només condicionades a la disponibilitat d'aigua, per tant, és de preveure que es poden avançar o endarrerir més o menys, en funció de la precipitació.

Un segon període important de germinació, és el de les germinacions de tardor-hivern. Aquestes a diferència de les ocorregudes durant el període d'estiu van ser, en general, menys importants, en el nombre d'efectius, i es van produir durant un període de temps molt més ampli, la qual cosa va permetre considerar cohorts d'edat entre les plàntules establertes.

Durant la primera campanya (1989/90), les germinacions de tardor-hivern van ocórrer

a partir del banc de llavors establert per realitzar la infestació de les parcel·les, mentre que en la segona (1990/91) es van produir en part a partir del banc de llavors existent en el camp, i en part de la reinfestació d'algunes parcel·les. Finalment en la tercera (1991/92) es van produir només a partir del banc de llavors existent en el camp.

Els percentatges de germinació en la primera campanya (1989/90), van ser pel conjunt de les parcel·les a l'entorn del 50.5% (c.v.39%) de les llavors existents en el sòl. Aquest percentatge global, es pot considerar baix si es té en consideració les peculiars condicions que es van donar en les parcel·les 5 i 6 i que va fer disminuir d'una manera notable la germinació. Així, si es considera només els percentatges de germinació de la resta de parcel·les, el valor mig s'eleva a 64.7 (c.v. 8.3%). Els alts percentatges de germinació, s'expliquen pel fet que les llavors van ser seleccionades i per tant eren en la seva majoria viables. A més l'escàs temps transcorregut des del moment de la seva sembra fins la germinació, va suposar que l'acció dels predadors sobre elles, fós molt reduïda.

Durant la segona campanya (1990/91), els percentatges de germinació van ser molt similars a l'anterior, alhora que més regulars entre parcel·les, oscil·lant entre el 25% i el 66%. Remarcar que aquesta homogeneïtat entre parcel·les, va ser conseqüència de la reinfestació d'algunes d'elles.

Durant la tercera campanya, les germinacions de tardor es van produir només a expenses del banc de llavors que havia sobrat de l'estiu. En aquesta campanya, van enregistrar-se els valors més baixos de germinació autumnal, oscil·lant entre 7 i 15 individus/m², si bé en la parcel·la 1 no es va enregistrar cap plàntula.

La comparació dels resultats de germinació obtinguts amb els de les dades bibliogràfiques, va permetre constatar la gran varibilitat qui hi ha en aquest aspecte. BARRALIS et CHADDOEUF (*op. cit*) estimen per a un grup d'espècies arvenses una mitjana de germinació del 7%, oscil·lant entre 1% i 12%

Altres treballs presenten en els resultats percentatges de germinació més elevats. Així, JIMENEZ-HIDALGO *et al.* (1990), obtenen per *Phalaris brachystachys* i *Phalaris paradoxa*, percentatges d'establiment de plàntules que oscil·len entre el 18%-42% i 26-26% respectivament. En aquest treball el percentatge de germinació era funció de la densitat de sembra.

FERNANDEZ-QUINTANILLA *et al.* (1986), obtenen per a *Avena sterilis* percentatges d'establiment de plàntules a l'entorn del 40%, mentre que MOSS (1983, 1985) obté per a *Alopecurus myosuroides* valors entre el 15% i el 30% en funció de l'edat de les llavors.

Pel que fa a les espècies de *Bromus*, els resultats obtinguts pels diferents autors han estat força similar, o inclús superiors, als obtinguts en aquest treball. Així NAVARRETE & FERNANDEZ-QUINTANILLA (1990), obtenen una proporció de plantules a l'entorn del 90% per a *Bromus diandrus*, mentre que RIBA & RECASENS (1990), obtenen valors d'establiment de plàntules oscil·lant entre el 50% i el 70% per les diferents espècies considerades.

4.4.1.2.- Diferències entre parcel·les

Es fa difícil establir diferències pel que fa als resultats globals de les parcel·les al llarg de les campanyes. Es deixen de banda en aquesta discussió els resultats de l'anàlisi del banc de llavors i establiment de plàntules de la campanya 1989/90, per tractar-se d'un sembra homogènia.

Com s'ha vist en les taules de resultats de banc de llavors i censos de plàntules, de les

subparcel·les amb llaurada convencional, els valors entre les diferents parcel·les i campanyes van ser força diferents. De tots els tests de comparació de mitjanes realitzats entre parcel·les tant pel que fa al banc de llavors, com pel que fa al nombre de plàntules, només van resultar significativament diferents, els resultats de banc de llavors a l'inici de la campanya 1991/92 i els de tardor d'aquesta mateixa temporada. Pel que fa al nombre de plàntules hi van haver diferències significatives entre parcel·les en els censos de l'estiu de les campanyes 1990/91, 1991/92. Molts cops unes diferències a primera vista apreciables (ex. els percentatges de germinació analitzats en la [Taula 4-5](#)), no van ser posteriorment significativament diferents des del punt de vista estadístic.

Durant la campanya 1990/91, les germinacions estivals van ser netament superiors en les parcel·les centrals, en relació a les parcel·les laterals. Això es pot explicar si es té en compte que les germinacions d'estiu van produir-se com a conseqüència de precipitacions "aïllades" en un ambient amb encara molta demanda evaporativa, per tant la zona central de la finca, a causa de les seves condicions edàfiques i topogràfiques, és la que va ser capaç de recollir i mantenir més aigua en el sòl, i facilitar així la germinació.

Pel que fa a les germinacions de tardor, els resultats han mostrat que malgrat partir d'un banc de llavors força similar, la germinació va ser superior un altre cop en les parcel·les centrals. Aquest és també un fet que pot explicar-se si es té en compte que les llavors d'aquestes parcel·les centrals eren més noves (les parcel·les van ser reinfestades) i parcialment seleccionades.

Pel que fa a la campanya 1991/92, els resultats de germinació estival donen els percentatges més alts de germinació en les parcel·les centrals, però just les que les segueixen en ordre de magnitud són les dues més laterals (P1 i P8). Pel que fa a la germinació autumnal es tornen a enregistrar els percentatges més alts en les dues parcel·les extremes. Per tant, i com a conclusió general, es podria dir que les germinacions estivals han estat més nombroses a les parcel·les centrals, mentre que les autumnals ho han estat a les laterals.

Un aspecte a destacar és també la diferència que hi ha en totes les parcel·les, entre el banc de llavors a l'inici de la campanya, i el banc de llavors a la tardor, amb diferència en el nombre d'individus que no es justifiquen amb la germinació d'estiu. Tanmateix també hi ha unes notables diferències entre el banc de llavors a la tardor i el nombre de plàntules establertes. La predació i degradació de les llavors, sembla que també pot tenir un paper important a explicar aquestes diferències. FROUD-WILLIAMS (1987), estima que el nombre de llavors predades per pastoreig, micromamífers o insectes pot arribar a significar el 50% de la població. A tot això cal afegir encara la degradació microbiana. Diversos autors, FROUD-WILLIAMS (1983) per a *Bromus sterilis*, WILSON (1972) per *Avena sterilis* i MOSS (1985) per *Alopecurus myosuroides*, es recull que en el període que va entre la collita i principis d'hivern, la pèrdua total de llavors (incloent totes les causes possibles) oscil·len entre el 70 i el 85%.

Això podria explicar els alts percentatges de germinació de tardor durant la primera i segona campanya, on en el primer cas les llavors van estar molt poc temps en el sòl abans de la germinació, i en el segon cas, sinó totes, almenys les provinents de la reinfestació van tenir les mateixes condicions. Per contra durant la tercera campanya la predació hauria provocat el decens tan notable del nombre de llavors entre el banc de l'estiu i el banc a l'establiment del conreu.

4.4.2.- Efecte del règim de llaurades

Els resultats obtinguts en aquest treball, han mostrat, que l'efecte del règim de llaurada

sobre el tamany de la població de *Bromus diandrus* va ser notori. Es pot qualificar de "dràstica" la reducció sobre el nombre de llavors i en conseqüència sobre el nombre de plàntules que va tenir la llaurada en profunditat. Durant la campanya 1990/91, la reducció de plàntules de la meitat de les parcel·les amb llaurada profunda respecte de la meitat amb llaurada convencional en la germinació d'estiu va ser del 99%, mentre que el banc de llavors i la germinació de plàntules a l'establiment del conreu es van veure reduïts en valors propers al 90%. Per a la campanya 1991/92, els valors de reducció han estat molt similars.

Els valors de reducció del nombre de llavors i plàntules, han estat lleugerament més alts dels que es poden trobar en la bibliografia per a altres espècies de males herbes. Així, MOSS (1983), constata una pèrdua de llavors d'*Alopecurus myosuroides*, un 93% més elevada en parcel·les llaurades a 20 cm respecte les que no ho han estat. WILSON & FROUD-WILLIAMS (1988), observen que l'increment de llavors de *Galium aparine*, és cinc vegades més ràpid en règim de mínim cultiu que amb llaurada, i constaten per a un període de dos anys, una reducció del 83% en el nombre de llavors de les parcel·les amb llaurada profunda. WILSON (1978) i NAVARRETE (1992), també obtenen resultats en aquesta línia pel que fa a les llavors i plàntules d'*Avena sterilis*, si bé els percentatges de pèrdues que obtenen no són tan elevats, essent de l'ordre del doble de plàntules i el triple de llavors.

Per tant, si bé no es pot considerar que la llaurada profunda hagi eliminat totalment la població de *Bromus diandrus* de les parcel·les, sí que es pot dir que l'ha deixat a unes densitats tan baixes que es podria qualificar la seva presència d'esporàdica. Un altre fet a destacar, és que la llaurada de la segona campanya, no va retornar llavors viables a la superfície. Alguns autors VAN ESSO *et al.* (1986) i MOSS (1988) troben que una segona llaurada retorna a les capes superficials a l'entorn del 40% de les llavors enterrades en la campanya anterior.

Els resultats que s'han obtingut mostren que en els cas de *Bromus diandrus* això no ha estat així, ja que la densitat de llavors en la meitat de les parcel·les amb llaurada profunda va ser molt baixa i molt similiar després de les dues llaurades i no es va comptabilitzar cap densitat que fés pensar que s'havia retornat a les capes superficials un percentatge important de les aproximadament 300 llavors/m² que es van enterrar amb la primera llaurada. De fet aquests resultats són plenament consistents amb els de supervivència de llavors obtinguts en el capítol tres, on a més es mostra el ràpid esgotament del banc de llavors per germinació en les capes més profundes.

4.5.- CONCLUSIONS

1) El règim de llaurada va tenir notables efectes sobre el banc de llavors i en conseqüència sobre la població. El règim de llaurades profundes, va provocar en una sola campanya una disminució de 95% del nombre de plàntules establertes respecte del règim de llaurades convencionals. Aquesta disminució tan dràstica es deguda en principi a l'enterrament de les llavors a una profunditat on són incapaces d'establir plàntules. Una segona llaurada a la següent campanya, no va retornar a la superfície llavors viables de les enterrades en la campanya anterior, la qual cosa demostra la ràpida disminució del contingent de llavors enterrades, ja sigui per la germinació fatal esmentada, o bé per degradació. La llaurada convencional, sembla que deixa les llavors en posició de germinar, només a l'espera dels estímuls adequats.

2) Pel que fa a la germinació, de llavors de *Bromus diandrus*, les primeres es van produir molt precoçment com a conseqüència de les primeres pluges de finals d'estiu. La intensitat d'aquesta germinació va estar relacionada amb la disponibilitat d'aigua. Un segon

període important de germinació es va enregistrar a la tardor o començament d'hivern.

3) Un tret diferencial important entre ambdós períodes de germinació és el fet que les germinacions d'estiu es van produir massivament en un espai molt curt de temps, mentre que les germinacions de tardor-hivern es van produir en un període molt més dilatat de temps. D'altra banda la importància quantitativa de les germinacions de tardor-hivern va estar condicionada per la importància que van tenir les germinacions d'estiu.



Part III.- DINÀMICA I DEMOGRAFIA

BIBLIOTECA VIRTUAL



CAPÍTOL 5: RECLUTAMENT, SUPERVIVÈNCIA I FECUNDITAT

5.1- INTRODUCCIÓ

Ja s'ha vist en el capítol anterior que només una proporció de les llavors que formen el reservori de llavors del sòl arriba a germinar i dóna lloc a plàntules, essent aquestes les que originaran la infestació del conreu. Ja que la germinació de llavors i establiment de plàntules es pot produir durant períodes de temps més o menys dilatats, per a conèixer el tamany real de les poblacions infestants de males herbes, caldrà la realització de censos de plàntules a diferents intervals de temps.

En els estudis de demografia, el conjunt d'individus que emergeixen dins de l'interval de temps entre dos censos consecutius s'anomena cohort (MARGALEF 1979). El temps que ha de transcórrer entre cens i cens, haurà d'adequar-se de manera que durant el període intercensos no es produeixin naixements i morts de les que no en pugui quedar cap constància. Si el seguiment del comportament dels individus de les diferents cohorts d'una població es fa al llarg del temps, es podrà obtenir dades sobre la mortalitat, les probabilitats de supervivència, i la proporció d'individus que assoleixen la fase de reproducció (fertilitat). En resum doncs, l'establiment de cohorts permet conèixer com les poblacions s'estructuren en classes d'edat i la importància que té cadascuna en els diferents processos demogràfics que hi ha dins la població.

L'heterogeneïtat pel que fa a les classes d'edat, és de gran importància en diferents aspectes de les relacions males herbes-conreu. En primer lloc, la capacitat de competir està estretament relacionada amb la sincronia en el desenvolupament i creixement de les males herbes i el conreu, de tal manera que un desfasament, en qualsevol sentit, pot fer variar molt els resultats finals de la competència, en aquest sentit es podria citar ZIMDAHL (1980); FERNANDEZ-QUINTANILLA & GONZALEZ (1988); MORIN *et al.* (1988); CAUSSANEL *et al.* (1990); KROPFF & SPITTERS (1991), com a exemples dels diversos treballs que hi ha sobre aquest tema.

També per a la perpetuació de les poblacions, a més de l'èxit en la germinació de les llavors, és necessari que les plàntules que neixen arribin a ser fèrtils, és a dir, a produir llavors en el cas de teròfits anuals com és el cas de l'espècie que ens ocupa. El nombre de plantes que aconseguen la fertilitat, conjuntament amb la quantitat de llavors que produeixen (fecunditat), presenta també notables variacions dins les poblacions en funció de l'edat dels individus (MORTIMER 1983; FERNANDEZ-QUINTANILLA *et al.* 1986). Caldrà doncs també conèixer quina és la capacitat dels individus que sobreviuen per a la producció de llavors, i en quina mesura contribueix cada cohort d'edat a la producció total. L'eina emprada per interpretar tota la informació, relativa a la supervivència dels individus, han estat les corbes de supervivència, mentre que per a l'estudi de la producció de llavors, s'han analitzat diverses components del rendiment.

Les corbes de supervivència, permeten sintetitzar els esdeveniments més importants de la vida dels individus d'una població al llarg del seu cicle biològic, aquestes constitueixen una expressió simplificada de les taules de vida on es representa gràficament el nombre d'individus supervivents (en ordenades i en escala logarítmica) al llarg del temps (en abcises). Una corba de supervivència reflecteix l'evolució temporal dels individus d'una cohort en funció de les taxes de mortalitat que presenta des del moment d'emergència fins a la mort del

darrer membre de la cohort.

L'estudi de les corbes de supervivència permet ficar de manifest diferències en les taxes de supervivència entre cohorts o poblacions. Una de les principals qüestions que es poden plantejar és la comparació de la longevitat mitjana dels individus entre poblacions o cohorts.

Es destina, doncs, aquest capítol a estudiar tots aquests aspectes per a la població de *Bromus*. A partir de la informació, ja reflectida en capítols anteriors, sobre germinació, aquest capítol es centra en l'estudi de la supervivència de les plàntules, la seva transformació en adults i la contribució a la perpetuació de la població.

El treball experimental desenvolupat en aquest capítol pretén cobrir els següents objectius:

- 1) Estudiar si hi ha diferències de supervivència entre els individus de les cohorts d'estiu i les cohorts de tardor-hivern.**
- 2) Quin percentage del total de la població suposa cada cohort, com varia aquest a amb el temps i quines són les causes d'aquesta possible variació.**
- 3) Quina relació hi ha entre el tamany d'una cohort i la seva fertilitat.**
- 4) Finalment estudiar si hi ha diferències de tots aquests factors esmentats entre les diferents parcel·les.**

5.2.- MATERIAL I MÈTODES

Per als estudis de reclutament de plàntules, supervivència, fertilitat i fecunditat dels individus adults de *Bromus diandrus*, es van utilitzar només la meitat de les subparcel·les amb llaurada convencional. Les dades de camp per al càlcul del reclutament, supervivència i fertilitat, es van obtenir a partir de censos d'individus, mentre que les dades de fertilitat i fecunditat es van obtenir de les anàlisis dels components del rendiment.

Pel que fa a la realització de censos de plantes, es van considerar dos períodes: un període que va abraçar des de l'inici de la campanya fins la sembra del cereal, i un altre que va abraçar des de la sembra fins al final del cycle. Els censos de plantes durant el primer període es van realitzar quinzenalment, i s'iniciaven un cop es produïen les primeres germinacions. Durant el segon període, es van considerar dos subperíodes. El primer des de la sembra fins a l'inici de l'encanyament, durant el qual els censos es realitzaven quinzenalment, i un altre d'allà en endavant on l'interval de mostreig es va incrementar fins a un mes aproximadament.

La realització de les labors de sembra, va suposar un problema en els censos de les cohorts d'estiu. Amb la labor, es produïa una destrucció total de l'àrea de mostreig. Posteriorment, es va comprovar que els *Bromus*, trobats a les àrees de mostreig i que van prosperar després de la llaurada, van ser de fragments de plantes (fillols) arrelats a terrossos, amb un grau molt heterogeni de desenvolupament, i gairebé sempre impossible de discernir si provenien d'un mateix individu o d'individus diferents. És per això que a partir d'aquest moment, i per les cohorts d'estiu, es va parlar de fillols en comptes d'individus.

La fecunditat dels individus i fillols es va analitzar en finalitzar el cycle.

1989/90		Campanya 1990/91				Campanya 1991/92			
Establiment conreu		Període estiüenc		Establiment conreu		Període estiüenc		Establiment conreu	
Dates	Àrea de mostreig (m ²)	Dates	Àrea de mostreig (m ²)	Dates	Àrea de mostreig (m ²)	Dates	Àrea de mostreig (m ²)	Dates	Àrea de mostreig (m ²)
29/11 al 2/06	0.1 x4 _{total}	18/09 al 21/11	0.1 x3 _{PLIs}	22/11 al 12/06	0.1 x3 _{PLIs}	20/09 al 12/11	0.1x3 PLIs	12/11 al 2/06	.01x4PLIs

Taula 5-1

Nombre d'àrees de mostreig i dates de mostreig per a les diferents subparcel·les durant les tres campanyes. (PLIs) subparcel·les amb llaurada convencional.

El total de superfície mostrejada, així com la distribució de les àrees de mostreig de les subparcel·les es mostra en la taula 5-1. Totes les superfícies de mostreig van ser elegides a l'atzar en primera instància (inici dels censos). Per a les àrees establertes després de la sembra del conreu, es va mantenir una localització aproximada a la de les seves predecessores.

5.2.1.- Reclutament i supervivència. tractament de les dades

5.2.1.1.- Cohorts d'edat

A partir dels diferents censos realitzats es van poder establir diferents cohorts d'edat en funció del temps d'emergència dels individus.

Per a distingir els individus de les diferents cohorts, es marcava cada planta per separat mitjançant petites anelles de filferro numerades. Es va utilitzar un color diferent per a cada cens, de manera que si es veia una plàntula sense etiquetar, es considerava que havia nascut a partir de l'últim cens i s'anellava amb el color dels cens en curs. Per contra quan en un determinat cens es trobava una anella buida o bé la plàntula morta, es considerava que l'individu havia mort després de l'últim cens. Tots aquests moviments eren comptabilitzats a fi de seguir l'evolució de la població en el temps, en base a la següent fórmula:

$$N_{t+1} = N_t + B - D$$

On N_{t+1} és el nombre d'individus de la població en el moment $t+1$; N_t és el nombre d'individus de la població en el moment t ; B és el nombre d'individus de la població que emergeixen durant el període comprès entre t i $t+1$ i D és el nombre d'individus de la població que moren durant el període comprès entre t i $t+1$.

5.2.1.2.- Comparació de les corbes de supervivència

Per a realitzar aquest estudi s'ha aplicat una modificació del Peto i Peto's logrank test (PETO & PYCKE, 1973). Si hom suposa dues poblacions de n_j ($j=1..n$) individus que emergeixen al mateix temps i es realitza un seguiment al llarg de t_i ($i= 1..i$) setmanes de cadascun dels individus fins que finalitzen el seu cicle biològic, hom pot construir la seva taula de vida on i és l'interval de temps entre dues observacions, s_{ij} és el nombre d'individus supervivents de les dues poblacions a l'inici de l'interval i , d_{ij} és el nombre d'individus de la

població **j** que moren durant l'interval de temps **i**, i **D_i** és la suma dels individus morts a les dues poblacions dins l'interval **i**.

i	t _i	S _{1i}	S _{2i}	S _i	d _{1i}	d _{2i}	D _i
1	7	S ₁₁	S ₂₁	S ₁	d ₁₁	d ₂₁	D ₁
2	14	S ₁₂	S ₂₂	S ₂	d ₁₂	d ₂₂	D ₂
...
n	n+7	S _{1n}	S _{2n}	S _n	d _{1n}	d _{2n}	D

Taula 5-2

A partir de les dades obtingudes hom pot calcular la proporció d'individus supervivents per a cadascuna de les poblacions a cada interval de temps (**p_{ji}**) mitjançant la proporció **s_{ji}/S_i**. La mortalitat esperada a cada població i cada interval de temps **E_{ij}** s'estima multiplicant la mortalitat total de cada interval per la proporció de supervivents de cadascuna de les cohorts **D_i(p_{ji})**.

t _i	P _{1i}	P _{2i}	E _{1i}	E _{2i}
1	P ₁₁	P ₂₁	E ₁₁	E ₁₂
2	P ₁₂	P ₂₂	E ₁₂	E ₂₂
...
n	P _{1n}	P _{2n}	E _{1n}	E _{2n}
			E _{1n} E ₁ = ΣE _{1i}	E ₂ = Σ E _{2i}

Taula 5-3

Mitjançant l'estadístic logrank, que té per expressió:

$$LR = \sum \frac{(d_j - E_j)^2}{E_j}$$

i comparant-lo amb la distribució ji-cuadrat, es pot conèixer si hi ha diferències significatives en la forma de les corbes i en conseqüència, entre les taxes de supervivència de les dues cohorts.

L'estudi comparatiu de les corbes de supervivència de les diferents cohorts d'una espècie que creix a la vegada en diferents ambients, permet plantejar-se dues qüestions, en primer lloc si les diferents cohorts presenten les mateixes taxes de mortalitat, i en segon lloc si aquestes taxes són funció de l'edat dels individus o de les condicions ambientals (SANS 1991).

5.2.2.- Fertilitat i fecunditat de les poblacions de *Bromus diandrus*

5.2.2.1.- Morfologia reproductiva de *Bromus diandrus*

En la majoria d'espècies de la família de les Gramínies, i totes les de la subfamília de les Festucòidies (=Pooidies), com és el cas de *Bromus diandrus*, el que hom coneix com a individu, sol ser una **mata** que està formada per un conjunt d'unitats o elements més simples que s'anomenen **fillols**. El fillols, que van apareixent al llarg del curs del desenvolupament poden considerar-se com a veritables unitats biològiques independents, si bé no arriben a ser

mai del tot autònoms uns dels altres (PUJOL 1984). Els fillols tenen un creixement limitat que ve donat per l'aparició, en el seu moment, de la inflorescència a la part terminal.

Si bé el creixement d'un fillol és un procés limitat, per contra, l'aparició de fillols, i en conseqüència el nombre de fillols que poden formar una mata és teòricament il·limitat, encara que, en realitat, hi ha tota una colla de factors i condicionats, que restringeixen en primer lloc la producció de fillols, i en segon lloc el nombre d'aquests que poden arribar a produir llavor, és a dir, que esdevenen fèrtils.

Per tant, en els estudis de demografia d'espècies gramínies, pel que fa a l'apartat de fecunditat, tan important com conèixer la densitat d'individus, serà també conèixer la composició en nombre de fillols fèrtils d'aquests.

5.2.2.2.- Tractament del material vegetal

La mesura de la producció de llavors es va realitzar a partir dels individus supervivents de les diferents cohorts de les quals es va fer el seguiment durant tot el cicle. Per tal d'evitar la pèrdua de llavors de les plantes, un cop es va observar que el desenvolupament del gra (llavor) era avançat, les panícules van ser tapades amb bosses de malla de nylon transparent (0.5 mm de diàmetre). Això va permetre l'aireació i arribada de llum a la panícula, i va evitar la pèrdua de llavors. Aquesta operació però, es va retardar el màxim possible per evitar que el cobriment provoqués qualsevol interferència en l'emplenament del gra i quedar així afectada la posterior qualitat i pes de la llavor.

Un cop les plantes van estar madures i seques, van ser recollides a mà, embossades en bosses de paper i transportades al laboratori per fer-ne l'anàlisi de diversos components del rendiment.

5.2.2.3.- Paràmetres mesurats

Es defineix la fertilitat, com la proporció d'individus de la població, respecte del total de plàntules emergides, que arriben a produir llavor. Com sigui per a totes les cohorts censades i durant les tres campanyes, tots els individus que ha aconseguit arribar al final de cicle, han presentat almenys un fillol fèril, els percentatges de fertilitat s'expressen en nombre mig de fillols fèrtils/individu.

Es defineix la fecunditat, com la quantitat de llavors produïdes pels individus fèrtils. La fecunditat va ser analitzada en individus de diferents cohorts. A l'hora d'analitzar la fecunditat es va prendre com a element de base el fillol, de tal manera que el paràmetre analitzat va ser: **nombre mig de llavors/fillol fèril.** A partir d'aquí es poden calcular altres paràmetres tals com, nombre de mig de llavors/individu i nombre mig de llavors/m² produïdes.

La producció de llavors dels adults de les diferents cohorts va ser avaluada utilitzant un nombre variable d'individus (generalment de 20 a 30) cadascuna de les cohorts més nombroses.

5.2.3.- Paràmetres demogràfics i taxa de creixement de les poblacions de *Bromus diandrus*

Es calculen i es representen gràficament mitjançant diagrames de fluxe (FERNANDEZ-QUINTANILLA & GONZALEZ, 1988), els valors dels diferents estadis i paràmetres demogràfics de les poblacions de *Bromus diandrus* que van créixer en les

parcel·les durant les tres campanyes experimentals. Aquest resultat es presenten agrupats per parcel·les en funció dels dos tipus de sòl d'aquestes (pedió OSSO1 i pedió OSSO2). Els valors dels estadis i paràmetres de cada grup estan calculats com a mitjana dels valors de les parcel·les que els integren (la parcel·la 2 va ser exclosa d'aquest càlcul). Els paràmetres demogràfics utilitzats (FERNANDEZ-QUINTANILLA *et al.*, *op. cit.*) van ser: **(K)** Reclutament, **(P)** Fertilitat, **(F)** Fecunditat, **(E)** Exportació de llavors en gra i **(D)** Degradació de llavors en el sòl.

Per a calcular la taxa creixement de la població de *Bromus* (τ) durant les tres campanyes experimentals, es va utilitzar una mesura de les tendències de creixement del banc de llavors (FERNANDEZ-QUINTANILLA *et al.* 1986), el càlcul es va fer mitjançant l'equació.

$$\tau = \sqrt[t]{N_t * (1 / N_0)}$$

On τ és la taxa de creixement anual i N_0 i N_t són els tamanys del banc de llavors del sòl a l'inici i al final del període de t-anys considerat.

5.3.- RESULTATS

5.3.1.- Reclutament i cohorts d'edat

Com ja s'ha vist en el capítol anterior, la germinació i reclutament de plàntules, es va produir en dos períodes del cicle ben delimitats. Una primera germinació, important des del punt de vista quantitatiu, és la que ocorregué al final d'estiu o principi de tardor, que són els contingents de plàntules que anomenarem **cohorts d'estiu**, i una segona tanda de germinacions, també importants, al final de la tardor o principi d'hivern, i que són els contingents de plàntules que anomenarem **cohorts d'hivern**.

Durant les tres campanyes experimentals, han estat només els **períodes de reclutament més importants els que s'han emprat per identificar les cohorts**. Les germinacions esporàdiques que hi solia haver fora d'aquests intervals de germinació més o menys massiva, han estat ignorats a l'hora de realitzar les anàlisis demogràfiques.

Les diferents cohorts s'han numerat segons l'ordre d'aparició. En la Taula 5-4 es mostra el període d'emergència de cada cohort, mentre que en la taula 5-5 es mostra en quines parcel·les s'ha pogut censar les diferents cohorts.

Cohort	Data d'emergència
I	Segona quinzena de novembre de 1989
III	Primera quinzena de setembre de 1990
IV	Primera quinzena de gener de 1991
V	Segona quinzena de gener de 1991
VI	Segona quinzena d'agost de 1991
VII	Primera quinzena de gener de 1992

Taula 5-4

Dates d'emergència de les diferents cohorts.

Parcel.la	89/90	90/91		91/92	
	Hivern	Estiu	Hivern	Estiu	Hivern
1			IV i V	VI	
2	I	III		VI	
3	I	III	IV i V	VI	
4			IV	VI	VII
5	I	III	IV i V	VI	VII
6	I	III	IV	VI	VII
7	I	III	IV i V	VI	VII
8	I	III	IV	VI	VII

Taula 5-5

Diferents cohorts censades durant les diferents èpoques i campanyes.

Les [Figura 5-1](#), [Figura 5-2](#), [Figura 5-3](#), [Figura 5-4](#), [Figura 5-5](#), [Figura 5-6](#), [Figura 5-7](#) i [Figura 5-8](#) inclouen per a cadascuna de les subparcel.les amb llaurada superficial els gràfics on són representats els reclutaments (**A**), les mortalitats (**B**) i les corbes de supervivència de cadascuna de les diferents cohorts (**C**) de *Bromus* durant les tres campanyes.

5.3.1.1.- Les cohorts d'estiu

Les cohorts d'estiu, cohorts III i VI, només es van censar durant la segona i tercera campanya. Es dona la circumstància que en ambdues campanyes, només es va enregistrar una sola cohort d'estiu. Durant el període comprès entre la germinació i les labors de sembra, els individus d'aquestes cohorts van tenir un notable desenvolupament fenològic, que si bé no es va comptabilitzar d'una manera sistemàtica, es pot dir que la majoria dels individus van arribar a tenir 3, 4 o més fillols i 6 o 7 fulles a la tija principal.

Les labors de sembra van ser la causa de l'eliminació d'individus d'aquesta cohort. En referència als censos demogràfics, cal dir que el caos produït per la llaurada va fer perdre tots els senyals previs d'identificació dels individus, i sovint entre els fillols o grups de fillols supervivents, va ser impossible discernir la seva provinença d'un o més individus. Tanmateix, això va provocar que la nova població inicial fós altament heterogènia pel que feia a la composició i nombre de fillols dels diferents fragments supervivents. Així doncs el que hom va censar com a "individus" d'aquesta cohort després de la sembra, van ser fragments de plantes, fillols o grups de fillols de les plantes anteriorment establertes, que van sobreviure a la llaurada i van regenerar noves "mates".

Pel que fa al tamany inicial de les cohorts, la cohort III va mostrar una densitat inicial especialment alta d'individus durant la campanya 1990/91, amb uns valors que van oscil.lar segons les parcel.les entre aproximadament 50 i 350 individus/m², si bé en quatre de les sis parcel.les on es va censar aquesta cohort, la densitat mitjana va oscil.lar a l'entorn dels 200 individus/m². La supervivència va ser variable entre parcel.les. Així en les parcel.les 5 i 8 van quedar reduïts a 2, mentre que en la resta de parcel.les la densitat va oscil.lar entre 33 individus/m² a la parcel.la 2 i 4 individus/m² en les parcel.les 3, 6 i 7.

Durant la campanya 1991/92, la cohort d'estiu (cohort VI) va tenir una densitat inicial menys nombrosa, que va oscil.lar segons les parcel.les entre 20 i 159 individus/m². Un altre cop les labors de preparació de la sembra van eliminar una gran part dels individus. Les densitats inicials van quedar reduïdes a percentatges compresos entre el 7 i 10% en totes les parcel.les a excepció de la 7 i la 5 que van conservar una densitat lleugerament més alta. La cohort d'estiu va començar a censar-se en ambdues campanyes a partir de la segona quinzena

d'agost, que és l'època en què en la zona sol haver-hi més tempestes estivals.

En resum, doncs, es pot dir que les característiques principals de la cohort d'estiu, va ser l'alta nascència de plàntules que es va registrar, encara que gairebé tots els individus que la van integrar van ser massivament eliminats per les labors de preparació de la sembra. Com mostren les gràfiques però, tots els individus o parts d'individus (fillols) que van aconseguir sobreviure a les llaurades de sembra, van arribar gairebé d'una manera indefectible al final del cicle, és a dir, no hi va haver mortalitat posterior.

5.3.1.2.- Les cohorts d'hivern

Durant les tres campanyes es van poder censar cohorts de tardor-hivern (cohorts I, IV, V i VII). Com ja es va veure, les germinacions i posterior establiment de plàntules d'algunes d'aquestes cohorts van estar propiciades en algunes parcel·les per l'aportació de noves llavors al sòl en el moment de la sembra del cereal. A diferència del que va ocórrer durant les germinacions d'estiu, les germinacions de tardor-hivern es van produir d'una manera més esglaonada, la qual cosa va donar lloc a l'existència de diverses cohorts com és el cas de la parcel·la 7 durant la campanya 1989/90 i de les parcel·les 1, 3, 5 i 7 durant la campanya 1990/91.

Les densitats inicials d'individus d'aquestes cohorts van ser notablement inferiors de les cohorts d'estiu, així per exemple, en la cohort I, i a excepció de les parcel·les 5 i 6 la densitat mitjana de població va estar a l'entorn dels 100 individus/m². L'homogeneïtat de densitats entre parcel·les s'explica pel fet que en aquesta primera campanya es va fer una sembra uniforme de llavors.

La densitat mitjana d'individus de les cohorts de tardor-hivern de la segona campanya (cohorts IV i V, va ser més variable que la de la campanya anterior, així en les parcel·les 1, 3, 4, 5 i 8, es van registrar reclutaments inicials a l'entorn dels 40 individus/m² en la cohort IV, en canvi aquesta cohort va assolir una valor de 70 i 74 individus/m² respectivament per a les parcel·les 6 i 7. La cohort V es va censar en les parcel·les 1, 3, 5, 7, i en general va assolir densitats inicials de població més baixes, generalment amb valors oscil·lant a l'entorn dels 10-14 individus/m². Una excepció va ser la parcel·la 3, que amb una densitat a l'entorn de 40 individus/m² va superar en tamany a la cohort IV.

Finalment, la cohort de tardor-hivern de la campanya 1991/92 (cohort VII), va ser la que va presentar valors més baixos, i la densitat d'individus que es van censar va oscil·lar entre 7-15 individus/m².

Com es pot veure en les [Figura 5-4](#), [Figura 5-5](#), [Figura 5-6](#), [Figura 5-7](#), [Figura 5-8](#), [Figura 5-9](#), [Figura 5-10](#) i [Figura 5-11](#), els individus integrants d'aquestes cohorts, a diferència dels de les d'estiu, no van estar sotmesos a l'efecte de cap labor agrícola, i en conseqüència la mortalitat, hauria de ser atribuïda en principi a altres causes tals com, competència, edat dels individus, o altres de caire no estrictament agrícola. Aquest fet va provocar també que les morts fossin molt més esglaonades en el temps. Els valors de mortalitat d'individus en les cohorts IV i V van ser més baixos que els de la cohort I, i a excepció de la parcel·la 8, on es va registrar un valor a l'entorn del 40%, en la resta van estar a l'entorn del 15-20%. A més, un altra particularitat d'aquestes cohorts, és registrar majoritàriament la mortalitat en el darrer cens, a diferència de la cohort I, que va mostrar una mortalitat més esglaonada.

La densitat d'individus d'aquestes cohorts en finalitzar el cicle va ser molt variable. Així per exemple, la cohort I, va mostrar en la majoria de les parcel·les una mortalitat de l'ordre de 45-55% dels individus que van emergir, va constituir una excepció la parcel·la 7, on la mortalitat va ser només de l'ordre del 15% del total de plàntules emergides.

Pel que fa a la cohort VII, no es van enregistrar gairebé baixes, si bé, a causa de la baixa densitat de població, els números amb els quals es va operar des d'un punt de vista estadístic no van ser del tot satisfactoris. Globalment les cohorts d'hivern van tenir, pel que fa al nombre d'individus, un tamany decreixent en avançar les campanyes, això tot i les aportacions de llavors que s'hi van fer.

5.3.1.3.- Comparació de les corbes de supervivència

En els apartats anteriors, s'ha vist que les diferents cohorts van presentar diferents taxes de mortalitat, que les causes de mortalitat van ser diferents i que es van produir en diferents moments del cicle de desenvolupament. També s'ha vist que la supervivència de les cohorts en les diferents parcel·les va ser desigual. Es presenten a continuació els resultats de la comparació de les corbes de supervivència realitzades entre algunes cohorts, per a poder establir diferències en el comportament d'aquestes en les diferents parcel·les i durant les tres campanyes.

De les diferents comparacions de corbes de supervivència amb sentit que es podien realitzar a partir dels tres factors que hem esmentat (cohort, parcel·la i campanya), la comparació de les corbes de supervivència de les cohorts d'estiu i de les cohorts d'hivern, no es va poder fer a causa d'una restricció de tipus metodològic, ja que el test log-rank és adequat per a l'anàlisi de corbes de supervivència en "condicions naturals". La introducció del factor llaurada, que va afectar a les cohorts d'estiu, s'ha de considerar una "acció artificial" notable.

En aquestes circumstàncies la comparació de corbes de supervivència entre cohorts d'estiu i cohorts d'hivern s'hauria hagut de reduir a la comparació del segment comú d'ambdues a partir de l'establiment del conreu. Aquesta comparació té però, a la vista de les dades un resultat predictable, doncs el fet de no haver-hi cap mortalitat en les cohorts d'estiu a partir d'aquell moment fins al final de cicle, i si haver-ni en les d'hivern, òbviament les corbes diferiran entre elles. En canvi, sí és d'interès comparar les corbes de supervivència de les cohorts d'hivern, tant a nivell de parcel·la com a nivell de campanya. Va quedar exclosa d'aquesta comparació la cohort VII, a causa del seu escàs nombre d'individus.

Totes les possibles comparacions de corbes de supervivència de les cohorts d'hivern, s'han realitzat en el següent ordre. En primer lloc, es compara la mateixa cohort entre parcel·les. Així, en les taules 5-6, 5-7 i Taula 5-8 es mostren els nivells de significació del Logrank test per a la comparació entre parcel·les de les corbes de les **cohort I** (hivern 1989), **cohort IV** (gener 1991, primera quinzena) i **cohort V** (gener 1991, segona quinzena), respectivament. A continuació en la Taula 5-9, es mostren els nivells de significació per a la comparació les corbes de les dues cohorts d'hivern de la **campanya 1990/91** (cohorts IV i V). Finalment en la Taula 5-10, es mostra els nivells de significació per a la comparació de cohorts de les **diferents campanyes** (cohorts I i IV i cohorts I i V).

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	-	-	-	-	-	-	-	-
P2	-	-	0.14ns	-	1.99 ns	0.00 ns	16.7*	0.8 ns
P3	-	-	-	-	3.05 ns	0.42 ns	15.6*	1.5 ns
P4	-	-	-	-	-	-	-	-
P5	-	-	-	-	-	1.3 ns	20.5*	0.3 ns
P6	-	-	-	-	-	-	10.5*	0.6 ns
P7	-	-	-	-	-	-	-	26.9*

Taula 5-6

Resultats de la comparació mitjançant el log-rank test, de les corbes de supervivència de la cohort I en les diferents subparcel·les. Les xifres amb un (*) indiquen que la forma de les corbes difereix amb una probabilitat $p < 0.05$.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	-	-	1.22 ns	1.18	3.01 ns	1.76 ns	13.8*	6.34*
P2	-	-	-	-	-	-	-	-
P3	-	-	-	0.01 ns	1.02 ns	0.41 ns	22.3*	9.23*
P4	-	-	-	-	1.57 ns	0.59 ns	30.1*	11.1*
P5	-	-	-	-	-	0.46 ns	8.27*	1.4 ns
P6	-	-	-	-	-	-	27.2*	9.34 *
P7	-	-	-	-	-	-	-	6.91*

Taula 5-7

Resultats de la comparació mitjançant el log-rank test, de les corbes de supervivència de la cohort IV en les diferents subparcel·les. Les xifres amb un (*) indiquen que la forma de les corbes difereix amb una probabilitat $p < 0.05$.

Pel que fa als resultats de la comparació de les corbes de supervivència d'una mateixa cohort en diferents subparcel·les es van observar els resultats següents: en la cohort I ([Taula 5-6](#)), es pot veure que a excepció de la parcel·la 7, no hi va haver diferències entre la forma de les corbes de supervivència per a la resta de parcel·les, és a dir, la corba de supervivència de la població que creixia en la subparcel·la 7 va ser diferent de les corbes obtingudes en les altres subparcel·les.

En la cohort IV ([Taula 5-7](#)), tampoc hi va haver diferències significatives entre les corbes de supervivència de les poblacions que creixen en les subparcel·les 3, 4, 5 i 6, en canvi, es van constatar diferències en les de les subparcel·les 7 i 8 respecte de la resta.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	-	-	4.48*	-	0.05 ns	-	1.18 ns	-
P2	-	-	-	-	-	-	-	-
P3	-	-	-	-	4.01*	-	2.11 ns	-
P4	-	-	-	-	-	-	-	-
P5	-	-	-	-	-	-	0.76 ns	-
P6	-	-	-	-	-	-	-	-
P7	-	-	-	-	-	-	-	-

Taula 5-8

Resultats de la comparació mitjançant el log-rank test, de les corbes de supervivència de la cohort IV en les diferents subparcel·les. Les xifres amb un (*) indiquen que la forma de les corbes difereix amb una probabilitat $p < 0.05$.

Pel que fa a la cohort V (taula 5-8), els resultats van ser més heterogenis, i segons aquest la corba de supervivència de la població en la subparcel·la 3, ser diferent de les corbes

de les poblacions de les subparcel·les 1 i 5, però no de la subparcel·la 7.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	1.33 ns	-	-	-	-	-	-	-
P2	-	-	-	-	-	-	-	-
P3	-	-	4.11*	-	1.57 ns	-	-	-
P4	-	-	-	-	-	-	-	-
P5	-	-	-	-	-	-	-	-
P6	-	-	-	-	-	-	-	-
P7	-	-	-	-	-	-	46.8*	-

Taula 5-9

Resultats de la comparació mitjançant el log-rank test, de les corbes de supervivència de la cohort IV i V en les diferents subparcel·les. Les xifres amb un (*) indiquen que la forma de les corbes difereix amb una probabilitat $p < 0.05$.

En la taula 5-9, es mostra els nivells de significació del test log-rank per a la comparació entre les corbes de supervivència de les cohorts IV i V, és a dir, la comparació de les corbes de supervivència de dues cohorts d'hivern de la mateixa campanya (1990/91), en aquelles subparcel·les on van créixer ambdues. Aquesta comparació només ha estat possible fer-la entre les subparcel·les 1, 3, 5 i 7. Els resultats han estat variables, en les subparcel·les 1 i 5, les diferències entre les formes de les corbes no són significatives, pel contrari sí que ho són entre les de les subparcel·les 3 i 7.

Finalment, es va realitzar també la comparació de les corbes de supervivència de les primeres cohorts d'hivern de les campanyes 1989/90 i 1990/91, és a dir, de les cohorts I i IV, a fi i efecte de poder comparar la supervivència les dues cohorts més importants de l'hivern en dues temporades diferents. A la vista que hi hagué diferències en el temps d'emergència (la cohort I va emergir la segona quinzena de novembre mentre que la cohort IV ho va fer la primera de gener), es va comparar només el tram comú de les corbes, igualant aquestes per la part final del cicle, i despreciant per a la cohort més longeva la part inicial. Això es va fer a la vista que les anàlisis anteriors havien mostrat que no hi havia gairebé mortalitat de plàntules a l'inici del cicle. Aquesta comparació només va ser possible fer-la entre les subparcel·les 2, 3, 5 i 7. Els resultats, en la taula 5-10, mostren que els nivells de significació de les comparacions de les corbes entre campanyes, han estat netament diferents en la majoria de subparcel·les, només en la 7, la cohort I i la cohort IV es van obtenir diferències no significatives.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	-	-	-	-	-	-	-	-
P2	-	12.4*	-	-	-	-	-	-
P3	-	-	23.0*	-	-	-	-	-
P4	-	-	-	-	-	-	-	-
P5	-	-	-	-	34.6*	-	-	-
P6	-	-	-	-	-	-	-	-
P7	-	-	-	-	-	-	1.65*	-

Taula 5-10

Resultats de la comparació mitjançant el log-rank test, de les corbes de supervivència de la cohort I i IV en les diferents subparcel·les. Les xifres amb un (*) indiquen que la forma de les corbes difereix amb una probabilitat $p < 0.05$.

5.3.1.4.- Contribució de les diferents cohorts al total de població

Ja s'ha vist que la població de *Bromus* del camp ha estat integrada en diverses ocasions per individus de diferents cohorts d'edat. En els gràfics de les [Figura 5-9](#) i [Figura 5-10](#) es mostra la contribució de cada cohort, expressada en percentatge d'individus, al total de la població. Les barres clares fan referència al percentatge d'individus de cada cohort sobre el total d'individus reclutats en cada parcel·la i campanya. Les barres negres fan referència al percentatge d'individus de cada cohort al final del cicle per parcel·la i campanya respecte de total de reclutaments.

En general les cohorts d'estiu van representar un major percentatge de reclutament respecte de les cohorts d'hivern, ja que tant en la campanya 1990/91 com en la campanya 1991/92, aquells van oscil·lar sempre entre el 60 i 90% de totes les germinacions enregistrades en les diferents parcel·les, mentre que com a conseqüència de l'alta mortalitat que van sofrir, la seva contribució al percentatge final mig d'individus va quedar reduït per terme mig al 10% dels individus en la campanya 1990/91 i a l'entorn del 20% en la campanya 1991/92. Aquest fet és molt més notable en les parcel·les amb perfil OSSO2, on en cap d'elles el percentatge de reclutament de les cohorts d'estiu respecte del total va ser inferior al 90% en les dues campanyes.

Les cohorts d'hivern en canvi, van contribuir en percentatges molt més baixos al total de reclutament, però els percentatges de mortalitat al llarg del cicle van ser també molt més baixos, i generalment van suposar en nombre d'individus els percentatges més alts en finalitzar el cicle.

Pot no ser suficient, presentar només valors dels percentatges de les diferents cohorts respecte del total de la població, sobretot si com és aquest cas, les diferències de tamany entre els individus pertanyents a una o altra són notables, ja que aquest aspecte té notables repercussions pel que fa a la fecunditat, com es mostra en l'apartat següent.

5.3.2.- Fertilitat i fecunditat

Els estudis de fertilitat i fecunditat són una de les parts més importants dels estudis de demografia. Tots els resultats de fertilitat i fecunditat dels individus de les diferents cohorts i parcel·les, es presenten en la

	Paràmetres	Cohort I	Cohort III	Cohort IV	Cohort VI
P 1	Núm. de fillols fèrtils/m ²	-	-	44	26
	Mitjana de fillols fèrtils/individu	-	-	1.57 ± 0.40	-
	Mitjana de llavors/fillol	-	-	25.8 ± 7.3	58 ± 10.3
	Llavors/m ²	-	-	1135	1508
P 2	Núm. de fillols fèrtils/m ²	67	33	-	133
	Mitjana de fillols fèrtils/individu	1.27 ± 0.47	-	-	-
	Mitjana de llavors/fillol	6.21 ± 6	51 ± 24.8	-	-
	Llavors/m ²	416	1683	-	-
P 3	Núm. de fillols fèrtils/m ²	61	4	73	213
	Mitjana de fillols fèrtils/individu	-	2.2	1.20 ± 0.32	-
	Mitjana de llavors/fillol	-	57 ± 24	23.4 ± 6.9	40.9 ± 5.8
	Llavors/m ²	-	228	1708	8711
P 4	Núm. de fillols fèrtils/m ²	-	-	37	133
	Mitjana de fillols fèrtils/individu	-	-	1.22 ± 0.35	-
	Mitjana de llavors/fillol	-	-	32 ± 7.3	62.6 ± 8.2
	Llavors/m ²	-	-	1184	8325
P 5	Núm. de fillols fèrtils/m ²	26	2	48	111
	Mitjana de fillols fèrtils/individu	1.88 ± 0.49	2.3	1.44 ± 0.35	-
	Mitjana de llavors/fillol	35 ± 6.3	63.3 ± 26	42 ± 6.8	53.5 ± 11
	Llavors/m ²	910	126	2016	5938
P 6	Núm. de fillols fèrtils/m ²	26	15	60	70
	Mitjana de fillols fèrtils/individu	1.52 ± 0.46	1.73	1.29 ± 0.36	-
	Mitjana de llavors/fillol	38.1 ± 7.3	84 ± 28.7	40 ± 7.5	74 ± 7
	Llavors/m ²	990	1260	2400	5180
P 7	N. de fillols fèrtils/m ²	83	8.8	74	303
	Mitjana de fillols fèrtils/individu	1.37 ± 0.5	1.94	1.84 ± 0.34	-
	Mitjana de llavors/fillol	25.4 ± 7.5	87 ± 28.7	40.4 ± 6	69.6 ± 6.8
	Llavors/m ²	2108	765	2990	21088
P 8	Núm. de fillols fèrtils/m ²	80	3.7	26	122
	Mitjana de fillols fèrtils/individu	1.81 ± 0.4	2.07	1.33 ± 0.37	-
	Mitjana de llavors/fillol	10.9 ± 5.8	62.1 ± 7	30.2 ± 7	66 ± 6.8
	Llavors/m ²	872	230	785	8052

Taula 5-11

Resultats de la fertilitat i la fecunditat de les diferents cohorts i parcel·les.

Pel que fa a la fertilitat de les diferents cohorts de *Bromus diandrus*, cal remarcar que tots els individus que van arribar al final del cicle ho van fer almenys amb algun fillol fèrtil (tija principal inclosa). És per això que es presenten els resultats de fertilitat com el nombre mig de fillols fèrtils per unitat de superfície (fillols/m²) i la mitjana de fillols fèrtils per individu per a una determinada cohort i parcel·la. L'estudi de la fecunditat dels individus, només es va realitzar sobre les cohorts I, III, IV i VI, per ser les que van tenir un nombre més elevat d'individus. A continuació es comenta breument el resultat de cadascun dels paràmetres mesurats.

5.3.2.1.- Fertilitat

Pel que fa al nombre final de fillols fèrtils/m²(abreujat ff/m²), es pot observar que els valors obtinguts són notablement diferents entre cohorts i parcel·les. La cohort I s'ha de considerar dos grups pel que fa al nombre de fillols fèrtils/m². Un grup integrat per les parcel·les 2, 7 i 8 amb una densitat mitjana de 70 ff/m² i les parcel·les 5 i 6 ambdues amb un valor de 26 ff/m². El nombre mig de ff/individu va oscil·lar entre el 1.27 de la parcel·la 2 i el 1.88 de la parcel·la 5.

Pel que fa a la cohort III, el nombre mig de ff/individu ha estat lleugerament més elevat, oscil·lant entre els 1,94 de la parcel·la 7 i els 2.3 de la parcel·la 5.

La densitat de fillols fèrtils de la cohort IV va oscil·lar entre els 74 ff/m² de la parcel·la 7 als 26 ff/m² de la parcel·la 8. Cal destacar per a la parcel·la 5, el valor relativament baix que ofereix, 48 ff/m². La mitjana de ff/individu, va ser en aquesta cohort més baixa, ja que el valor mig entre parcel·les es situa en 1.35, si bé els valors van oscil·lar entre els 1.20 ff/individu de la parcel·la 3 i els 1.84 ff/individu de la parcel·la 7.

Per a la cohort VI, i a causa del problemes ja esmentats, només es va poder mesurar la densitat de ff/m². Aquesta cohort va ser la que va presentar la densitat més elevada, oscil·lant entre els 26 de la parcel·la 1 i els 303 de la parcel·la 7.

5.3.2.2.- Fecunditat

Es va analitzar el nombre de llavors/fillol fèrtil (abreujat ll/ff), en les diferents cohorts. Els resultats mostren que les dues cohorts d'estiu van presentar un nombre mig més elevat de ll/ff que les d'hivern. Els valors enregistrats van oscil·lar entre 51 ll/ff en la parcel·la 2 i 87 llavors/ff en la parcel·la 7, per a la cohort III, i 40.9 ll/ff en la parcel·la 3 i 74 ll/ff en la parcel·la 6 per a la cohort VI, mentre que per les cohorts d'hivern els valors van oscil·lar entre les 6.2 ll/ff en la parcel·la 2 i les 38 ll/ff en la parcel·la 6 per a la cohort I i 23.4 ll/ff en la parcel·la 3 i 42 ll/ff en la parcel·la 5 per a la cohort IV.

[Taula 5-11](#)

5.3.3.- Demografia de *Bromus diandrus* durant les tres campanyes

En les [Figura 5-11](#) i [Figura 5-12](#) es fa un recull dels valors dels diferents estadis i paràmetres demogràfics de la població de *Bromus* durant les tres campanyes experimentals. Es presenten els resultats obtinguts en les diferents parcel·les en dos grups segons els dos tipus de sòls que s'han descrit (apartat 1.5 i [Taula 1-12](#)). En aquest apartat, es discuteix d'una manera general per als dos grups de parcel·les i durant les tres campanyes, les diferències entre els valors que s'han obtingut per a els diferents estadis i paràmetres demogràfics.

Pel que fa a les diferències entre grups de parcel·les, el primer tret que cal destacar és d'una banda la superior producció de llavors en les parcel·les OSSO2, respecte de les OSSO1, alhora que, contràriament al que caldria esperar, és en aquelles on es registra la més baixa incorporació (en valor absolut) de llavors al sòl, fins i tot a nivells per sota dels de les parcel·les OSSO1. L'origen d'aquesta situació, ha estat conseqüència de dos fenòmens: En primer lloc, l'acabament del cicle (assecament i maduració del gra) va ser sempre més precoç, com a conseqüència de l'estrés hídric, en les parcel·les OSSO1 que en les OSSO2. Això va comportar que a l'hora de la collita, en aquelles parcel·les, moltes llavors ja haguessin caigut de la planta mare, amb la qual cosa no podien de cap manera ser exportades amb el gra o palla, i per tant s'incorporaven totes al banc de llavors. Per contra en les

parcel·les de tipus OSSO2, al temps de la collita la pèrdua de llavors de les plantes mare era encara molt baixa (observació visual), amb la qual cosa aquestes tenien una alta possibilitat de ser exportades amb el gra o la palla.

En segon lloc, també es va poder observar en diverses ocasions en les parcel·les OSSO1, com a causa de l'escassa alçada dels peus o la seva fragilitat, molts fillols aconseguien escapar de ser empassats per la collitadora, i restaven després de la collita al sòl, amb la qual cosa tota la seva producció de llavors també s'incorporava al banc de llavors.

Pel que fa a l'índex de reclutament, es pot veure com mostra valors molt diversos durant les diferents campanyes i grups de parcel·les. Aquesta variació, és la que a continuació es discuteix.

Destaca en primer lloc la diferència que hi ha entre els valors de l'índex de reclutament entre els dos grups de parcel·les en la campanya 1989/90. El baix índex de reclutament en les parcel·les del tipus OSSO2, respecte de les del tipus OSSO1, va ser conseqüència d'un perllongat entollament que van sofrir en el moment de la germinació aquelles parcel·les, i que va dificultar aquesta notablement. Per tant si s'ha de considerar l'índex de reclutament com mesura de la **qualitat del banc de llavors**, en el sentit de conèixer la seva capacitat d'establir plàntules, és més adequat, en aquesta circumstància, el valor de l'índex de reclutament obtingut en les parcel·les de tipus OSSO1.

Un altre valor d'índex de reclutament que cal comentar, és el de la cohort III durant la campanya 1990/91. En aquest cas, l'adequada disponibilitat d'aigua en les parcel·les va fer possible aquest gran percentatge de germinació. Al nostre entendre però, aquest valor té molt més interès pel fet que demostra que dos mesos després de la collita, les llavors de *Bromus diandrus* estan en condicions de germinar quan tenen els requeriments ambientals necessaris, que el valor en si mateix que es pot considerar producte d'una situació molt particular. Finalment assenyalar també el baix valor de l'índex de reclutament de la cohort VII en ambdòs tipus de parcel·les, molt possiblement a causa de la ja escassa disponibilitat de llavors en el moment en el que és van donar les condicions per a l'emergència de la cohort. Pel que fa a la resta de valors de l'índex de reclutament, aquests van oscil·lar entre 0.16 i 0.19. Un valor comprès o proper a aquest rang podria ser considerat adequat com a "índex de reclutament estàndard" per a aquelles cohorts que neixen dins del període d'emergència més usual per a aquesta espècie en camps de cereal. Finalment, només afegir que es pot veure en les [Figura 5-11](#) i [Figura 5-12](#), com el valor d'aquest índex va ser molt "menys variable" en les parcel·les de tipus OSSO1, que en les de tipus OSSO2. Això, en part, es pot explicar a causa de la menor intervenció en el banc de llavors (reinfestació amb 50 llavors/m² en les del primer grup *versus* 150 llavors/m² en les del segon grup), però també en part, a la major heterogeneïtat entre parcel·les.

Aquest fet va possibilitar que a l'hora de fer els càlculs, hi hagués "compensacions" entre els valors de l'índex de reclutament de les diferents parcel·les entre el grup de les OSSO1, la qual cosa va tendir a uniformitzar el resultat, mentre que en l'altre grup, a causa de la major homogeneïtat entre aquelles, aquest fenomen no es va produir tan marcadament. En quan als valors absoluts d'aquest paràmetre en relació a la qualitat de les llavors i el temps que aquestes van estar en el sòl abans de la germinació, ja han estat motiu de comentari en l'apartat anterior.

Els següents paràmetres a comentar són la fertilitat i la fecunditat. La fertilitat, ha estat el paràmetre més variable pel que fa a les cohorts d'estiu que van ser sotmeses als efectes de les labors, ja que com s'ha vist, els efectes de les labors sobre la supervivència dels fillols pot ser molt variable. Per a les cohorts d'hivern, no sotmeses a cap llaurada, la fertilitat presenta uns valors molt més estables, i en resum es pot dir que van oscil·lar a l'entorn d'1, és

a dir, un fillol fèrtil per plàntula establerta.

Pel que fa a la fecunditat, s'observen clares diferències entre cohorts i també entre parcel·les. La conclusió que cal treure dels valors experimentals obtinguts, és que aquest paràmetre està estretament lligat a la biomassa dels individus alhora que aquesta ho ha estat a la disponibilitat d'aigua (factors tots ells que es quantifiquen en capítol següent). Per tant, pensem que els resultats obtinguts al respecte reforcen l'utilitat dels diferents mètodes que ja actualment s'estan utilitzant per calcular aquest paràmetre a partir de determinades característiques de la planta mare i que progressivament han d'anar reemplaçant als diferents càlculs empírics existents.

5.3.4.- Dinàmica de poblacions de *Bromus diandrus*

En aquest apartat es mostren els resultats de les mesures de la taxa de creixement de la població (τ). S'han mesurat per als dos tipus de parcel·les el creixement anual a partir del banc de llavors inicial en cadascuna de les campanyes. També s'ha mesurat el creixement bianual, a partir del banc de llavors entre l'octubre de 1989 i el juliol de 1991, i entre el juliol de 1990 i el juliol de 1992. Finalment s'ha mesurat el creixement al final de les tres campanyes experimentals. Tots aquests valors obtinguts durant les tres campanyes es mostren en la taula 5-12 per a les parcel·les OSSO1 i en la Taula 5-13 per a les parcel·les OSSO2.

Octub 1989 Ll/m ²		Juliol 1990 Ll/m ²		Juliol 1991 Ll/m ²		Juliol 1992 Ll/m ²	τ Valors mitjana
150	← $\tau = 4.0$ →	600	← $\tau = 4.0$ →	1476	← $\tau = 4.59$ →	6780	$\tau = 3.68$
150	←----- $\tau = 3.2$ -----→			1476			$\tau = 3.25$
		600	←----- $\tau = 3.36$ -----→			6780	
150	←----- $\tau = 3.5$ -----→					6780	$\tau = 3.51$

Taula 5-12

Taxes de creixement, τ_n , de la població de *Bromus diandrus* calculades amb els valors del banc de llavors a l'inici de temporada en les parcel·les OSSO2, (n=1, taxa anual; n=2 taxa biennial i n=3 taxa triennial. Ll/m² són llavors/m²).

Octub 1989 Ll/m ²		Juliol 1990 Ll/m ²		Juliol 1991 Ll/m ²		Juliol 1992 Ll/m ²	τ Valors mitjana
150	← $\tau = 9.9$ →	1485	← $\tau = 1.24$ →	1850	← $\tau = 5.4$ →	10000	$\tau = 5.51$
150	←----- $\tau = 3.5$ -----→			1850			$\tau = 3.05$
		1485	←----- $\tau = 2.5$ -----→			10000	
150	←----- $\tau = 4.0$ -----→					10000	$\tau = 4.00$

Taula 5-13

Taxes de creixement, τ_n , de la població de *Bromus diandrus* calculades amb els valors del banc de llavors a l'inici de temporada en les parcel·les OSSO2, (n=1, taxa anual; n=2 taxa biennial i n=3 taxa triennial. Ll/m² són llavors/m²).

Les taxes de creixement han variat segons el període de temps considerat i el tipus de parcel·la. Així el valor de τ es de 9.9 en el primer any per a les parcel·les de tipus OSSO2, mentre que només és de 4.0 per a les de tipus OSSO1. En la segona campanya, va ser quan es va registrar la taxa de creixement més baixa, amb valors de τ de 1.24 i 2.46 per a les parcel·les de tipus OSSO2 i OSSO1 respectivament. En les parcel·les de tipus OSSO1, les mitjanes dels valors de τ van ser força semblants, oscil·lant entre el 3.68 de la mitjana de les τ anuals i el 3.25 de la mitjana dels valors de τ calculat per els intervals de dos anys. En canvi en les parcel·les de tipus OSSO2, aquests valors van ser més variables i també en conjunt més alts. Així la mitjana de les taxes de creixement anual té un valor de 5.51, mentre que la τ calculada per al conjunt dels tres anys té un valor de 4.00, mig punt més alta que la τ calculada per a les parcel·les de tipus OSSO1.

5.4.- DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

El patró de supervivència de les cohorts d'estiu respecte de les cohorts d'hivern va estar marcat per les labors del preparació de la sembra que, van afectar d'una manera notable a les poblacions de les cohorts d'estiu establertes en el camp.

Sovint quan es realitza estudis de demografia, es considera que una labor del sòl elimina tota la població de plantes que en aquell moment hi hagi establertes en el camp. FERNANDEZ-QUINTANILLA *et al.*(*op cit.*), ja diuen que això no és sempre així en poblacions d'*Avena sterilis*, i NAVARRETE (1992), troba per a aquesta mateixa espècie que en una població inicial de 570 plàntules/m², després de realitzar una labor de cultivador i aplicar un herbicida (imazametabenz) queda reduïda a una densitat de 80 plàntules/m², que va sobreviure i arribar a ser fèrtil.

Pel que fa a *Bromus diandrus*, la conclusió a la qual s'arriba després dels resultats obtinguts, és que la llaurada convencional, pot no ser efectiva al 100% (per les causes que sigui) en l'eliminació de les plàntules establertes, i aquest és un factor que no es pot ignorar.

Una conseqüència de tot això és, que la proliferació de *Bromus diandrus* en les subparcel·les amb llaurada convencional va estar tant o més lligada a la **incompleta destrucció dels individus establerts**, que a la bona disposició en què queden les llavors (enterrades en les capes més superficials del sòl) per a germinar a causa d'aquest règim de llaurada. Malgrat tot però, l'única, dràstica i elevada taxa de mortalitat de les cohorts d'estiu van ser les labors del sòl. Ara bé, els individus o fillols que van sobreviure a aquestes labors van arribar tots fèrtils al final del cicle.

Les cohorts d'hivern que van aparèixer després de la sembra del cereal, van estar sotmeses a unes condicions totalment a l'inrevés de les cohorts d'estiu, és a dir, no van sofrir cap mena de labor, però en canvi, van tenir la competència del cereal durant tot el cicle de cultiu, per tant la mortalitat d'individus d'aquestes cohorts, és majoritàriament relacionada amb fenòmens de competència.

L'escassa mortalitat enregistrada en totes les parcel·les durant els primers estadis de desenvolupament, fa pensar que no va existir al principi del cicle una intensa competència entre el *Bromus* i el cereal. Això es fàcil d'entendre si es pensa que en aquell període (mesos de novembre, desembre i fins i tot gener), el perfil està generalment a un bon nivell de reserva hídrica, i la cobertura del conreu es encara escassa perquè pugui haver-hi per exemple competència per la llum. Les mortalitats d'individus de *Bromus* de les cohorts d'hivern, van començar a arribar d'una manera notòria cap a mitjan del cicle, i van continuar fins al final d'aquest.

Es van poder constatar diferències entre parcel·les i campanyes pel que fa als percentatges de mortalitat. Així en la campanya 1989/90, més seca que la 1990/91, es van produir percentatges globals de mortalitat més alts que en la campanya següent, tot i que la densitat de les poblacions de *Bromus* era més baixa. Pel que fa a les parcel·les, sembla que va ser en les centrals on hi va haver una supervivència més elevada d'individus. Malgrat variar els percentatges de supervivència d'individus entre parcel·les i campanyes entre les cohorts d'hivern, no es pot parlar de diferències en el patró de les corbes de supervivència, ja que les mortalitats, quan es van començar a produir d'una manera més notable, va ser sempre cap a la meitat del cicle.

No hi ha massa dades en la bibliografia per a poder comparar els resultats d'aquests patrons de supervivència, amb els d'altres espècies creixent en condicions similars. SANS (*op. cit.*), va obtenir per a poblacions de *Lolium rigidum* i *Diploaxis erucoides*, nascudes a la tardor i que van créixer com a males herbes de fruiterars de secà, unes corbes de supervivència similars a les obtingudes en aquest treball, amb les mortalitats d'individus principalment acumulades cap al final del cicle. En canvi MAKC & PYCKE (1983 i 1984) van obtenir, per a poblacions de *Bromus tectorum*, que creixien en diferents indrets i hàbitats a l'estat de Washington (USA), unes corbes de supervivència que van mostrar una escassa mortalitat d'individus, d'altra banda en aquestes poblacions la mortalitat es produïa preferentment cap a l'inici del cicle. RICE & MACK (1991), van obtenir per a poblacions d'aquesta mateixa espècie que creixien en un ambient semiàrid, unes corbes amb escassa mortalitat d'individus, i aquesta generalment acumulada cap a la meitat o final del cicle de desenvolupament.

Molt més abundant és en canvi la bibliografia per a poder comparar els resultats de supervivència d'individus al final del cicle en altres espècies de gramínies creixent com a males herbes en conreus de cereal. Així per exemple, POLLARD (1982b), va obtenir que la supervivència de plantes d'una població de *Bromus sterilis*, al final del cicle va ser aproximadament del 60% de la densitat inicial de plàntules censades. FERNANDEZ QUINTANILLA *et al.* (*op. cit.*), en un estudi realitzat durant tres anys sobre demografia d'*Avena sterilis* van obtenir uns valors de supervivència de plàntules, oscil·lant entre 31% i el 81% de la població inicial. Valors d'entre el 20% i el 45 % de la densitat inicial, van ser calculats per a *Phalaris brachystachys* i *Phalaris paradoxa* per JIMENEZ-HIDALGO *et al.* (1990).

La supervivència de plàntules de males herbes en els conreus, ha estat un procés àmpliament modelitzat per diversos autors (MORTIMER *et al.* 1978; COUSENS *et al.* 1986, 1987; SPITTERS, 1989). D'altra banda diversos autors han particularitzat models per a determinades espècies. Així, POLLAR (*op. cit.*) i FIRBANK *et al.* (1985) van elaborar un model demogràfic per a *Bromus sterilis* en cereal, DOYLE *et al.* (1986), van fer el mateix per a *Alopecurus myosuroides*, mentre que GONZALEZ & FERNANDEZ-QUINTANILLA, (1991), ho van fer per *Avena sterilis*. En tots aquest models, la supervivència de plàntules es considera una funció de la densitat inicial. FIRBANK (*op. cit.*), especifica a més que la densitat del conreu té molt poc efecte sobre els percentatges de supervivència d'aquestes plàntules.

Les equacions que utilitzen aquests models per calcular la supervivència de plàntules són del tipus $M_i = Z_i / [1 + (x * Z_i)]$, on M_i és la densitat de plantes supervivents al final del cicle, Z_i és la densitat inicial de plàntules, i x el factor que regula la mortalitat. El valor de x s'ha de calcular per a cada espècie o cohort. Els valors de x calculats per als models dels treballs abans esmentats tenen un valor amb un ordre de magnitud de 10^{-3} [FIRBANK *et al.* (*op. cit.*), GONZALEZ & FERNANDEZ-QUINTANILLA (*op. cit.*)] i 10^{-4} DOYLE *et al.* (*op.*

cit.]). En funció d'aquests coeficients, i segons l'equació abans descrita, es necessita una densitat inicial de l'ordre de 750-1000 plàntules/m², per a veure reduïda aquesta en un 50% del valor inicial al final de cicle. En el supòsit que per a la població de *Bromus diandrus*, es poguessin aplicar valors similars del coeficient x , a les densitats inicials de plàntules que es van enregistrar els correspondria una densitat final de l'entorn de 85% respecte de la densitat inicial.

El resultat de la supervivència de plàntules obtinguts durant les campanyes 1990/91 i 1991/92, es pot considerar que estarien d'acord amb aquestes previsions, en canvi per a la primera campanya, 1989/90, els valors de supervivència de plàntules són netament inferiors als previstos pel model. Per tant a la vista d'aquest resultat, seria bo estudiar els efectes combinats de la densitat amb el dèficit d'aigua, i veure en les condicions mediterrànies i a densitats d'infestació entre mitjanes o baixes quin dels dos factors explica millor la supervivència de plàntules.

Pel que fa a la fecunditat, la mitjana dels valors de llavors produïdes per fillol fèrtil, es pot considerar que gairebé va ser el doble en les cohorts d'estiu que en les cohorts d'hivern. No s'ha pogut contrastar en la bibliografia la diferent producció de llavors entre una cohort d'estiu i una cohort d'hivern en la situació a que estaven ambdues en aquest treball. En canvi si hi ha dades de la producció de llavors en cohorts d'altres espècies de males herbes, equivalents a la cohort d'hivern de *Bromus diandrus*. Els resultats són variables: FERNANDEZ-QUINTANILLA *et al.* (*op. cit.*) obtenen per a *Avena sterilis* valors entre 13 i 21 llavors/planta, amb unes densitats oscil·lant entre 137 i 600 plantes/m², uns valors netament inferiors als obtinguts en aquest treball per a *Bromus diandrus*. NAVARRETE (*op. cit.*), per *Avena*, també va obtenir també valors molt variables, entre 7 i 50 llavors/planta.

GONZALEZ & FERNANDEZ-QUINTANILLA (*op. cit.*) i DOYLE *et al.* (*op. cit.*), calculen la producció de llavors en funció de la densitat de plantes, com en el cas de la supervivència, utilitzen una equació del tipus $S = s_{\max} / [1 + (b * M_i)]$, essent S la producció de llavors per unitat de superfície, s_{\max} el nombre de màxim possible de llavors que pot produir una planta, i M_i la densitat de plantes. En aquest cas el valor del coeficient b es 0.004, idèntic per als dos treballs esmentats, en canvi el valor de s_{\max} , es de 300 llavors/planta en el cas d'*Alopecurus* i 25 llavors/planta en el cas d'*Avena*.

Els valors de producció de llavors en *Bromus*, han estat netament superiors als valors de producció de llavors descrits per a *Avena*, ara bé com no hi ha cap referència del valor màxim de llavors que poden produir les plantes de *Bromus*, no es pot comprovar la bondad d'aquest model i calcular el paràmetre per a aquesta espècie.

La variació enregistrada en tots aquests treballs, es explicada pel mateixos autors com a conseqüència de les condicions meteorològiques durant els assajos, o bé per les diferents condicions en que van créixer les plantes (densitat i efecte cohort principalment). Un altre cop sembla que caldria buscar un paràmetre més objectiu per mesurar la producció de llavors. La biomassa de la planta i els patrons d'assignació d'aquesta poden ser una eina important en aquest aspecte. Aquests elements han estat utilitzats ja per diversos autors per calcular la producció de llavors (FIRBANK *et al.*, *op.cit.*; COUSENS *et al.*, 1988; NORRIS 1992a). En el capítol següent s'analitza la producció de llavors des d'aquesta perspectiva.

Pel que fa a la demografia, cal fer alguns comentaris respecte a la realitat de les situacions analitzades, i de quan aquestes es poden donar en un camp de conreu infestat per *Bromus diandrus*.

Durant la campanya 1989/90, la emergència de la població de *Bromus*, a causa del moment en el que es va fer la sembra de les llavors, va ser simultània a la del cereal. Així doncs aquest cas pot ser un bon exemple per de com es poden comportar les poblacions

durant aquelles campanyes on no hi hagut germinació estival, possiblement per manca de plujes. En aquest cas la germinació de les males herbes, es produeix a l'hora o immediatament després de la germinació del cereal. En aquesta circumstància, els valors dels paràmetres demogràfics obtinguts durant la campanya, poden ser orientatius de l'esdevenir d'una població de *Bromus diandrus* amb un nivell d'infestació similar a la de les parcel·les.

Els resultats de la segona campanya, en particular els de les parcel·les del grup OSSO1, mostren el que es podria considerar la situació més típica dels nostres camps, és a dir, una cohort estival relativament important, que posteriorment pot ser ben controlada abans de l'establiment del conreu, i una segona cohort primerenca d'hivern (contemporània del cereal) que és la més difícil de controlar i que a la fi serà la constitueix el gruix de la població infestant, en nombre d'individus, si bé com s'ha vist en les [Figura 5-11](#) i [Figura 5-12](#) l'aportació de llavors al banc d'aquestes cohorts d'hivern respecte de les d'estiu és en termes relatius, menor.

Finalment en la tercera campanya es pot veure la situació on hi ha una cohort d'estiu molt important i "mal controlada", conjuntament amb una cohort d'hivern que en aquest cas s'ha de considerar residual. Com es pot veure, la cohort d'estiu no controlada és la més "nociva" des del punt de vista de la infestació del camp, ja que té una gran capacitat de producció de llavors i competència.

Pel que fa a les taxes de creixement anual, aquestes han estat molt superiors a les enregistrades per altres autors en altres espècies de males herbes gramínies que creixien com a males herbes en cereals (FERNANDEZ-QUINTANILLA *et al.* (op. cit.)). Una explicació d'aquest fenomen s'hauria de buscar en la baixa densitat de població inicial, la qual cosa suposaria que s'estaria en uns valors de creixement que corresponen al tram exponencial de la corba sigmoïdal de creixement.

En resum doncs i a manera de conclusions d'aquest capítol es podria dir:

1) La germinació de llavors de *Bromus diandrus*, es pot produir-se en un ampli període que abraça des de finals d'estiu fins a principis d'hivern.

2) Les plàntules que neixen a finals d'estiu, poden ser fàcilment eliminades. En conseqüència, si la germinació és molt massiva, amb l'eliminació d'aquestes plàntules pot gairebé erradicar-se la població del camp. Ara bé les llaurades superficials realitzades amb cultivadors o similars, no sols han mostrat no ser efectives al 100% en l'eliminació de plàntules, si no que a més estan afavorint la infestació.

3) Les labors de preparació de la sembra són la causa principal de mortalitat de les cohorts d'estiu. Els individus que sobreviuen a aquestes labors però, esdevenen al llarg del cicle extraordinàriament vigorosos i no sofreixen mortalitats posteriors, mentre que en les cohorts d'hivern (nascudes després de la sembra), la mortalitat d'individus es comença a produir cap a meitat del cicle de desenvolupament i s'ha d'atribuir a fenòmens de competència.

4) Les cohorts d'estiu poden considerar-se en promig el doble de fèrtils que les cohorts d'hivern. Aquest fenomen està relacionat amb la seva major biomassa i desenvolupament, encara que proporcionalment la seva contribució al banc de llavors és inferior a la cohort d'hivern.

5) El creixement de la població és molt variable segons els anys, però una taxa de creixement entre 3 i 4 (segons la fórmula utilitzada) pot ser adequada a per poblacions creixen en situacions similars a les estudiades.

Part IV.- BIOMASSA I PRODUCCIÓ DE LLAVOR

BIBLIOTECA VIRTUAL



CAPÍTOL 6: BIOMASSA I PRODUCCIÓ DE LLAVORS

6.1.- INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

La variació en la distribució de biomassa com a resposta a factors ambientals, és el que hom denomina plasticitat fenotípica. RICE *et al.* (1992), assenyalen que la plasticitat fenotípica conjuntament amb la diferenciació genètica tenen com a finalitat l'adaptació de les espècies a diferents ambients i condicions. En general, es considera que el pes sec de la biomassa és una mesura raonable per estimar el "pattern" d'assignació, ja que reflecteix d'una manera integrada, el resultat de seqüències complexes de processos fisiològics (SANS 1991).

La capacitat de predir la producció de llavors és essencial per entendre la dinàmica de poblacions. Tot i això la producció de llavors en moltes espècies de males herbes, no ha estat determinada en condicions de camp. Bona part de l'actual coneixement sobre producció de llavors, és el resultat de treballs realitzats en condicions experimentals, els quals ben segur restringeixen la capacitat de les plantes per produir llavors (NORRIS 1992a).

L'estudi de la producció de llavors en espècies de males herbes ha estat de forma clàssica basada en l'anàlisi de les components del rendiment. Així per exemple el nombre de panícules/m², o de llavors/panícula, han estat utilitzats per predir la producció de llavors en *Avena sterilis* (FERNANDEZ-QUINTANILLA *et al.* 1986), i en *Phalaris brachystachys* i *P. paradoxa* (JIMENEZ-HIDALGO *et al.* 1990). Altres autors han estudiat la producció de llavors en relació a la biomassa de la planta en diverses espècies (COUSENS *et al.* 1988, NORRIS *op.cit.*).

El principal problema, segons THOMPSON & STEWART (1981), que pot haver-hi en el fet de calcular la producció de llavors en funció de la biomassa, és que aquesta, ha de ser contemplada com el resultat de la interacció de l'esforç reproductor (biomassa i energia que la planta dedica a la reproducció) amb un nombre de variables ambientals (patògens, clima, predadors, pol.linitzadors, etc...) sobre els que aquesta té escàs o nul control, i per tant, poden produir-se variacions difícils d'evaluar en la producció final de biomassa i nombre de llavors.

D'altra banda, alguns autors han calculat relacions de tipus lineal entre el tamany de la planta i la biomassa reproductora. SAMSON & WERK (1986) van obtenir relacions d'aquest tipus analitzant poblacions d'un grup d'espècies anuals pobladores del desert. WEINER (1988), va elaborar un senzill model lineal per explicar la disminució en l'assignació a la reproducció en poblacions de plantes que creixien a altes densitats. THOMPSON *et al.* (1992) van trobar una bona relació lineal entre els pesos de les parts reproductores i vegetatives, en analitzar dades provinents de diverses poblacions en cinc espècies de males herbes: *Apera spica-venti* L., *Datura stramonium* L. *Abutilon theophrasti* Medic., *Sorghum halepense* (L.)Pers. i *Panicum miliaceum* L.

NORRIS (1992b) va constatar que per a *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv, la producció de llavors va estar estretament relacionada amb el tamany i la biomassa estructural de la inflorescència; si bé, la màxima significació en la correlació entre aquests dos paràmetres sovint es va aconseguir amb polinomis de segon grau. D'altra banda, COUSENS *et al.* (1988) van calcular relacions de tipus exponencial entre la biomassa i el nombre de llavors en poblacions de *Bromus sterilis*.

Com s'ha vist en el capítol 5, la producció de fillols i llavors ha estat desigual entre els individus de les diferents cohorts, campanyes i parcel·les; és a dir, les plantes han mostrat variacions en les components del rendiment i la biomassa produïda com a resposta a

variacions de tipus ambiental, en aquest cas, la disponibilitat d'aigua, amb les conseqüències que això té en la variació dels diferents paràmetres demogràfics. Si bé sembla que es pot relacionar la producció de llavors per part d'una planta amb la seva biomassa total (tamany), en canvi no és tan fàcil conèixer quina pot ser aquesta biomassa o tamany al final del cicle. Si com sembla ser, l'aigua és un factor limitant, es podria intentar establir alguna relació entre la disponibilitat d'aquesta i el tamany dels individus.

D'altra banda, pel que respecta a les cohorts estudiades, hi va haver una notable diferència en les èpoques de creixement. Així la cohort d'estiu va començar el seu creixement a principis de setembre, mentre que la cohort d'hivern el va començar uns tres mesos més tard. Això va fer que els individus de la cohort d'estiu tinguessin ja molta biomassa produïda quan van emergir els de la cohort d'hivern, i per tant una quantitat de recursos utilitzats.

Es destina aquest capítol a estudiar les diferències en la biomassa dels individus de ambdues cohorts, fent un émfasi especial a les implicacions que això suposa en la producció de llavors per part dels individus que integren la població, així com analitzar la influència de la disponibilitat d'aigua sobre aquest paràmetre. En concret els objectius que es pretenen assolir són:

1/ Estudiar la relació que existeix entre la biomassa total de les llavors i la biomassa vegetativa, considerant el fillol com a unitat bàsica de producció en les diferents cohorts de *Bromus diandrus*.

2/ Estudiar la influència del dèficit d'evapo-transpiració, en la producció de biomassa, a partir de la relació entre els índex d'aridesa, calculats en el capítol 2, amb la producció de biomassa vegetativa i reproducta en les dues cohorts i en les diferents parcel·les.

6.2.- MATERIAL I MÈTODES

6.2.1.- Material vegetal

L'estudi de la producció de biomassa i llavors en la població de *Bromus diandrus*, es va realitzar sobre una cohort d'estiu i un altra d'hivern que van créixer durant la tercera campanya (1991/92). La cohort d'estiu emprada va ser la cohort VI, ja anteriorment descrita, mentre que la cohort d'hivern va ser establerta exclusivament per a aquest experiment, mitjançant la sembra de llavors de *Bromus diandrus* a una densitat aproximada de 100 llavors/m², immediatament després de la sembra del cereal, en una superfície de les subparcel·les sotmeses a llaurada profunda.

En aquest estudi només es van utilitzar dades provinents dels individus que van créixer en les subparcel·les 1, 3, 5, 6 i 8.

6.2.2.- Biomassa al final del cicle

Totes les relacions entre biomassa vegetativa i biomassa de llavors, van ser calculades a partir de la biomassa dels fillols fèrtils. Aquest mètode va permetre caracteritzar el tamany mig d'un fillol al final del cicle, en les diferents parcel·les i cohorts, i en conseqüència la possibilitat d'establir comparacions entre elles.

6.2.2.1.- Recol·lecció del material vegetal

Prèviament a la recol·lecció del cereal, es van collir els individus de *Bromus* de

ambdues cohorts. Per a la cohort d'estiu, es van recollir tots els individus que creixien dins els quadrats on s'havia fet el seguiment demogràfic; per a la cohort d'hivern es van recollir, tots els individus que van arribar a adults de la sembra feta a les subparcel·les amb llaurada profunda.

Prèviament a la maduració del gra, totes les panícules de cada individu van ser cobertes amb boses de malla de niló per tal d'evitar pèrdues de llavors.

6.2.2.2.- Variables mesurades

La biomassa total de cada fillol, es va dividir en dos compartiments: biomassa de llavors i biomassa vegetativa. A més es va mesurar el pes mig d'una llavor.

En el compartiment de biomassa vegetativa s'hi va incloure la tija, juntament amb la panícula, les fulles i també, quan hi eren, els fillols secundaris estèrils del fillol fèrtil. En el compartiment de biomassa de llavors s'hi van incloure les llavors, així com també els embolcalls florals de les flors estèrils de les panícules.

Aquest mètode tendeix a sobrevalorar la biomassa de llavors respecte de la biomassa total final, ja que generalment en els fillols i individus, hi ha pèrdua de biomassa vegetativa com a conseqüència de la degradació o pèrdua de les fulles més basals al llarg del cicle.

6.2.3.- Relació entre biomassa vegetativa i biomassa de llavors

El model utilitzat per establir la relació entre la biomassa de les llavors i la biomassa vegetativa, és el model proposat per SAMPSON & WERK (*op. cit.*). Aquest model es basa en que el pes de la biomassa reproductora, és funció creixent del tamany de la planta (HARPER & WHITE, 1974) dins d'una determinada població.

Aquesta funció té una expressió del tipus $Y = mX + b$, on: Y = Biomassa reproductora, X = biomassa vegetativa, m = pendent de la recta i b = punt d'intercepció de l'eix d'ordenades.

Segons els valor de b, es poden donar tres situacions en la intercepció de la recta amb l'eix d'ordenades, que tenen un significat biològic diferent (SAMPSON & WERK, *op. cit.*).

1/ Quan $b=0$, la recta intercepta l'origen de coordenades, això indica que existeix una relació constant entre ambdues biomasses, independentment del tamany de la planta.

2/ Quan $b < 0$, indica que hi ha un tamany mínim vegetatiu perquè s'assoleixi la reproducció, per sota del qual aquella no es dona.

3/ Finalment si $b > 0$, la proporció de biomassa dedicada a la reproducció incrementa amb el tamany de la planta.

6.2.4.- Relació entre l'índex d'aridesa i la producció de biomassa

S'ha correlat per al conjunt de les parcel·les, el pes de mig dels diferents compartiments biomassa (reproductora i vegetativa), així com la biomassa total dels fillols amb els índex d'aridesa de les parcel·les calculat en el capítol 2. La finalitat d'aquesta prova ha estat estudiar si pot utilitzar-se el dèficit d'evapotranspiració com un paràmetre de base per a poder calcular la producció de biomassa.

6.2.5.- Tractament estadístic

Es va utilitzar l'anàlisi de la variància (ANOVA) per a estudiar les diferències en la

producció de biomassa entre les diferents cohorts i parcel·les. El càlcul de les relacions entre biomassa i índex d'aridesa, es van realitzar mitjançant regressió lineal, amb una recta del tipus $Y = mX + b$.

La normalitat i l'homocedasticitat de les dades, supòsits necessaris per a l'aplicació de ambdós tests es va obtenir mitjançant transformació de les dades originals. Per tal d'obtenir una transformació, de les dades que garantís ambdós supòsits, es va utilitzar el mètode de les corbes de Box-Cox (PEÑA SANCHEZ, 1989). La transformació de les dades realitzada va ser del tipus: $X^{\beta} = X'$. Éssent X = el valor de les dades originals, β = el paràmetre de transformació, i X' , el valor de les dades transformades. El valor del paràmetre β calculat mitjançant les corbes de Box-cox, va ser de 0.4.

6.3.- RESULTATS

6.3.1.- Biomassa vegetativa i biomassa de llavors

En la taula 6-1 i [Figura 6-1](#), es mostra els valors de les mitjanes de biomassa vegetativa, biomassa de llavors i pes d'una llavor, mesurats en els fillols que van integrar els individus de les dues cohorts en les diferents subparcel·les. Els resultats es mostren agrupats per parcel·les, cohorts i la interacció d'ambdós factors.

Factor	Biomassa vegetativa (g)	Biomassa de llavors (g)	Pes d'una llavor (g)
Parcel·la 1	0.419 ± (0.09)	0.498 ± (0.10)	0.0100 ± (0.005)
Parcel·la 3	0.422 ± (0.05)	0.478 ± (0.07)	0.0116 ± (0.006)
Parcel·la 5	0.670 ± (0.09)	0.677 ± (0.11)	0.0134 ± (0.006)
Parcel·la 6	0.877 ± (0.07)	0.861 ± (0.07)	0.0120 ± (0.004)
Parcel·la 8	0.607 ± (0.06)	0.668 ± (0.07)	0.0113 ± (0.003)
Cohort 1 (estiu)	0.719 ± (0.03)	0.777 ± (0.04)	0.0117 ± (0.002)
Cohort 2 (hivern)	0.305 ± (0.05)	0.302 ± (0.06)	0.0113 ± (0.004)
Parcel·la x Cohort			
1 1	0.536 ± (0.11)	0.697 ± (0.13)	0.0102 ± (0.007)
1 2	0.276 ± (0.12)	0.253 ± (0.14)	0.0098 ± (0.007)
3 1	0.476 ± (0.07)	0.545 ± (0.07)	0.0119 ± (0.004)
3 2	0.245 ± (0.11)	0.259 ± (0.14)	0.0109 ± (0.007)
5 1	0.824 ± (0.12)	0.840 ± (0.13)	0.0138 ± (0.008)
5 2	0.410 ± (0.14)	0.404 ± (0.18)	0.0128 ± (0.009)
6 1	1.046 ± (0.12)	1.016 ± (0.09)	0.0118 ± (0.004)
6 2	0.427 ± (0.12)	0.450 ± (0.14)	0.0125 ± (0.008)
8 1	0.782 ± (0.07)	0.881 ± (0.08)	0.0112 ± (0.005)
8 2	0.234 ± (0.12)	0.213 ± (0.12)	0.0113 ± (0.007)

Taula 6-1

Mitjana de la biomassa vegetativa, pes de llavors i pes d'una llavor dels fillols de les diferents cohorts i parcel·les. Valors entre parèntesi, indiquen l'amplitud de l'interval de confiança de la mitjana.

Pel que fa a la biomassa vegetativa, hi ha un gradient d'increment del pes mig dels fillols, des de les parcel·les laterals cap a les centrals. D'altra banda, el pes mig dels fillols de la cohort 1, és netament superior al pes mig dels de la cohort 2, independentment de la parcel·la. Si es considera la combinació parcel·la x cohort, els resultats segueixen el rang definit anteriorment pels dos elements de la combinació.

El pes mig de la biomassa vegetativa dels fillols al final del cicle, oscil·la entre els 1.04 g de la cohort 1 en la parcel·la 6, fins als 0.23 g de cohort 2 en la parcel·la 8. Pel que fa a la biomassa de les llavors, s'observa la mateixa tendència que en la biomassa vegetativa, si bé en aquest cas en les parcel·les 1 i 3 s'ha invertit l'ordre respecte del total de biomassa vegetativa. El pes màxim és 1.01 g en els fillols de la cohort 1 en la parcel·la 6 i el mínim 0.21 g en els de la cohort 2 en la parcel·la 8. El pes mig d'una llavor va oscil·lar entre els 0.0138 g de pes mig de la cohort 1 en la parcel·la 5 i els 0.0098 g de la cohort 2 en la parcel·la 1.

L'anàlisi de variància, va mostrar que hi van haver diferències significatives en biomassa vegetativa, biomassa de les llavors i pes d'una llavor, entre les diferents parcel·les. En les taules 6-2, 6-3 i 6-4 es mostren els resultats obtinguts amb l'ANOVA per a els tres paràmetres mesurat

Font de variació	Sum. quadrats	Gr. de llib.	Quad. mitjana	F-ratio
EFFECTES PRINCIPALS	11.80	5	2.21	
Efecte parcel·la	4.45	4	1.13	38.00 (*)
Efecte cohort	6.62	1	6.62	221.90 (*)
INTERACCIONS	0.63	4	0.15	
Efecte parcel·la x cohort	0.63	4	0.15	5.32 (*)
RESIDUALS	17.01	570	0.29	
TOTAL	28.74	579		

Taula 6-2

Resultats del test ANOVA per a la variable biomassa vegetativa. Els valors amb (*) indiquen diferències significatives amb probabilitat $p < 0.05$.

Font de variació	Sum. quadrats	Gr. de llib.	Quad. mitjana	F-ratio
EFFECTES PRINCIPALS	11.60	5	2.32	
Efecte parcel·la	3.36	4	0.84	19.33 (*)
Efecte cohort	8.43	1	8.43	194.06 (*)
INTERACCIONS	0.83	4	0.20	
Efecte parcel·la x cohort	0.83	4	0.20	4.78 (*)
RESIDUALS	24.76	570	0.043	
TOTAL	37.20	579		

Taula 6-3

Resultats del test ANOVA per a la variable biomassa vegetativa. Els valors amb (*) indiquen diferències significatives amb probabilitat $p < 0.05$.

Font de variació	Sum. quadrats	Gr. de llib.	Quad. mitjana	F-ratio
EFECTES PRINCIPALS	4.41×10^{-4}	5	8.82×10^{-5}	
Efecte parcel.la	4.25×10^{-4}	4	1.06×10^{-4}	20.46 (*)
Efecte cohort	3.19×10^{-6}	1	8.19×10^{-6}	1.57 (*)
INTERACCIONS	5.53×10^{-5}	4	1.39×10^{-5}	
Efecte parcel.la x cohort	5.53×10^{-5}	4	1.39×10^{-5}	2.63 (*)
RESIDUALS	0.0029	569	5.19×10^{-6}	
TOTAL	0.0034	568		

Taula 6-3

Resultats del test ANOVA per a la variable biomassa vegetativa. Els valors amb (*) indiquen diferències significatives amb probabilitat $p < 0.05$.

6.3.2.- Relació entre biomassa vegetativa i biomassa de llavors

S'han calculat segons el model de SAMPSON & WERK (*op. cit.*), les rectes de regressió per poder relacionar la biomassa vegetativa amb la biomassa de llavors, per a cadascuna de les cohorts en les diferents parcel·les. El mateix càlcul s'ha realitzat per al conjunt de totes les cohorts. Els paràmetres de les diferents rectes de regressió es poden veure en les taules 6-5 i 6-6.

Paràmetre	Parcel.la 1	Parcel.la 3	Parcel.la 5	Parcel.la 6	Parcel.la 8	Total
Pendent (X)	1.08	1.23	1.04	0.99	1.18	1.044
STD de X	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.22
Constant (b)	0.01	-0.1	-0.04	-0.008	-0.13	-0.01
STD de b	0.07	0.08	0.11	0.07	0.07	0.097
Num. obser.	42	135	37	93	96	403
G. de Ll.	40	133	35	91	94	401
R-quadrat	0.87	0.84	0.74	0.85	0.88	0.84

Taula 6-5

Paràmetres de les rectes de regressió obtingudes per poder relacionar la biomassa vegetativa amb la biomassa de les llavors de la cohort 1 en les diferents parcel·les.

Paràmetre	Parcel.la 1	Parcel.la 3	Parcel.la 5	Parcel.la 6	Parcel.la 8	Total
Pendent (X)	0.94	0.87	1.19	0.61	1.07	0.63
STD de X	0.13	0.087	0.12	0.02	0.06	0.01
Constant (b)	0.006	0.08	-0.15	0.20	-0.07	0.19
STD de b	0.066	0.054	0.08	0.09	0.076	0.09
Num. obser.	34	41	22	128	45	270
G. de Ll.	32	39	20	126	43	268
R-quadrat	0.60	0.72	0.83	0.85	0.70	0.88

Taula 6-6

Paràmetres de les rectes de regressió obtingudes per poder relacionar la biomassa vegetativa amb la biomassa de les llavors de la cohort 2 en les diferents parcel·les.

Pel que fa a la cohort d'estiu (cohort 1), s'observa que els valors d'intercepció, a excepció de la parcel·la 1, són negatius, si bé molt propers a zero, en totes les parcel·les. Cal destacar com a valor més elevat, el de la parcel·la 1 (0.01), i com a valor inferior el de la

parcel·la 8 (-0.13). Els valors de les pendents de la recta són, a excepció de les subparcel·les 3 i 8, lleugerament superiors a 1. Pel que fa a la recta de regressió global, el valor d'intercepció es de -0.01 i el pendent d'1.04. Segons el significat biològic del model, aquests valors de pendent i intercepció de les rectes són suggeridors d'un increment proporcional de la biomassa de llavors en relació a l'increment de biomassa vegetativa.

Pel que fa a la cohort d'hivern, els resultats dels paràmetres de les rectes de regressió són diferents dels obtinguts per a la cohort d'estiu. En aquest cas els valors d'intercepció també són molt propers a zero, però hi ha un predomini de valors positius. Els pendents de les rectes mostren més heterogeneïtat entre parcel·les que les de la cohort d'estiu, i com s'observa en les parcel·les 6 i 3 no sempre assolixen valors propers a 1. Altrament, els nivells de correlació són també més baixos, en part potser com a conseqüència d'un nombre d'observacions més baix. En les [Figura 6-1](#) i [Figura 6-2](#) es representen les diferents rectes de regressió per a les diferents cohorts i parcel·les.

6.3.3.- Dèficit d'evapo-transpiració i producció de biomassa

En aquest apartat es mostren els resultats obtinguts en la correlació entre els índex d'aridesa calculats en el capítol 2 amb els valors de producció de biomassa de les poblacions de les dues cohorts de *Bromus diandrus* en les diferents parcel·les. Cal recordar que es van calcular dos índex d'aridesa (veure apartat 2.3.5). L'un, l'ÍNDEX 1, és va calcular a partir del dèficit d'evapo-transpiració durant els períodes B, C, i D (B=encanyament, C=aparició d'espigues/antesi, D=emplenament de gra/maduresa), l'altre, l'ÍNDEX 2, nòmes inclou els períodes C i D (aparició d'espigues/antesi i emplenament de gra/maduresa). L'ajustament s'ha fet mitjançant una funció del tipus $Y = aX^b$.

Es va fer una correlació dels dos índex, amb la biomassa vegetativa, la biomassa reproductora i la biomassa total de les dues cohorts. Els paràmetres de les regressions es mostren en les taules 6-7 i 6-8.

Paràmetre	Cohort d'estiu (cohort 1)			Cohort d'hivern (cohort 2)		
	Biomassa vegetativa	Biomassa llavors	Biomassa total	Biomassa vegetativa	Biomassa llavors	Biomassa total
Paràmetre (a)	-1.51	-0.90	-0.62	-1.97	-2.18	-1.38
Paràmetre (b)	-2.3	-1.29	-1.98	-1.61	-1.94	-1.76
Num. observacions.	5	5	5	5	5	5
Graus de llibertat.	3	3	3	3	3	3
R-quadrat	0.90	0.54	0.88	0.53	0.63	0.59

Taula 6-7

Paràmetres de la regressió obtinguts al relacionar la producció de biomassa de les dues cohorts, amb l'ÍNDEX 1 d'aridesa.

Paràmetre	Cohort d'estiu (cohort 1)			Cohort d'hivern (cohort 2)		
	Biomassa vegetativa	Biomassa llavors	Biomassa total	Biomassa vegetativa	Biomassa llavors	Biomassa total
Paràmetre (a)	-1.75	-1.01	-0.77	-2.39	-2.61	-1.80
Paràmetre (b)	-2.41	-1.32	-2.01	-2.11	-2.64	-2.28
Num. observacions.	5	5	5	5	5	5
Graus de llibertat.	3	3	3	30.83	3	0.863
R-quadrat	0.86	0.49	0.80	0.88		

Taula 6-8

Paràmetres de la regressió obtinguts al relacionar la producció de biomassa de les dues cohorts, amb l'ÍNDEX 2 d'aridesa.

Els resultats de les correlacions entre els índex d'aridesa i la biomassa dels individus de les diferents cohorts han estat variables.

Pel que fa a la cohort d'estiu (cohort 1), la biomassa vegetativa ha estat el paràmetre més ben correlat, independentment de l'índex d'aridesa utilitzat, mentre que la biomassa de llavors ha estat un paràmetre "molt mal correlat". La biomassa total també ha tingut un bon nivell de correlació. Cal destacar que per a aquesta cohort, els valors de R-quadrat per als tres paràmetres correlats (biomassa vegetativa, biomassa de llavors i biomassa total) han estat lleugerament més alts en les correlacions amb l'ÍNDEX 1, és a dir, el que abraça un període més ampli de temps.

El resultat per a la cohort d'hivern han estat ben diferents. En primer lloc els valors de R-quadrat per als tres paràmetres correlats han estat molt més iguals (per ambdòs índexs) que en la cohort d'estiu. D'altra banda però aquests valors han estat més alts en les correlacions dels paràmetres realitzades amb l'ÍNDEX 2.

6.4.- DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

La diferència en la producció d'ambdues cohorts (estiu i hivern) va ser notable, tant pel que fa a la biomassa vegetativa com a la biomassa de llavors. D'altra banda, el pes de la biomassa vegetativa i de les llavors dels fillols va mostrar un gradient de valors inversament proporcional al dèficit d'evapo-transpiració calculat per a les diferents parcel·les.

Pel que fa a la cohort d'estiu, aquesta va emergir molt més aviat que la cohort d'hivern, i en conseqüència el temps de producció de biomassa va ser molt més llarg. Així doncs, malgrat que amb les labors de sembra del cereal, es va eliminar la major part de la població, els fillols o fragments de mates que van sobreviure tenien en aquell moment un desenvolupament considerable. Aquests fillols a més, possiblement amb un sistema radicular desenvolupat i ben establert, van ser capaços de ser molt més efectius en la captació de recursos, que juntament amb el tamany ja assolit, explicaria la major producció. Per la seva banda la cohort d'hivern, no va passar de l'estadi de plàntula (3 o 4 fulles) en tot l'hivern, i quan la represa del creixement al finalitzar aquest, la diferència de tamany entre els individus de les dues cohorts era notable.

En quan a la producció de llavors, es pot trobar abundant informació i dades que mostren la diferent capacitat de producció de llavors entre cohorts de diferents espècies de males herbes (recordar els treballs ja esmentats de NAVARRETE, 1992; FERNANDEZ-QUINTANILLA *et al.*, 1986; GONZALEZ & FERNANDEZ-QUINTANILLA, 1991 i SANS, *op. cit.*). Tot i que en aquests treballs no es fa referència d'una manera explícita a la biomassa dels individus, es sobreenten que la menor producció de llavors en aquests, es conseqüència de la seva menor biomassa. Altres treballs en canvi, sí proporcionen dades de la biomassa dels individus i estableixen algun tipus de relacions numèriques entre aquesta i la producció de llavors, com per exemple NORRIS (1992a) per a *Echinochloa crus-galli* i FIRBANK *et al.* (1985) per a *Bromus sterilis*. RICHARSON *et al.* (1989) van comprobar que en *Bromus tectorum*, la producció de llavors era fortament afectada per l'estrés hídric; d'altra banda RIBA *et al.* (*op. cit.*), van obtenir també resultats similars en aquest sentit per a *Bromus diandrus*.

Finalment, un aspecte que cal considerar en relació a la biomassa de llavors, és el pes d'una llavor. Els resultats obtinguts, han mostrat que hi va haver una variació del pes mig d'una llavor entre parcel·les en ambdues cohorts, oscil·lant a l'entorn del 20%. Els resultats han mostrat en canvi, que el pes mig d'una llavor si es considera només el factor cohort, ha

estat gairebé idèntic. RICHARSON *et al.* (*op. cit.*) van obtenir que la baixa disponibilitat d'aigua, afectava al nombre de llavors, però no al pes d'aquestes, mentre que RIBA & RECASENS, (1990) i RIBA *et al.* (1992), van obtenir en canvi que el pes de les llavors era inferior en les plantes més petites que en les plantes més grosses. En tot cas sembla que el pes mig d'una llavor presenta poca variació, i que la disminució de la biomassa de llavors és principalment conseqüència d'un menor nombre de llavors produïdes.

Els resultats obtinguts en aquest treball pel que fa a les relacions entre biomassa vegetativa i biomassa de llavors dels fillols, han estat diferents entre ambdues cohorts. Per a la cohort d'estiu s'ha obtingut una relació proporcional entre la biomassa vegetativa i la biomassa de llavors. A més aquesta relació ha estat bastant homogènia entre parcel·les i també pel que fa al total dels fillols de la cohort analitzada. En canvi, per a la cohort d'hivern, tot i que es manté aquesta tendència, hi ha una heterogeneïtat molt més gran entre parcel·les, i els paràmetres de la recta de regressió obtinguda en l'anàlisi conjunt de tots els individus de la cohort, és notablement diferent de la recta obtinguda per a la cohort d'estiu. Podria contribuir a aquesta heterogeneïtat entre parcel·les en la cohort d'hivern, el menor nombre d'observacions realitzades.

Si s'observa però els resultat de l'anàlisi del pes total de fillols de la cohort, la menor pendent de la recta d'aquesta cohort que de la cohort d'estiu (0.63 *versus* 1.04), indica que en la cohort d'hivern la unitat de biomassa vegetativa, produeix menys llavors quan més gran és el fillol. RIBA *et al.* (*op. cit.*) van obtenir a l'estudiar la relació entre biomassa vegetativa i biomassa de llavors per a una cohort d'hivern de *Bromus diandrus*, una recta de regressió amb uns paràmetres molt similars als obtinguts per a la recta de la cohort d'estiu. Els valors són: $b = 0.02$; $m = 1.01$ i $r^2 = 0.84$ per a la cohort d'hivern estudiada i $b = 0.01$; $m = 1.044$ i $r^2 = 0.84$ per a la cohort d'estiu. No es coneix cap més referència per a poder comparar aquests valors amb altres poblacions de *Bromus diandrus* que creixien en condicions similars. Els resultats dels paràmetres de la recta de regressió calculats per a altres espècies del gènere que formen part de la vegetació espontània en marges de camps i erms, són variables. Així, RIBA & RECASENS (1990) van obtenir per a *B. diandrus*, *B. tectorum* i *B. rubens*, rectes de regressió amb pendents que van oscil·lar entre 0.98 per a *B. tectorum* i 0.48 i 0.51 per a *B. rubens* i *B. diandrus* respectivament, mentre que les intercepcions de l'eix de la y eren positives, i van oscil·lar entre el valor d'1.25 de *B. tectorum* i el 0.20 de les altres dues espècies. Per la seva banda, SAMSON & WERK (*op. cit.*), van obtenir per a una població de *Bromus rubens* L., recollida al desert de El Mojave, una recta amb un pendent (m) de 1.044 i una intercepció (b) 0.013, és a dir, gairebé idèntica als valors de les cohorts abans esmentades.

La comparació d'aquests resultats amb els valors obtinguts per a altres espècies, va permetre comprovar la gran heterogeneïtat entre espècies i poblacions. Així per exemple, RICHARSON *et al.* (1990), van obtenir per a totes les espècies de gramínies estudiades, pendents de les rectes molt més baixes, aproximadament entre 0.20 i 0.50 i intercepcions positives i negatives indiferentment, mentre que SANS (*op. cit.*) va obtenir per a *Diplotaxis eruroides* una recta amb un pendent de 0.63 i una intercepció positiva. Sembla, doncs, a la vista d'aquests resultats, que per a les cohorts d'estiu o aquelles que emergeixen en el mateix moment que el cereal, una primera aproximació a la relació de pes que existeix entre la biomassa vegetativa i la biomassa de les llavors, és considerar que el pes total dels fillols fèrtils, es reparteix meitat i meitat entre biomassa vegetativa i biomassa de llavors.

Com s'ha vist els resultats de la correlació han estat diferents entre cohorts i índexs d'aridesa. La cohort d'estiu, ha estat més ben correlada amb l'ÍNDEX 1, que abraça un període més llarg de temps. Aquest resultat és lògic, ja que la biomassa dels individus d'aquesta cohort va ser acumulada durant un període més llarg. Per contra, i per raó de la disponibilitat

d'aigua, la biomassa de les cohorts d'hivern queda més restringida al període primaveral, i possiblement per aquest motiu la producció de biomassa va estar més ben correlada amb l'ÍNDEX 2, que recull el dèficit d'evapo-transpiració durant el període de primavera i començament d'estiu.

Sembla doncs que el dèficit d'evapo-transpiració podria ser una bona eina per a calcular la producció de biomassa, si bé el càlcul potser s'hauria de fer a partir de la relació dèficit d'evapo-transpiració/dèficit de producció, previ coneixement de la producció potencial de l'espècie.

Així doncs, a manera de conclusions finals, podem afirmar que:

1) Es pot considerar una relació lineal entre la biomassa vegetativa dels fillols de *Bromus* i la biomassa de llavors. Aquesta relació s'ha calculat per a les dues cohorts, si bé en la cohort d'estiu ha estat més homogènia entre parcel·les. Segons aquesta relació sembla que del pes total dels fillols (tija fèrtil + fillols vegetatius estèrils + llavors), un 50% aproximadament correspon a la biomassa de les llavors.

2) El pes mig d'una llavor pot variar en funció del tamany de la planta mare. Aquesta variació però, és petita, i desapareix quan es considera un valor mig per a tota la població. Així per exemple, malgrat les diferències de biomassa vegetativa entre la cohort d'estiu i la cohort d'hivern (la diferència mitjana de biomassa total entre els individus d'ambdues cohorts ha estat proper al 100 %), no s'han trobat diferències en el pes mig d'un llavor. En la realitat, això doncs permet poder calcular el nombre de llavors a partir de la biomassa vegetiva dels individus, independentment del tamany d'aquests i sense cometre un gran error.

3) El dèficit d'evapo-transpiració pot ser un bon índex per calcular la producció de biomassa, cal però, ajustar adequadament les equacions del dèficit de rendiment en funció d'aquell. Sembla que per a les cohorts d'estiu, el dèficit d'evapo-transpiració enregistrat durant tot el període de creixement està ben correlat amb la producció de biomassa, mentre que per a les cohorts d'hivern el dèficit d'evapotraspiració durant el període de primavera i principis d'estiu pot ser més adequat per aquesta correlació

CONCLUSIONS GENERALS

Les conclusions generals a les que hem arribat a partir de tots els resultats obtinguts són les següents:

1.- La germinació de llavors de *Bromus diandrus* es pot produir molt aviat com a conseqüència de les pluges del final de l'estiu, cap a la segona quinzena d'agost o primera de setembre (germinacions d'estiu). La intensitat d'aquesta germinació està relacionada amb la disponibilitat d'aigua. A partir d'aquesta primera germinació, l'aparició de noves plàntules, es pot anar produint d'una manera continuada, generalment en fluxes discrets després de precipitacions importants (germinacions d'hivern). Un tret diferencial important entre ambdós períodes de germinació és el fet que les germinacions d'estiu són molt massives, i es produeixen en un espai molt curt de temps (poques hores), mentre que les germinacions de tardor-hivern es produeixen en un període molt més dilatat de temps. D'altra banda la importància quantitativa de les germinacions de tardor-hivern està condicionada per la importància que hagi pogut tenir la germinació d'estiu.

2.- El règim de llaurada té notables efectes sobre la població de *Bromus diandrus*. Les llaurades profundes (arreu de pala), poden provocar en una sola campanya una disminució de 95% del nombre de plàntules establertes respecte del règim de llaurades convencionals. Aquesta disminució tan dràstica és a causa de l'enterrament de les llavors a una profunditat on són incapaces d'establir plàntules, i també a la destrucció total de les plàntules establertes. Ara bé, les llaurades superficials realitzades amb cultivadors o similars, sembla que deixen les llavors en posició de germinar, només a l'espera dels estímuls adequats, a més han mostrat no ser efectives al 100% en l'eliminació de plàntules.

Aquests efectes del règim de llaurada sobre el banc de llavors i l'establiment de plàntules s'expliquen per les característiques d'ambdós elements. Així sembla ser que l'esgotament del banc de llavors és molt ràpid en tots els nivells d'enterrament. A l'entorn de cent dies després de l'arribada al sòl i posterior enterrament de les llavors, els percentatges de llavors viables no són superiors al 3% de les inicialment contabilitzades. Al cap d'un any, el percentatge de llavors viables en el sòl sembla que és testimonial (inferior a l'1%), i al cap d'un any i mig ja no es recuperen llavors viables.

Aquestes característiques, juntament amb el fet que les llavors enterrades a més de 5-7 cm rarament són capaces d'establir plàntules, explicarien el perquè de la ràpida disminució de la població, i perquè una segona llaurada a la següent campanya, no retorna a la superfície llavors viables de les enterrades en la campanya anterior. Aquests resultats han permès també establir clarament per al banc de llavors de *Bromus diandrus* la condició de transitori.

3.- Pel que fa a l'establiment i desenvolupament dels individus de *Bromus* en el cereal, hi ha notables diferències segons la cohort a la que pertanyen. Les labors de preparació de la sembra és la principal causa de mortalitat d'individus en les cohorts d'estiu. Els individus que sobreviuen aquestes labors però, esdevenen al llarg del cicle extraordinàriament vigorosos i no sofreixen mortalitats posteriors. Per contra, en les cohorts d'hivern (generalment nascudes simultàniament o després de la sembra), pot haver-hi una notable mortalitat d'individus, que es comença a produir cap a la meitat del cicle de desenvolupament i que s'ha d'atribuir a fenòmens de competència.

Els individus de les cohorts d'estiu poden considerar-se en terme mig el doble de fecunds que els de les cohorts d'hivern. Aquest fenomen està relacionat amb la seva major

biomassa i desenvolupament, encara que, paradoxalment, sovint la seva contribució al banc de llavors pot ser inferior a la de la cohort d'hivern, ja que una gran part de la seva producció de llavors és exportada amb el gra i la palla.

Es pot considerar que existeix una relació lineal entre la biomassa vegetativa dels fillols de i la biomassa de llavors. Segons aquesta relació sembla que del pes total dels fillols (tija fèrtil + fillols vegetatius estèrils + llavors), un 50% aproximadament correspon a la biomassa de les llavors. El pes mig d'una llavor pot variar en funció del tamany de la planta mare. Aquesta variació però és petita, i desapareix quan es considera un valor mig per a tota la població, amb la qual cosa es pot considerar que és força constant dins de la població.

Pel que fa al conjunt de la població de *Bromus diandrus*, que es va desenvolupar en les subparcel·les amb llaurada convencional, la variabilitat dels paràmetres demogràfics enregistrats entre parcel·les va ficar de manifest l'influència dels factors ambientals en l'heterogeneïtat de la població, i en conseqüència en el seu desenvolupament i progressió. Els índex de creixement anual de la població presenten una gran variabilitat segons els anys, a causa de la variabilitat climàtica, però una taxa de creixement entre 3 i 4 (segons la fórmula utilitzada) pot ser adequada per a poblacions presents en situacions similars a les estudiades.

4.- Pel que fa al control d'aquesta espècie en el camp de cereal, cal posar l'èmfasi en els mètodes de pre-sembra. Si la germinació estival ha estat abundant, el desherbatge químic pot donar un bon resultat. Per contra si la germinació no s'ha produït o bé ha estat escassa, una llaurada en profunditat de la parcel·la infestada realitzada abans de la sembra pot ser un bon remei.

Una labor d'aquesta mena té l'avantatge sobre el desherbatge químic en pre-sembra, que actua en dos sentits. D'una banda assegura una destrucció total de les plàntules establertes, i d'altra enterra les llavors a profunditats on no poden establir plàntules. Per tant, es podria dir que la llaurada en profunditat ofereix més possibilitats en aquest sentit.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, G.D. (1984). The after-ripening period of great brome (*Bromus diandrus*) *Proc. 7th Aust. Weeds Con.*, 179-182.
- ARNAL, P. (1990). No laboreo (siembra directa) en cultivos extensivos en Navarra. *El Campo*, **117**, 39-41.
- BARRALIS, G.; R. CHADOEUF & J.P. GOUET (1986). Essai de la détermination de la taille de l'échantillon pour l'étude du potentiel semencier d'un sol. *Weed Research*, **26**, 291-297.
- BARRALIS, G. & R. CHADOEUF (1988). Relations entre flore potentielle et flore réelle des champs cultivés. *VIII^{ème} Colloque international sur la biologie, l'écologie et la systématique des mauvaises herbes*, 43-52.
- BOIXADERA, J. (1985). *Two physiographically related Calcic Cambisols from Northeast Spain*. MSc Thesis. Wageningen Agricultural University. Wageningen.
- CADAHIA, E.; J.M. GARCIA-BAUDIN; R. AGUIRRE & T. SALTÓ. (1984). Essai de différenciation taxonomique de *Bromus* sp. *7ème Colloque international sur la biologie, l'écologie et la systématique des mauvaises herbes*.
- C.B.D.S.A. (1983) *SINEDARES. Manual para la descripción codificada de suelos en el campo*. Ed. M.A.P.A. 137 pp, Madrid.
- CAUSSANEL, J.P.; B. KAFIZ; A. CARTERON & J. SCHIEX (1990). Influence de la densité d'une avoine, d'un colza ou d'une vesce sur la perte de rendement d'un blé de printemps en relation avec la date de desherbage chimique ou la structure spatiale du peuplement. *Proc. 1990 EWRS Symposium Integrated Weed Management in Cereals*, 255-262.
- CAVERS P.B. & D.L. BENOIT (1989). Seed banks in arable lands. In: M.A. Leck, V.T. Parker & R.L. Simpson Eds. *Ecology of Soil Seed Banks*. Academic Press, San Diego CA, pp 309-328.
- CHEAM, A.H. (1986). Patterns of change in seed dormancy and persistence of *Bromus diandrus* Roth. (great brome) in the field. *Aust. J. Agric. Res.*, **37**, 471-481.
- CHEAM, A.H. (1987). Longevity of *Bromus diandrus* Roth seed in soil at three sites in Western Australia. *Plant Protection Quarterly*, **2(3)**, 137-139.
- COUSENS, R.; C.J. DOYLE; B.J. WILSON & G. CUSSANS (1986). Modelling the economics of controlling *Avena fatua* in winter wheat. *Pestic. Sci.*, **17**, 1-12.
- COUSENS, R.; S.R. MOSS; G.W. CUSSANS & B.J. WILSON (1987). Modelling weed populations in cereals. *Weed Science*, **3**, 93-112.

- COUSENS, R.; L.G. FIRBANK; A.M. MORTIMER & R.G.R. SMITH (1988). Variability in the relationship between crop yield and weed density for winter wheat and *Bromus sterilis*. *Journal of Applied Ecology*, **25**, 1033-1044.
- COUSENS, R. & S.R. MOSS (1990). A model of the effects of cultivation on the vertical distribution of weed seeds within the soil. *Weed Research*, **30(1)**, 71-70.
- CUADRAS, C.M. (1984). *Probabilidades y Estadística. vol II*. Colección Laboratorio de Cálculo. Universitat de Barcelona.
- DOYLE, C.J.; R. COUSENS & S.R. MOSS (1986). A model of the economics of controlling *Alopecurus myosuroides* Huds. in winter wheat. *Crop Protection*, **5(2)**, 143-150.
- EL-AFLAHI & P. JAUZEIN (1992). Caractéristiques de la germination des semences chez le *Bromus diandrus* Roth. Effet de la température et de l'oxygène. *IXème Colloque International sur la Biologie des Mauvaises herbes*, 3-13.
- ELLIS, R.H.; T.D. HONG & E.H. ROBERTS (1986). The response of seeds of *Bromus sterilis* L. and *Bromus mollis* L. to white light of varying photon flux density and photoperiod. *New Phytologist*, **104**, 485-496.
- ESNAULT, M.A. & A. HUON. (1987). Études morphologiques et caryologiques de *Bromus rigidus* et *Bromus diandrus*. Relations taxonomiques. *Bull. Soc. Bot Fr.* **134 lettres bot.** **3**, 299-304.
- ESPARZA, M. & M.A. TIEBAS (1987). Herbicidas contra bromo. *Navarra Agrária*, **27**, 13-15.
- E.W.R.S. (1987). *Acta Réunion du groupe de travail "Potentiel semencier des sols"*. Changins (Suïssa). Inédit.
- FERNANDEZ-QUINTANILLA, C.; L. NAVARRETE; J.L.G. ANDUJAR; A. FERNANDEZ & M.J. SANCHEZ (1986). Seedling recruitment and age-specific survivorship and reproduction in population of *Avena sterilis* L. ssp. *ludoviciana* (Durieu) Nyman. *Journal of Applied Ecology*, **23**, 945-955.
- FERNANDEZ-QUINTANILLA, C. & J.L.G. ANDÚJAR (1988). Utilización del concepto de umbrales de decisión para el control de malas hierbas. *ITEA*, **75**, 57-69
- FIRBANK, L.G.; A.M. MORTIMER & P.D. PUTWAIN (1985). *Bromus sterilis* in winter cereal: a test of predictive population model. *Aspects of Applied Biology*, **9**, 59-66.
- FROUD-WILLIAMS, R.J. (1981). Germination behaviour of *Bromus* spp and *Alopecurus myosuroides*. *Association of Applied Biologists Conference: Grass Weeds in Cereals in The United Kingdom Conference*, 31-40.
- FROUD-WILLIAMS, R. J. (1983). The influence of straw disposal and cultivation regime on the population dynamics of *Bromus sterilis*. *Ann. appl. Biol.*, **103**, 139-148.

- FROUD-WILLIAMS, R.J. (1987). Survival and fate of weed seed population: Interaction with cultural practice. *Proceeding 1987 British Crop Protection Conference - Weeds*, **3**, 707-718.
- FROUD-WILLIAMS, R.J.; R.J. CHANCELLOR; & D.S.H. DRENNAN. (1981). Potential changes in weed floras associated with reduced-cultivations systems for cereal production in temperate regions. *Weed Research*, **21**, 99-109.
- FROUD-WILLIAMS, R.J.; R.J. CHANCELLOR & D.S.H. DRENNAN (1983). Influence of cultivation regime upon buried weed seeds in arable cropping systems. *Journal of Applied Ecology*, **20**, 199-208.
- GARCIA-BAUDIN, J.M. (1983). Malas hierbas gramíneas en los cereales (trigo y cebada) de la región del Duero. *Boletín de Información nº 9*. Ed. Servicio de Extensión Agrária. Consejo General de Castilla y León. 17 pp.
- GARCIA-BAUDIN, J.M. (1986). El género *Bromus* como advencicia en los cereales de invierno. *Actas del Seminario "Las bases de la producción vegetal"*. Actos de Commemoración del bicentenario de Gaspar de Portolà. Lleida 1986, 149-157.
- GENG, S.; F.W.T. PENNING DE VRIES & I. SUPIT (1986). A simple method for generating daily rainfall data. *Agricultural and Forest Meteorology*, **36**, 363-376.
- GILL, G.S. & W.M. BLACKLOW (1985). Variations in seed dormancy and rates of development of great brome, *Bromus diandrus* Roth, as adaptations to the climates of southern Australia and implications for weed control. *Aust. J. Agric. Res.*, **36**, 295-304.
- GILL, G.S., M.S. POOLE & J.E. HOLMES (1987). Competition between wheat and brome grass in Western Australia. *Aus. Jour. of Exp. Agric.*, **27**, 291-294.
- GILL, G.G. & CARSTAIRS, S.A. (1988). Morphological cytological and ecological discrimination of *Bromus rigidus* from *Bromus diandrus*. *Weed Research*, **28**, 399-405.
- GLEICHNER, J.A. & A.P APPLEBY (1989). Effect of depth and duration of seed burial on ripgut brome (*Bromus rigidus*). *Weed Science*, **37(1)**, 68-72.
- GONZALEZ, J.L. & FERNANDEZ-QUINTANILLA, C. (1991). Modelling the population dynamics of *Avena sterilis* under dry-land cereal cropping systems. *Journal of Applied Ecology*, **28**, 16-27.
- GOYEAU, H. & G. FABLET (1982). Étude du stock semencier de mauvaises herbes dans le sol: le probleme de l'échantillonnage. *Agronomie*, **2(6)**, 68-72.
- HARPER, J.L. & J. WHITE (1974). The demography of plants *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **5**, 419-463.

- HARRADINE, A.R. (1986). Seed longevity and seedling establishment of *Bromus diandrus* Roth. *Weed Research*, **26**, 173-180.
- HILTON, R.J. (1987). Photoregulation of germination in freshly-harvested and dried seeds of *Bromus sterilis* L. *Journal of Experimental Botany*, **38(187)**, 286-292.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA) (1981). *Amendements to the 1976's international rules for seed testing*. Ed. ISTA.
- IZQUIERDO, J. (1990). *Posada a punt de la tècnica d'anàlisi del banc de llavors d'un sòl agrícola*. Projecte Final de Carrera. ETSEA Lleida Universitat Politècnica de Catalunya, 211 pp.
- JAUZEIN, P. (1989). Photosensibilitat des bromes annuels (*Bromus* L. spp). *Weed Research*, **29**, 53-63.
- JIMENEZ-HIDALGO, M.J.; M. SAAVEDRA & L. GARCIA-TORRES (1990). Dynamic of *Phalaris brachystachys* and *P. paradoxa* population in winter wheat. *Proc. EWRS Symposium 1990, Integrated Weed Management in Cereals*, 37-43.
- KROPFF, M.J. & C.T.J. SPITERS (1991). A simple model of crop loss by weed competition from early observations on relative leaf area of the weeds. *Weed Research*, **31(2)**, 97-106.
- LLORET, F. (1988). Distribució geogràfica dels *Bromus* L. anuals. B) Relació amb el nivell de ploidia dins la secció *Genea* Dumort. *Actes del Simposi Internacional de Botànica Pius Font i Quer, Vol II*, 365-367.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (M.A.P.A) (1986). *Métodos oficiales de análisis de suelos*. Madrid.
- MACK, R.N. & D.A. PYKE (1983). The demography of *Bromus tectorum*: variation in the time and space. *Journal of Ecology*, **71**, 69-63.
- MACK, R.N. & D.A. PYKE (1984). The demography of *Bromus tectorum*: the role of microclimate, grazing and disease. *Journal of Ecology*, **72**, 731-748.
- MARGALEF, R. (1979). *Ecologia*. Ed. Marín, Barcelona, 951 pp.
- MORIN, C.; J.P. CAUSSANEL; J.B. CAPDEBOSCQ; L. GRINPON & D. TAILLET (1988). Étude de la période de concurrence d'une population résistante aux triazines de *Solanum nigrum* L. dans le maïs. *VIII^{ème} Colloque International sur la Biologie, l'Ecologie et la Systematique des Mauvaises Herbes*, 594-562.
- MORTIMER, A.M.; P.D. PUTWAIN & D.J. MCMAHON (1978). A Theoretical approach to the prediction of weed population sizes. *Proc. 1978 British Crop Protection Conference-Weeds*, 467-474.

- MORTIMER, A.M. & R.J. MANLOVE (1983). Modelling the transient dynamics of weed population. *Aspects of Applied Biology*, **4**, 457-466.
- MOSS, S.R. (1983). The production and shedding of *Alopecurus myosuroides* Huds. seeds in winter cereal crops. *Weed Research*, **23**, 45-51.
- MOSS, S.R. (1985). The survival of *Alopecurus myosuroides* Huds. seeds in soil. *Weed Research*, **25**, 201-211.
- MOSS, S.R. (1988). Influence of cultivation on the vertical distribution of weed seeds in the soil. *VIII^{eme} Colloque International sur la Biologie, l'Ecologie et la Systematique des Mauvaises Herbes*, 71-80.
- NAVARRETE, L. (1992). *Dinámica de poblaciones de algunas especies arvenses presentes en cultivo de secano en respuesta a diferentes prácticas culturales*. Tesis Doctoral inédita, Universidad Complutense de Madrid. Madrid 1992.
- NAVARRETE, L. & C. FERNANDEZ-QUINTANILLA (1991). Demografía de poblaciones de *Galium tricornis*, *Veronica hederifolia* i *Bromus diandrus* en cultivos de cereales. *Actas de la Reunion 1991 de la Sociedad Española de Malherbología*, **57-59**.
- NORRIS, R.F. (1992a). Predicting seed rain in barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). *IX^{eme} Colloque International sur la Biologie des Mauvaises herbes*, 377-386.
- NORRIS, F.R. (1992b). Relationship between inflorescence size and seed production in barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). *Weed Science*, **40**, 74-78.
- OCHOA, M.J. & J. AIBAR (1987). Especies de *Bromus* encontradas en los cultivos de cereal en la región aragonesa. *Hoja de Información Técnica*, Ed. Servicio de Investigación Agraria, Diputación de Aragón.
- PEÑA SANCHEZ, D. (1989). *Estadística, modelos y métodos: Vol. II Modelos lineales y series temporales*. Ed. Alianza Editorial. 743 pp.
- PETO, R. & M.C. PIKE (1973). Conservation of the approximation of the logrank test for survival data of tumor incidence data. *Biometrics*, **29**, 579-584.
- POLLARD, F. (1982a). Light induced dormancy in *Bromus sterilis*. *Journal of Applied Ecology*, **19**, 563-568.
- POLLARD, F. (1982b). A computer model for predicting changes in a population of *Bromus sterilis* in continuous winter cereals. *Proc. 1982 British Crop Proc. Conf. - Weeds*, 973-979
- PUJOL, M. (1984). *Conceptes de Morfologia i Biologia de Gramínies*. Ed. E.U.E.T.A. Barcelona.
- PUJOL, M. (1985). *Els cereals. Generalitats*. Ed. E.U.E.T.A. Barcelona. 165 pp.

- RIBA, F. A. TABERNER & A. MERCADÉ (1988). Estimació de la superfície conreada de cereal a la Depressió Central Catalana, afectada de males herbes gramínies dels gèneres *Avena*, *Lolium*, *Bromus* i *Alopecurus*. *Full d'Informació Tècnica*, **107**, Ed. DARP. Generalitat de Catalunya.
- RIBA, F.; J. RECASENS & A. TABERNER (1990). Ecological basis for establishment of an IWMS in a cereal growing area infested with brome grass (*Bromus* L.) in Catalonia (Spain) *Proc. EWRS Symposium 1990, Integrated Weed Management in Cereals*, 69-75.
- RIBA, F. & J. RECASENS (1990). Biologia d'algunes espècies anuals del gènere *Bromus* L. d'interès en malherbologia. *Ilerda Ciències*, **48**, 45-53.
- RIBA, F.; J. RECASENS & A. TABERNER (1992). Spatial variability in biomass and seed production in a *Bromus diandrus* Roth population, growing in a winter cereal crop. *IX^{eme} Colloque International sur la Biologie des Mauvaises Herbes*, 35-44.
- RICE, K.J. & R.N. MACK (1991). Ecological genetics of *Bromus tectorum*: II. Intraespecific variation in phenotypic plasticity. *Oecologia*, **88**, 84-90.
- RICE, K.J.; R.A. BLACK; G. RADEMAKER & R.D. EVANS (1992). Photosynthesis, growth, and biomass allocation in habitat ecotypes of cheatgrass (*Bromus tectorum*). *Functional Ecology*, **6**, 32-40.
- RICHARSON, J.M.; D.R. GEALY; L.A. MORROW (1989). Influence of moisture on the reproductive ability of downy brome (*Bromus tectorum*). *Weed Science*, **37**, 525-530.
- ROBERTS, H.A. (1981). Seed banks in soil. *Advances in Applied Biology*, **6**, 1-55.
- ROBERTS, H.A. & P.M. FEAST (1973a). Changes in the numbers of viable weed seeds in soil under different regimes. *Weed Research*, **13**, 298-303.
- ROBERTS, H.A. & P.M. FEAST (1973b). Emergence and longevity of seeds of annual weeds in cultivated and undisturbed soil. *Journal of Applied Ecology*, **10**, 133-143.
- SAMSON, D.A. & K.S. WERK (1989). Size-dependent effects in the analysis of reproductive effort in plants. *The American Naturalist*, **127(5)**, 667-679.
- SANS, F.X. (1991). *Estudis sobre la dinàmica de poblacions de la flora arvensis en conreus arboris de secà a la comarca de les Garrigues*. Tesi doctoral. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. 254 pp.
- SHAFER, D.E. & O.T. CHILCOTE (1969). Factors influencing persistence and depletion in buried seed population. I.-A model for analysis of parameters of buried seed persistence and depletion. *Crop Science*, **9**, 417-418.
- SHAFER, D.E. & O.T. CHILCOTE (1970). Factors influencing persistence and depletion in buried seed population. II.-The effects of soil temperature and moisture. *Crop*

Science, **10**, 342-345.

SMITH, P.M. (1980). *Bromus* L. in: Tutin *et al.*(eds), *Flora Europaea* **Vol 5**, Ed. Cambridge Press, pp 182-189.

SOIL SURVEY STAFF (1987, 1993). *Keys to Soil Taxonomy*. SMSS thecnical Monograph n° 6. Ithaca, New York.

SOMODY, C.N.; J.D. NALEWAJA; & S.D. MILLER (1985). Self burial of wild oat florets. *Agronomy Journal*, **77**, 359-362.

SPITTERS C.T.J. (1989). Weeds population dymanics, germination and competition. In *Simulation and systems management in crop protection*. Ed. by Rabbinge, Ward & Van Laar. Pudoc Wageningen.

STEINBAUER, G.P & B.H. GRIGSBY (1957). Field and laboratory studies on the dormancy and germination of the seeds of ches (*Bromus secalinus* L.) and downy bromegrass (*Bromus tectorum* L.). *Weeds*, **5(1)**, 1-5.

THOMPSON, D.A. & J.A. STEWART (1981). The measurament and meaning of reproductive effort in plants. *The American Naturalist*, **117**, 205-211.

THOMPSON, B.K.; J. WEINER; S.I. WARWICK (1992). Size-dependent reproductive output in agricultural weeds. *Canadian Journal of Botany*, **69**, 442-446.

TOMÀS, J. (1992). *Anàlisi de la flora arvense potencial d'un conreu a partir de l'estudi del banc de llavors del sòl*. Projecte Final de Carrera. ETSEA Lleida, Universitat Politècnica de Catalunya, 133 pp.

UNESCO (1979). *Map of the world distributions of arid regions*. MAB Technical Notes.

VAN ESSO, M.L.; C.M. GHERSA & A. SORIANO (1986). Cultivation effects on the dynamics of a Johson Grass seed population in the soil profile. *Soil and Tillage Res.*, **6**, 325-335.

VILLALOBOS, F.J. & E. FERERES (1989). A Simulation model for irrigation scheduling under variable rainfall. *Transaction of ASAE*, **32(1)**, 181-188.

VILLAR, J.M. (1989). *Evapotranspiración y productividad del agua en cebada (*Hordeum vulgare* L.) y triticale (*x Triticosecale* Wittmark), en condiciones de secano en la Segarra (Lleida)* Tesi Doctoral. ETSEA Lleida-UPC, 170 p.p.

WEINER, J. (1988). The influence of competition on plant reproduction. In *Plant reproductive ecology: patterns and strategies*, Ed. by J. Lovett Doust and L. Lovet Doust, Oxford University Press. New York. pp 228-245.

WILSON, B.J. (1972). Studies of the fate of *Avena fatua* seeds on cereal stubble as influenced by autumn treatment. *Proc. 11th British Weed Control Conference*, **1**, 242-

WILSON, B.J. (1978). The long term decline of a population of *Avena fatua* L. with different cultivations associated with spring barley cropping. *Weed Research*, **18**, 25-31.

WILSON, B.J. & R.J. FROUD-WILLIAMS (1988). The effect of tillage on the population dynamics of *Galium aparine* (L.) (Cleavers). *VIII^{eme} Colloque International sur la Biologie, l'Ecologie et la Systematique des Mauvaises Herbes*, 81-90.

YOUNG, J.A.; R.A. EVANS & R.E. ECKERT (1969). Population dynamics of downy brome. *Weed Science*, **17**, 20-26.

ZANIN, G.; A. BERTI & M.C. ZUIN (1989). Estimation du stock semencier d'un sol laboure ou en semis direct. *Weed Research*, **29(6)**, 407-418.

ZIMDHAL, R.L. (1980). *Weed crop competition: a review*. International Plant Protection Center, Corvallis. Oregon.

BIBLIOTECA VIRTUAL

