Diputació de Barcelona

INFLUÈNCIA DEL TREBALL DEL SÒL EN EL CULTIU DE CEREALS D'HIVERN

EMILIO GIL
GIL GORCHS
AGNÈS HERETER
RAMON JOSA
JOAN OCA

ESCOLA SUPERIOR D'AGRICULTURA DE BARCELONA

Barcelona 1992

RESUM

En aquest treball es presenten els resultats comparatius que s'han obtingut després del primer any de conreu de cereals en secà en una finca del Vallès Oriental, amb les tècniques tradicional, simplificada i de sembra directa en cultivars de blat, tritical i ordi. Es consideren els aspectes següents: cultiu (implantació, evolució i producció), efectes sobre la estructura edàfica (porositat, diàmetre dels agregats i impedància mecànica) i dinàmica de la matèria orgànica i del nitrogen.

La producció s'ha vist influïda per les condicions metereològiques de la campanya (rendiment mitjà de 5890 kg/ha) obtenint-se el major rendiment en les combinacions formades per tritical/ treball convencional, tritical/ treball simplificat i ordi/ sembra directa.

A la fi del cicle la porositat de l'horitzó superficial presenta valors similars per les tres tècniques, observant-se un increment important en la sembra directa. La compactació es manté en un nivells que no afecten al creixement.

La influència del treball del sòl es manifesta en un desplaçament dels nivells superiors de N mineral en els sòls amb treball profund a l'inici del cultiu, a ser els sòls amb tècniques simplificades els que presenten aquesta característica després d'un cicle de cultiu de blat d'hivern.

INDEX DE MATÈRIES

I. INTRODUCCIÓ. 1

II. OBJECTIUS. 3

III. MATERIAL I MÈTODES. 4

1. UBICACIÓ DE L'EXPERIÈNCIA 4
   - 1.1. Localització geogràfica 4
   - 1.2. Caracterització climàtica 4
   - 1.3. Caracterització edàfica 8
2. DISSENY EXPERIMENTAL 10
   - 2.1. Factors estudiats 10
   - 2.2. Disseny experimental elegit 13
   - 2.3. Dimensió de la parcel.la i superfície ocupada per l'experiència. 15
   - 2.4. Model lineal per a l'anàlisi estadística 16
3. IMPLANTACIÓ I OPERACIONS EN EL CULTIU. 17
   - 3.1. Preparació del sòl 17
   - 3.2. Implantació de l'experiència 18
   - 3.3. Operacions realitzades durant el cultiu 20
4. COLLITA. 21
5. CONTROLS REALITZATS. 21
   - 5.1. Controls realitzats en el cultiu 21
   - 5.2. Variables físiques del sòl 25
   - 5.3. Variables químiques del sòl 31
6. ANÀLISI ESTADÍSTICA 32

IV. RESULTATS I DISCUSSIÓ DEL CULTIU. 35
1. IMPLANTACIÓ. 35
1.1. Densitat de cultiu 35
1.2. Factor de camp 38
2. SEGUIMENT DEL CICLE DE CULTIU. 41
3. PRODUCCIÓ DE GRA. 49
3.1. Rendiment 49
3.2. Pes específic 52
3.3. Alçada i índex de collita 56
3.4. Densitat d'espigues 59
V. RESULTATS I DISCUSSIÓ DEL SOL. 63
1. CARACTERÍSTIQUES FÍSIQUES. 63
1.1. Densitat aparent 63
1.2. Densitat dels agregats 67
1.3. Mida dels agregats 70
1.4. Resistència a la penetració 71
2. DINÀMICA DEL N MINERAL. 75
2.1. Avaluació general dels nivells de matèria orgànica i nitrogen 75
2.2. Comparació entre horitzons i tractaments. 83
VI. CONCLUSIONS. 97
VII. BIBLIOGRAFIA. 99

AGRAÏMENTS

Els autors agraeixen la col.laboració de: M. Pujol, J. Garrido, M. Gonzalez, M. Masip, I. Moncunill, J. Parelló, M. Sanz en la realització d'aquest treball.

I. INTRODUCCIÓ

Els trets estructurals en els que es mou actualment l'agricultura (és a dir, en molts cultius, constant augment dels costos de producció, disminució del preu de molts productes, etc.) fa que s'hagin modificat els objectius de producció: ja no es tracta de produir més, sinó de produir més barat. I en un dels pocs capítols on es poden reduir despeses sense afectar al rendiment és en el treball del sòl, el qual representa un alt percentatge de les despeses que originen els cultius en les explotacions agràries.

En quant a treball del sòl, l'agricultor té tres grans tipus de tècniques per elegir:

- Les tècniques a base de **treball profund** amb utilització o no de l'arada: es treballa de 25 a 40 cm de sòl.

- Les tècniques de **treball superficial**, en les que només es treballa els 10-15 primers centímetres.

- La tècnica de **sembra directa**, en la que només es treballa la línia de sembra.

Per decidir-se per una d'aquestes tècniques i particularment, decidir practicar una tècnica simplificada convé conèixer:

a) Les **conseqüències agronòmiques** de no llaurar i suprimir passades sobre el sòl: especialment interessants, en la nostra situació, són els efectes beneficiosos que pot tenir la utilització de tècniques simplificades (també és freqüent emprar el terme de "conreu de conservació") sobre la conservació de la humitat en el sòl i l'enriquiment del contingut en matèria orgànica de la capa superficial, el que comporta una millor estructura i una disminució de l'erosió.

b) Les **conseqüències econòmiques** que es deriven de la compra i utilització de les eines adients per a la realització de les tècniques simplificades.

Aquestes noves tècniques de treball del sòl han estat exhaustivament estudiades fora d'aquí, concretament a França a través del "Institue Technique des Céréales et des Fourrages". Ens cal, però, estudiar-les aquí, en les dues línies més amunt exposades, per desenvolupar-les en el nostre entorn, avaluar-les i divulgar els nous conceptes i tècniques.

II. OBJECTIUS

Es tracta d'estudiar les conseqüències agronòmiques i econòmiques que impliquen diferents tipus de treball del sòl en cereals d'hivern per a gra, implantat rera un cultiu d'alfals de quatre anys.

Concretament es pretén veure la influència del tipus de treball del sòl sobre:

a) Les **característiques edàfiques**: dinàmica de nutrients i evolució de l'estructura edàfica.

b) El **desenvolupament del cultiu**, especialment cicle de cultiu i producció.

c) El **resultat econòmic**: rendiment horari i avaluació econòmica.

III. MATERIAL I MÈTODES

1. UBICACIÓ DE L'EXPERIÈNCIA

1.1. LOCALITZACIÓ GEOGRÀFICA

L'experiència de camp s'ha realitzat a les parcel.les experimentals de l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona, situades a la finca Torre Marimon (coordenades geogràfiques: latitud 41º; longitud 2º 10' E i altura 203 m), que pertany a la Diputació de Barcelona, en el terme municipal de Caldes de Montbui (Vallès Oriental).

1.2. CARACTERITZACIÓ CLIMÀTICA

Els estudis climàtics disponibles de la zona han estat elaborats a partir de dades metereològiques recollides a la pròpia finca Torre Marimon, on hi ha una estació metereològica que pertany a la xarxa d'estacions del "Instituto Nacional de Meteorología" des de l'any 1942 (indicatiu Hid. 222).

A la Taula III.1.1 es presenten les diferents dades meteorològiques que permeten caracteritzar la termometria i establir el balanç d'aigua de l'estació, per a un període de 29 anys: 1941-1969.

El clima de l'estació ve caracteritzat pels paràmetres indicats a la Taula III.1.2.

A continuació es presenten les dades meteorològiques registrades durant el període experimental.

Pel que fa a les temperatures trobades durant l'experiència no van presentar grans diferències respecte a la temperatura mitjana de trenta anys (Taula III.1.3). Això es pot observar en el gràfic III.1.1, on les temperatures mitjanes de la campanya 90-91

s'ajusten molt a les del període de 30 anys. Aquestes temperatures no van influir en cap moment de forma negativa en el cicle del cereal, la qual cosa es demostra amb la absència de fisiopaties en el cultiu.

Paràmetre	Mesos												Any
	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Termomet.													
T'	19	3	23	26	29	34	35	35	32	27	22	18	36.8
T	13	14	18	20	23	27	31	30	27	23	17	13	21.7
tm	7	8	10	13	16	20	23	23	20	16	11	7	14.7
t	0	1	3	5	8	12	15	16	14	9	4	1	7.7
t'	-5	-5	-2	1	4	8	12	12	9	3	-1	-4	-6.6
Balanç hid.													
P	31	35	35	55	61	50	32	49	77	69	52	49	616
ETP	15	17	37	50	79	114	144	129	97	60	30	17	787
R	79	97	95	100	82	18	0	0	0	9	31	63	
Ih	2	2	1	1	1	1	0.3	0.3	0.7	1	1	3	0.7
Ll	4	5	7	8	9	6	4	6	7	7	6	5	74

Taula III.1.1. Fitxa agroclimàtica de l'estació termopluviomètrica de Caldes de Montbui. (Elias i Ruiz, 1977). **T'**: Temperatura mitjana de les màximes absolutes. **T**: Temperatura mitjana de les màximes. **t**: Temperatura mitjana. **tm**: Temperatura mitjana de les mínimes. **t'**: Temperatura mitjana de les mínimes absolutes. **P**: Precipitació mitjana mensual (mm). **ETP**: Evapotranspiración potencial mitjana mensual (Thornthwaite, mm).**R**: Reserva (mm). **Ih**: Índex d'humitat. **Ll**: Dies de pluja.

Règim de gelades:

- Estació lliure de gelades: 3 mesos i 16 dies (22/6 a 9/10)
- Estació disponible lliure de gelades: 5 mesos i 19 dies (16/5 a 5/11)
- Estació mitjana lliure de gelades: 6 mesos i 18 dies (27/4 a 16/11)

Tipus d'hivern: Civada Calid (Av)

Tipus d'estiu: Arròs (O)

Règim tèrmic: Atemperat càlid (TE 1)

Índex anual d'humitat: 0.78

Règim d'humitat: Mediterrani Sec (Me)

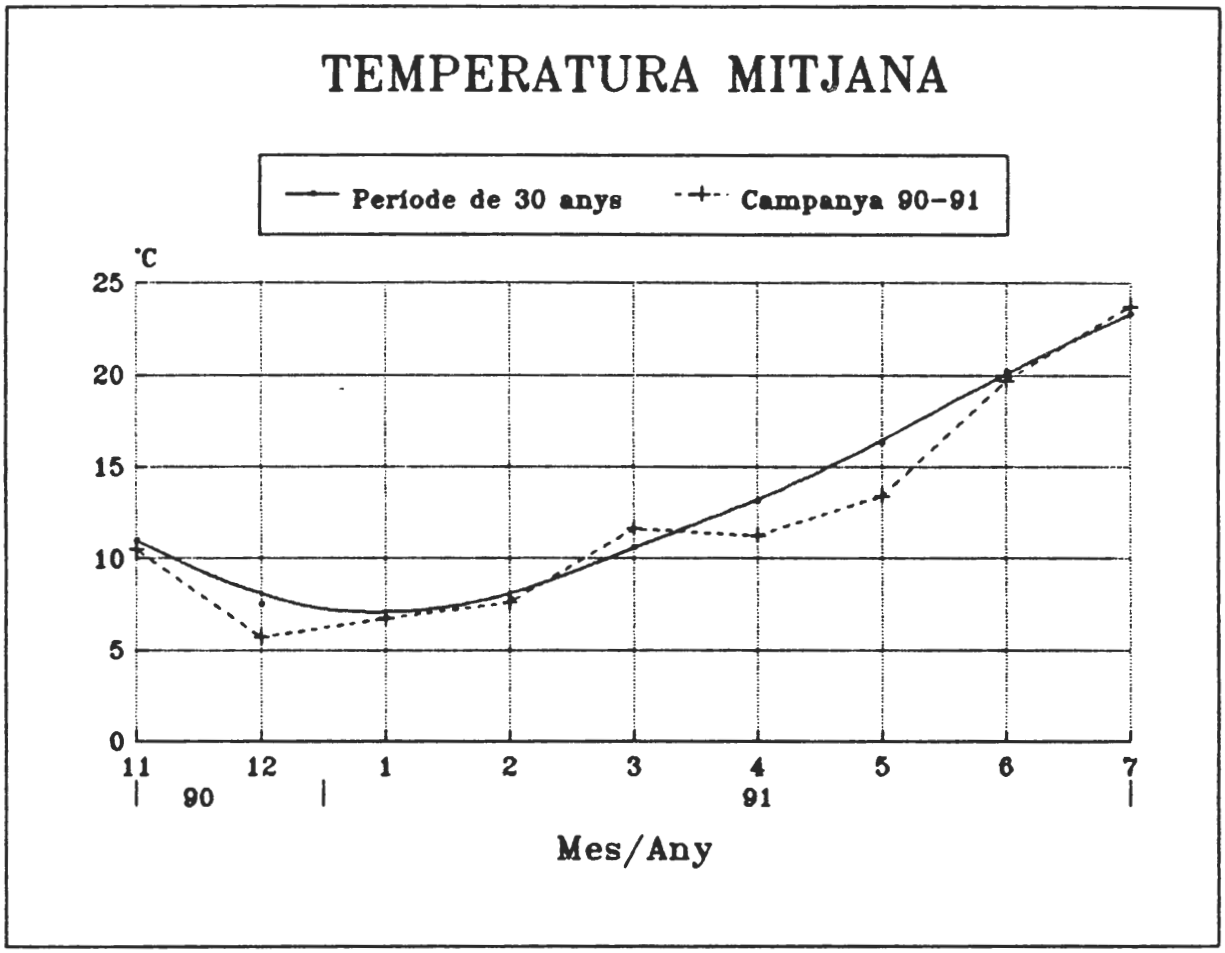
Tipus climàtic: Mediterrani atemperat (TE 1, Me)

Taula III.1.2. Classificació agroclimàtica de la finca "Torre Marimon"

ANY	MES	Tª mínima	Tª màxima	Tª mitjana
1990	Novembre	5,5	15,4	10,5
1990	Desembre	-0,3	11,6	5,7
1991	Gener	2,5	12,8	6,7
1991	Febrer	2,2	13,0	7,6
1991	Març	6,4	16,7	11,6
1991	Abril	4,8	17,7	11,2
1991	Maig	6,9	20,0	13,4
1991	Juny	13,2	26,3	19,7
1991	Juliol	16,5	30,9	23,7

Taula III.1.3. Temperatures campanya 90-91.
Les temperatures de la taula vénen expressades en ºC.

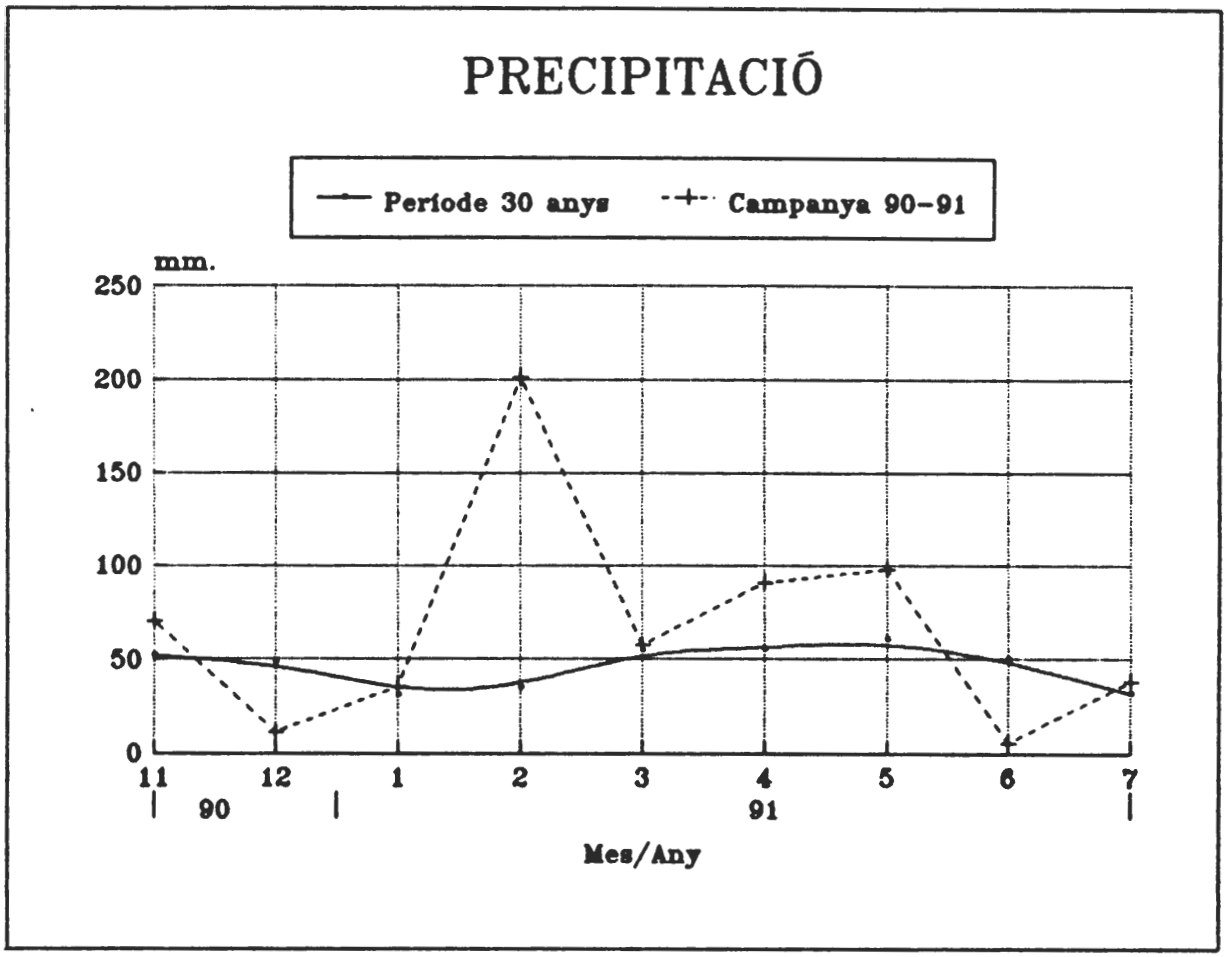
Tan sols és de destacar unes temperatures quelcom més baixes durant el mes de Desembre. Durant el mes de Març les temperatures van ser lleugerament superiors a la mitjana de trenta anys. Finalment durant els mesos d'Abril, Maig i Juny les temperatures varen ser més baixes.



Gràfic III.1.1. Temperatura mitjana campanya 90-91.

En quant a la pluviometria de la campanya 90-91, va resultar ser molt més plujosa que la mitjana del període de 30 anys.

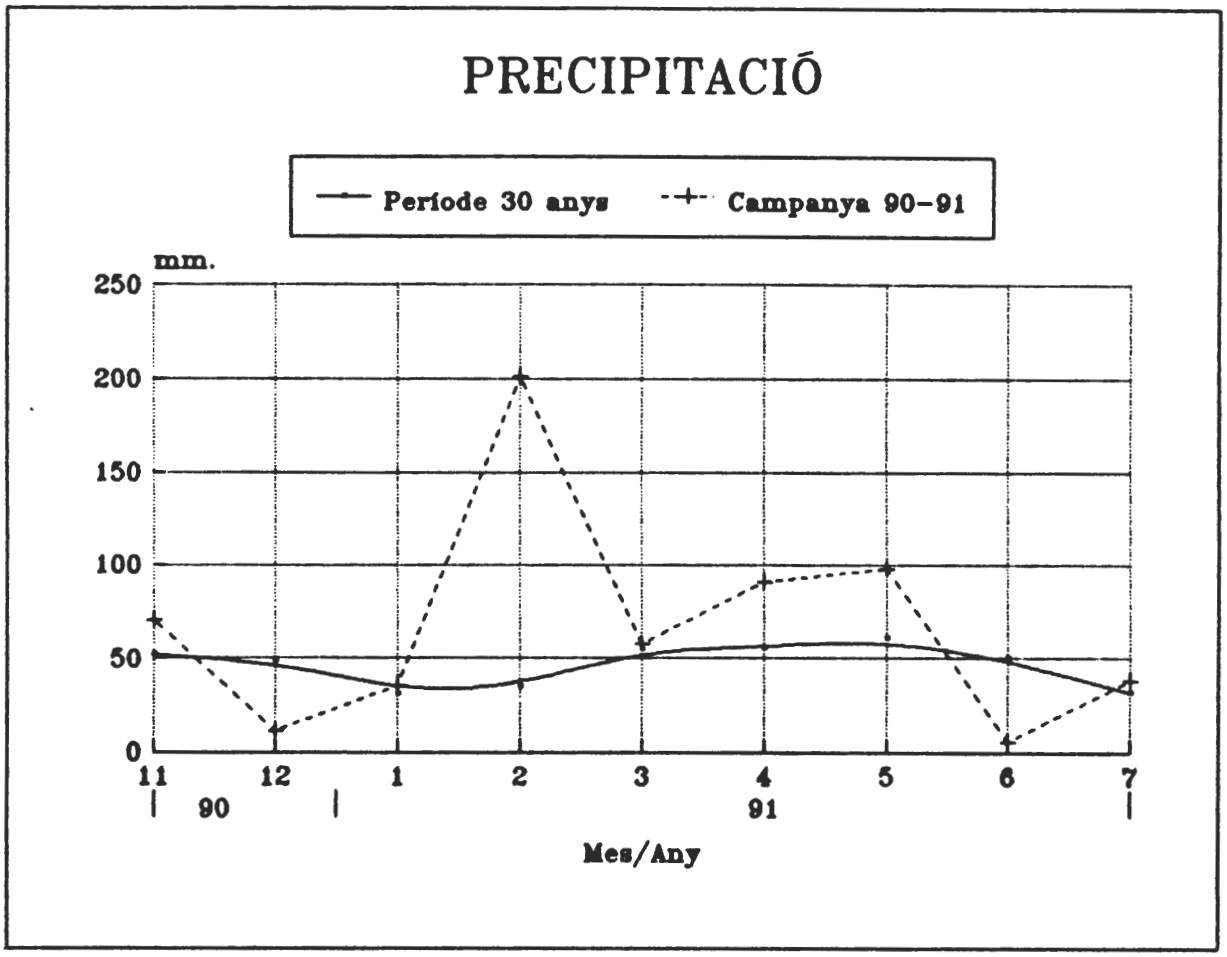
És de destacar sobretot una molt elevada pluviometria durant el mes de febrer, així com bastant elevada durant els mesos d'abril i maig. Finalment dir, que tant sols durant el mes de juny es va observar una manca de pluges. (Gràfic III.1.2.)



Gràfic III.1.2. Pluviometria campanya 90-91.

1.3. CARACTERITZACIÓ EDÀFICA.

La parcel.la està situada en la terrassa al.luvial inferior de la riera de Caldes, formada per materials detrítics quaternaris amb abundància de materials de color vermellós. És una formació molt heteromètrica i de desenvolupament local (IGME, 1976). La constitució dels còdols està molt influïda per la proximitat a la seva àrea font,



Gràfic III.1.2. Pluviometria campanya 90-91.

1.3. CARACTERITZACIÓ EDÀFICA.

La parcel.la està situada en la terrassa al.luvial inferior de la riera de Caldes, formada per materials detrítics quaternaris amb abundància de materials de color vermellós. És una formació molt heteromètrica i de desenvolupament local (IGME, 1976). La constitució dels còdols està molt influïda per la proximitat a la seva àrea font,

essent abundants els gresos, calcàries, esquists i granit. Destaca la presència de dolomies i calcàries dolomítiques. Els còdols estan envoltats molt sovint d'una matriu arenosa, sense ciment. En la parcel.la experimental s'observa la sobreposició de dos tipus de materials al.luvials, els inferiors que sovint es troben a fondàries superiors a 1m i que estan formats per graves amb matriu arenosa, sense ciment i amb una composició similar a la descrita per la zona i on destaquen la presència de dolomies i calcàries dolomítiques.

Per sobre del paquet de graves hi ha uns dipòsits fins (llims d'inundació) de color ocre vermellós (5YR 4/6) sobre els que es desenvolupen els sòls i el gruix més freqüent dels quals es pot situar a 80 cm. Aquests materials fins presenten una variabilitat lateral de la textura molt important (Laplana, 1991 i Laplana i Josa, 1992).

Els sòls de la parcel.la estan classificats com Typic Xerochrept (Josa et al.,1984, Casacuberta i Cesari, 1987). La textura és franc-arenosa i franc-argilo-arenosa en quasi tota la parcel.la. Augmenta el contingut de sorra en fondària i en direcció a la riera fins la classe textural arenosa-franca (Casacuberta i Cesari, op.cit.).

El pH varia de 7.1 a 8.35 que correspon a un grau d'acidesa que es qualifica de moderadament alcalí a fortament alcalí (S.S.S.A, 1987), sense problemes de sodicitat, però també amb una variabilitat lateral i vertical lligada a la presència de carbonats (mínima de 0% i màxima superior a 20%) que augmenta també en direcció a la riera. La CE de l'assaig previ de salinitat (MAPA, 1990) varia entre 0.10 i 0.65 dS/m i els continguts de matèria orgànica estan entorn de l'1 %.

De les diverses parcel.les on es va fer l'experiència amb el material vegetal, el control de l'estat estructural del sòl i dinàmica del nitrogen es va dur a terme només en les parcel.les de blat (veure croquis del disseny experimental).

2. DISSENY EXPERIMENTAL

2.1. FACTORS ESTUDIATS

D'acord amb els objectius plantejats en el treball, es tracta de controlar dos factors, el treball del sòl i l'espècie, així com la interacció entre ambdós.

2.1.1. TREBALL DEL SÒL.

En primer lloc s'havia de decidir quins tipus de treball del sòl plantejàvem estudiar, ja que en els últims anys, pel que fa al treball del sòl, han sorgit gran quantitat de nous conceptes (treball mínim, no treball, treball reduint el nombre de passades, etc.) i de nous equips ("Chisel", eines combinades etc.).

Aquestes innovacions tenen en comú (FERNANDEZ-QUINTANILLA, 1988), l'objectiu de reduir: a) les despeses de producció; ara no es tracta de produir més, sinó de produir més barat, i un dels pocs capítols on es poden reduir les despeses sense afectar el rendiment és en el treball del sòl; b) els problemes derivats d'utilitzar uns sistemes de producció molt intensius; es volen disminuir els problemes de contaminació per nitrats i de productes fitosanitaris i la pèrdua de sòl, d'aigua i d'energia, bàsicament.

Per tant, tot i que hi ha tècniques molt variades, a la pràctica, l'agricultor té tres sistemes de treball del sòl (BARTHELELEMY-BILLOT, 1991) que reuneixen suficients trets característics com per a rebre un nom específic. Aquests sistemes són els que hem cregut adient estudiar a la present experiència:

- **Treball convencional**, en què l'arada n'és l'eina més característica.
- **Tècniques simplificades**, en les quals es redueix el nombre de passades i/o la profunditat de sòl treballat.
- **Sembra directa**, en què només es treballa la línia de sembra.

2.1.2. MATERIAL VEGETAL

Partint de les diferents espècies de cereal d'hivern habitualment cultivades en les nostres condicions, s'han seleccionat les que presenten un major interès: a) l'ordi, per ser el cereal més ben adaptat a les nostres condicions de secà; b) el blat, a part de ser el primer cultiu a nivell mundial, s'adapta prou bé on les condicions no són tan extremes, i a més té l'avantatge, respecte l'ordi, de tenir un preu més interessant per a l'agricultor; c) el tritical finalment, per tractar-se d'una espècie nova de la qual existeix menys informació i és reconegut pel seu potencial productiu en les condicions d'aquí, i per l'interès que presenta el seu gra.

S'ha elegit un cultivar de cada espècie: *Barbarrosa* (ordi), *Montcada* (blat), *Trujillo* (tritical).

L'elecció s'ha fet d'acord amb els criteris: a) que el seu ritme de desenvolupament sigui el més adequat al ritme climàtic de Caldes (aspecte determinant per a l'adaptació d'un cultivar a un indret concret); b) que siguin cultivars prou coneguts, en quant a les seves característiques d'utilització, i d'aquests en tenim suficients referències a partir dels assaigs que el Departament de Produccions Agràries de l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona ha realitzat en el mateix indret en els darrers 5 anys; c) també havien de ser representatius, és a dir, que presentessin una superfície de cultiu important.

Els trets característics dels cultivars emprats, es detallen a la Taula III.2.1.

	CARACTERÍSTICA	MONTCADA	BARBARROSA	TRUJILLO
GENERALITATS	Procedència	Servei d'Agricultura de la Diputació de Barcelona		
	Any inscripció registre	1974	1980	1987
	Comercialització	Servei d'Agricultura de la Diputació de Barcelona	AGROSA	IRTA
APTITUDS CULTURALS	Cicle	Mig-altern	Hivern	Alternatiu
	Precocitat espigat	Precoç	Mitjana	Precoç
	Alçada *	Mitjana (95)	Mitjana (92)	Alta (118)
	Filloleig	Mig-baix	Alt	Baix
RESISTÈNCIA A	Ajagut	Alta	Alta	Alta
	Fred	Baixa	Molt alta	Mitjana
	Malalties	Mitjana	Sensible a oïdi	Alta

Taula III.2.1. Característiques dels cultivars estudiats.
* PUJOL, 1991

2.2. DISSENY EXPERIMENTAL ELEGIT

El nombre total de parcel.les elementals (microparcel.les) que constitueixen l'experiència havia de ser:

3 (sistemes laboreig) X [3 + 5*] (espècies) X 2 (secà/regadiu) X 4 = **192 parcel.les**

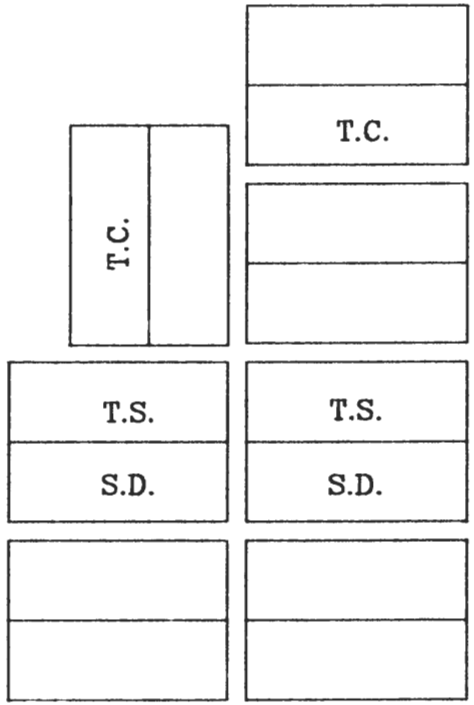
* 3 parcel.les s'utilitzen per fer els controls de cultiu i de producció i de les cinc restants, 3 per als controls de sòl (destrueixen el cultiu), 1 de borera i 1 a control (sense cultiu).

Es va elegir el disseny factorial per poder adaptar-se a la realització de la sembra directa mecànicament. L'espai disponible, per aquesta tècnica, requeria sembrar totes les parcel.les de cada espècie (8) alineades. La distribució de les parcel.les al camp es pot observar en el croquis.

Ja que el factor reg, finalment, no es va introduir (per les causes exposades anteriorment) han resultat 8 repeticions de cada parcel.la elemental. Concretament, referit a les parcel.les elementals on s'han realitzat els diversos controls de cultiu han estat:

3 (sistemes laboreig) X 3 (espècies) X 8 (repet.) = **72 parcel.les**

CROQUIS PARCEL.LES



DETALL MICROPARCEL.LES

	Blanc		Blanc		Blanc		Blanc	
	Montcada		Montcada		Montcada		Montcada	
	Montcada		Montcada		Montcada		Montcada	
	Montcada		Montcada		Montcada		Montcada	
	Montcada		Montcada		Montcada		Montcada	
	Trujillo		Trujillo		Trujillo		Trujillo	
	Barbarrosa		Barbarrosa		Barbarrosa		Barbarrosa	
	Vorera		Vorera		Vorera		Vorera	

T.C.: Treball convencional
T.S.: Treball simplificat
S.D.: Sembra directa

2.3. DIMENSIÓ DE LA PARCEL.LA I SUPERFÍCIE OCUPADA PER A L'EXPERIÈNCIA

La superfície de la parcel.la elemental (microparcel.la) es va establir en 1,2 x 6 = 7,2 m^2, estant constituïda per 8 línies separades 15 cm. La separació entre parcel.les va ser de 0,35 cm.

La superfície necessària per a cada repetició (bloc) es va establir així:

$$8 \times (1{,}2 + 0{,}35) \times 6 = 74{,}4 \text{ m}^2$$

i pel conjunt de l'experiència, incloent els passadissos entre repeticions (de 2 m d'amplada):

$$8 \times (1{,}2 + 0{,}35) \times (6 + 2) \times (4 \times 2) \times 3 = 2380{,}8 \text{ m}^2$$

On:

(6 + 2) = 6 són els metres de longitud de cada bloc i 2 l'espai reservat a passadís entre blocs.

(4 x 2) = és el nombre de blocs totals.

3 = és el nombre de sistemes de treball del sòl.

A més cal afegir els passadissos entre cada tècnica de treball del sòl (3 m d'amplada, 334,5 m^2). En definitiva, la superfície total ocupada per a l'experiència és de 2715,3 m^2.

2.4. MODEL LINEAL PER A L'ANÀLISI ESTADÍSTICA

El model lineal usat per a l'anàlisi estadística va ser el següent (STEEL & TORRIE 1985):

$$Y_{ijk} = \mu + c_i + \beta_j + M_{ij} + e_{ijk}$$

On:

Y_{ijk} = valor que pren un paràmetre en una parcel.la elemental

μ = mitjana general

C_i = factor treball del sòl

β_j = factor espècie

M_{ij} = interacció labor x espècie

e_{ijk} = error (suma dels efectes no controlats en el model)

Aquest model ens permet la comparació estadística entre els tipus de laboreig i les espècies, sempre i quan s'assumeixi que la disposició espaial de les parcel.les no constitueix font de variació, fet que, a la vista de les anàlisis prèvies sobre la variabilitat de la parcel.la experimental (CASACUBERTA & CESARI, 1987) i del seguiment de l'experiència fem nostra.

3. IMPLANTACIÓ I OPERACIONS EN EL CULTIU

3.1. PREPARACIÓ DEL SÒL

3.1.1. PRECEDENT CULTURAL

El precedent cultural de la parcel.la experimental havia estat un alfals de 4 anys. Aquest és un fet a remarcar ja que significa que el sòl no s'ha treballat durant 4 anys i que per tant cal preveure una estructuració del sòl molt favorable.

3.1.2. LABORS PREPARATÒRIES

Aquestes varien en funció del tipus de laboreig.

Treball tradicional: L'alfals es va aixecar amb una llaurada i una passada amb cultivador els dies 8 i 15 d'octubre respectivament. La profunditat efectiva de treball va ser de 25 cm.

El llit de sembra es va preparar (29 de novembre) amb una passada de grada rotativa d'eix vertical, combinada amb un ruleu per deixar el sòl fi, alhora que prou apretat.

Treball simplificat: El precedent cultural es va aixecar amb una passada de "Chisel" (28-11-90). Prèviament (26-11-90) s'havia aplicat herbicida total no romanent; 4 l/ha de *Roundup* (36% Glifosat) + 0,9 l/ha *Fernesta* 70 (70% 2,4 D Ester Isobutílic). El llit de sembra es va preparar (29-11-90), igual que en el treball tradicional, amb una passada de grada rotativa d'eix vertical combinada amb un ruleu. La profunditat efectiva de treball va ser de 12 cm.

Sembra directa: L'única operació va consistir en l'aplicació de l'herbicida (26-11-90): mateixos herbicides i a les dosis indicades en el treball simplificat. La profunditat efectiva de treball va ser de 6 cm en la línia.

3.1.3. L'ADOBAMENT DE FONS

Idèntic en els tres sistemes de laboreig, va consistir en l'aport (29-11-90) de 35,2-95-115 unitats fertilitzants per hectàrea (adobs emprats: 440 kg/ha d'adob complex 8-15-15; 175 kg/ha de 0-16-28).

La incorporació de l'adob, en el treball tradicional i en el simplificat, es va fer paral.lelament a la preparació del llit de sembra. En sembra directa es va deixar en superfície.

3.2. IMPLANTACIÓ DE L'EXPERIÈNCIA

La sembra de les parcel.les de treball tradicional i treball simplificat (3 de desembre de 1990) es va realitzar amb una sembradora de microparcel.les (cedida per la Fundació "La Caixa") marca *Al Andalús*, que es caracteritza per disposar d'un capçal distribuïdor tipus *Ojord* i 8 línies de sembra, separades 15 cm.

Seguint els protocols per a la comparació de cultivars establerts en les experiències del Servei d'Extensió Agrària de la Generalitat de Catalunya i de la Caixa de Pensions, en col.laboració amb l'Institut Nacional de llavors i Plantes de Viver (assaigs secundaris per a la recomanació de cultivars), la densitat de sembra fixada per a cada espècie va ser la següent:

- Ordi : 400 grans/m^2
- Blat : 450 grans/m^2
- Tritical: 475 grans/m^2

Abans de sembrar es va replantejar la parcel.la, marcant amb calç apagada les línies centrals dels passadissos, amb l'objectiu de que servissin de referència pel canvi de parcel.la. La profunditat de sembra va ser de 5 cm de mitjana.

La sembra directa (5 de desembre de 1990) es va realitzar amb una sembradora de sembra directa marca *Sulky Unidrill*, equipada amb monodisc per obrir el sòl i 18 línies de sembra (separades 16 cm i 2,90 m d'amplada total de treball). La parcel.la elemental estava constituïda únicament per 8 línies i per tant 1,28 m d'amplada. En aquest cas la profunditat de sembra mitjana va ser de 8-10 cm.

En aquest cas no va ser necessari marcar els passadissos amb calç, no es podia anar posant la llavor corresponent a cada microparcel.la i es va sembrar cada espècie d'una sola tirada (veure el croquis de distribució de parcel.les al camp). Posteriorment a la naixença, es van marcar passadissos utilitzant herbicida per definir i establir totes les microparcel.les (veure apartat 4.3.).

La densitat de sembra, en la sembra directa, es va incrementar un 10 % (FERNANDEZ QUINTANILLA, 1988), passant a ser de 440, 495 i 522 grans/m^2 en ordi, blat i tritical, respectivament.

El pes de 1000 grans de cada cultivar es va calcular segons les normes ISTA (I.N.S.P.V. 1987), situant-se entre els 33,55 g de l'ordi i els 57,27 g del tritical.

També es va determinar el poder germinatiu de la llavor (normes ISTA), essent del 94 % de mitjana per a les tres espècies.

A la Taula III.3.1 s'indica el poder germinatiu, el pes de 1000 grans dels cultivars assajats i la dosi de sembra corresponent a cada tècnica de treball.

CULTIVAR	GERMINACIO (Mitjana ± ES)	PES DE 1000 LLAVORS (Mitjana ± ES)	DOSI SEMBRA (Kg/ha)
BARBARROSA	94,75 ± 4,27	33,55 ± 0,18	134,2 147,62
MONTCADA	94,25 ± 3,23	36,20 ± 0,04	162,9 179,14
TRUJILLO	92,25 ± 3,38	39,70 ± 0,37	188,5 207,23

Taula III.3.1. Característiques de la llavor emprada

3.3. OPERACIONS REALITZADES DURANT EL CULTIU

Posteriorment a la naixença del cereal, es van delimitar els passadissos (29 de gener de 1991) entre els diferents blocs, utilitzant herbicida (*Roundup*: 36% de Glifosat). Es tractava de: igualar les microparcel.les, en les corresponents al treball tradicional i treball simplificat, ja que habitualment la sembradora de microparcel.les es prepara per sembrar una parcel.la de longitud superior (8 m) a la que en realitat es vol aconseguir (6 m); eliminar el cultiu en l'espai reservat a passadís (en la sembra directa s'havia sembrat cada cultivar d'una sola tirada i calia marcar les microparcel.les).

Es va aplicar adob de cobertera a raó de 72 kg N/ha (nitrat amònic de 33,5% de riquesa: 50% en forma amoniacal i 50% en forma nítrica) el 29 de gener de 1991. Calia forçar el filloleig per assolir un número d'espigues/m^2 òptim, ja que el cultiu anava amb un cert retard (respecte l'estadi habitual del cereal en aquestes dades) i la densitat de plantes, en algunes microparcel.les, tendia a ser baixa.

El repartiment de l'adob es va fer manualment, realitzant dues passades creuades per assegurar-ne una distribució homogènia.

El 16 de març de 1991 (estadi 31 del codi de Zadocks-chang-konzak - PUJOL & GORCHS, 1989) es va aplicar herbicida de postemergència (1,250 l/ha de *Superhormona c*: 27% 2,4 D ester butilglicòlic + 27% MCPA ester butilglicòlic; 0,240 l/ha de *Banvel*: 48% Dicamba) amb una motxilla equipada amb una barra de tractaments de 4 broquets i una amplada de treball de 1,34 m. L'altura d'aplicació va ser aproximadament de 75 cm.

Durant la segona quinzena d'abril es va protegir la totalitat de l'experiència per evitar l'atac d'ocells. Es van clavar pals de pi (tractats amb creosota) de 1,8 m d'alçada i 6-8 cm de diàmetre, separats entre sí de 3 a 5 m. A sobre dels pals s'hi va teixir una xarxa de fil ferro galvanitzat de 1,5 mm, on s'hi va cosir una malla de plàstic.

4. COLLITA

La collita (10 de juliol de 1992) es va realitzar amb una recol.lectora de microparcel.les cedida per la Fundació "La Caixa".

La recol.lectora reuneix els següents trets característics: 1250 mm d'amplada de dall; trill de 800 mm de llargària i 350 mm de diàmetre; 8-15 segons de temps de neteja de la màquina (entre parcel.les); 27 CV de potència, 0-6 Km/h de velocitat de treball.

Es varen segar, en primer lloc, les microparcel.les que feien de borera per poder regular adequadament la recol.lectora (velocitat del trill i separació d'aquest amb el còncau, velocitat del ventilador, etc). El gra corresponent a cada microparcel.la segada es recollia amb un sac, convenientment etiquetat, col.locat en l'ensacador: al final de cada microparcel.la, i abans de començar-ne una de nova, es parava uns segons per facilitar la neteja de la màquina i recollir tot el gra corresponent a la mateixa.

Prèviament a la sega, s'havien anotat les incidències més remarcables que poguessin afectar el resultat productiu de les parcel.les: ajagut, atac d'ocells, etc. Aquestes anotacions s'utilitzen en el cas que una microparcel.la presenti un resultat anòmal, i si es deu a una de les causes registrades, s'anul.la la microparcel.la.

Posteriorment a la sega es pesava el gra de cada microparcel.la, al temps que se'n guardava una mostra en una bossa de plàstic per a la determinació de la humitat i el pes específic.

5. CONTROLS REALITZATS

5.1. CONTROLS REALITZATS EN EL CULTIU

A excepció del seguiment del cicle de cultiu (veure punt 6.1.1), per a la resta de controls s'ha seguit la metodologia exposada pel "Service des Etudes Statistiques" de l'ITCF en l'obra *Catalogue des Fiches sur des Mèthodes d'Echantillonnage*, 1987.

5.1.1. SEGUIMENT DEL CICLE DE CULTIU

Per seguir el cicle del cereal es va emprar el codi decimal de Zadocks-Chang-Konzak (PUJOL & GORCHS, 1989) segons les indicacions donades per PUJOL & COMES (1985).

Per determinar la data de naixença (6-12 de gener de 1991) es varen realitzar dues visites setmanals, a partir de la quinzena següent a la sembra.

Després de la naixença i fins al final del cicle, les visites es feren quinzenalment, excepte prop dels estadis "espiga a 1 cm", espigat, antesi i gra lletós-pastós, moments en els que es realitzaven visites setmanalment o bé cada 3-4 dies per poder-los determinar amb precisió.

L'estadi es va determinar per a cada parcel.la elemental (microparcel.la), prenent com a referència l'estadi de les plantes que representessin, com a mínim, el 50% de les de la parcel.la.

5.1.2. DENSITAT DE CULTIU

El control de la densitat de cultiu establerta (16 i 23 de gener de 1991) es va realitzar mitjançant una regla de 1 m de longitud, comptant el nombre de plantes nascudes per metre lineal en sis punts (seleccionats a l'atzar, però fixats prèviament per a totes les parcel.les) de cada parcel.la elemental.

El nombre de plantes/m^2 s'obté a partir de la següent expressió:

$$\text{plantes/m}^2 = x/y$$

On:

x = nombre de plantes/m lineal.

y = separació entre línies (0,16 cm en sembra directa i 0,15 cm en els altres sistemes de treball del sòl).

Posteriorment al control de naixença, es va determinar el factor de camp, per establir l'efecte del diferent nivell de preparació del sòl (del llit de sembra, en particular) en la densitat de cultiu assolida.

El factor de camp es va calcular d'acord amb la següent expressió:

Factor Camp = pl.nascudes / (d.s. * %g)

On:

d.s. : densitat de sembra

%g : percentatge de germinació

5.1.3. MALES HERBES

Es van determinar les males herbes presents, quantitativament i qualitativa, el 28 de febrer de 1991. Es va fer servir un anell metàl.lic de 50 cm de diàmetre, que es llençava aleatòriament dues vegades a cadascun dels blocs que constitueixen l'experiència. Tot seguit es comptaven i es determinaven les espècies de males herbes.

5.1.4. ALÇADA DE LA PLANTA

La determinació de l'alçada de la planta (4 de juliol de 1991) es va realitzar amb un regle graduat en centímetres. Es realitzaven dues mesures a cada microparcel.la, mesurant la distància que va des del pla format pel cultiu fins al sòl: no és la distància del sòl al vèrtex de l'espiga estirada.

5.1.5. ESPIGUES PER m^2

Per determinar el nombre d'espigues/m^2 (4 de juliol de 1991) es va utilitzar un regle de 25 cm de llarg, comptant en 3 punts de cada microparcel.la (a 2, 3 i 5 m des de l'inici de la parcel.la, a la 2ona, 4a i 6a línia, respectivament) el nombre d'espigues.

El nombre d'espigues/m^2 s'obté a partir de la següent expressió:

espigues/m^2 = x/(y*0,25)

On:

x = el nom. espigues en 0,25 m línia.

0,25 = la longitud comptada.

y = separació entre línies (15 cm en treball tradicional i treball simplificat i 16 en sembra directa).

5.1.6. ÍNDEX DE COLLITA

La determinació de l'índex de collita es va fer a partir de la recol.lecció de quatre mates en dos punts de cada parcel.la: la primera mostra es prenia a 2 m de l'inici de la parcel.la, a la segona línia de sembra; la segona mostra es prenia a 4 m, a la cinquena línia.

Les mostres, tractades per separat, es pesaven, se n'extreien les espigues i a continuació es desgranaven amb una desgranadora de la marca *Walter-Wintersteiger, mod. LD 180 ST4*, convenientment regulada.

Es va determinar el % de matèria seca de la palla i del gra introduint safates amb mostres de palla i gra en una estufa de dessecació amb ventilació forçada, deixant-les a 60ºC durant 72 hores.

Per realitzar aquest càlcul vàrem haver de pesar les mostres immediatament abans i després que passessin per l'estufa. Totes les pesades es varen fer amb una balança electrònica *Sartorius mod. U 5000 D*, de rang 5050 g i resolució 0,01 g fins a 2050 g i 0,1 g en endavant. Així, consecutivament vàrem anar obtenint: el pes total, el pes gra, el pes palla (calculat a partir dels dos anteriors), el pes sec gra i el pes sec palla (calculats a partir dels % de matèria seca obtinguts amb les mostres passades per l'estufa.

L'índex de collita (pes sec gra/pes sec de gra + palla) es va calcular posteriorment.

5.1.7. PRODUCCIÓ

Rendiment: Es va determinar a partir del pesatge del sac obtingut en recol.lectar cada parcel.la. Per fer aquesta determinació es va emprar una balança electrònica *Mobba* de 15 Kg de rang i 5 g de resolució.

Pes específic: Aquesta mesura (així com la humitat) es va realitzar després de netejar convenientment la mostra de gra (0,5 kg aprox.) tornant-la a passar per la desgranadora.

La determinació es va realitzar amb el mateix aparell que utilitza la Fundació "La Caixa" per determinar el pes específic en els seus assaigs de producció de cereals. La mesura es fa pesant el gra d'una mostra de 250 cm^3 amb una balança de 0,01 g de resolució. Per acceptar-lo calia que les tres lectures no diferissin d'un 10% Si es sobrepassava, es repetien les lectures.

El pes específic (P.E.) es calculava així:

$$P.E.(Kg/Hl) = \{[Pes\ 250\ cm^3(g)]/250\} * 100.000$$

Humitat: La determinació de la humitat es va realitzar amb un medidor d'humitat electrònic, marca *Higropant, mod. 2080*. El rang de mesures va d'un mínim del 5% a un màxim del 40% i dóna directament el contingut en aigua en pantalla, però obliga a canviar de programa en funció de l'espècie que es vol mesurar.

5.2. VARIABLES FÍSIQUES DEL SÒL ESTUDIADES.

Les característiques del sòl, s'han estudiat en les parcel.les experimentals, en els cultivars corresponents al blat (Montcada), en les microparcel.les reservades per a l'estudi del sòl.

5.2.1. CRITERIS DE LA RECOLLIDA DE MOSTRES

De les característiques físiques del sòl que es poden veure afectades per les diferents tècniques de conreu, les lligades a la profunditat, compactació i estabilitat estructural són de les més importants, sense oblidar la infiltració i la retenció hídrica.

Els paràmetres que es van determinar al llarg del primer any de conreu són els següents: profunditat afectada pel conreu, compactació, densitat aparent i porositat, porositat dels agregats i estabilitat dels agregats.

D'altra part, aquestes característiques presenten una variabilitat estacional important, sobretot lligada al seu estat d'humitat. Això va fer necessari establir un calendari de recollida de mostres. Les mostres es van recollir en tres moments diferents al llarg del cicle del cultiu. Les dates de recollida de mostres han estat:

- Inicial: 12.12.90 i següents (després de la sembra),
- Intermèdia:02.04.91 i següents (estadi de 2-3 nusos)
- Postcollita: 15.07.91 i següents (s'inicia 5 dies després de la collita).

La fase intermèdia s'ha d'entendre en realitat com un complement de la fase inicial, ja que representa un estadi transitori del sòl i pot dependre molt de les condicions climàtiques immediatament anteriors, així com la diferència de temps en que s'han fet les darreres labors.

La fondària de les mostres recollides està lligada a la profunditat efectiva de les labors i s'ha pretès caracteritzar tant la mateixa fondària afectada directament com la immediatament inferior. Les profunditats a les que s'han pres les mostres són en general las següents: de 0 a 5 cm, de 8 a 13, de 20 a 25, de 30 a 35 i de 50 a 55 cm.

El criteri seguit és el d'obtenir informació de l'estat de l'estructura, amb mostres no pertorbades fins la fondària o les dues fondàries següents a les afectades per les labors agrícoles. En cada una de les determinacions s'especifica la fondària mostrejada,

amb un número que va de l'1 (de 0 a 5 cm) fins el 5 (de 50 a 55 cm).

Algunes determinacions requereixen una mesura contínua d'algun paràmetre (profunditat afectada pel cultiu, compactació) o bé només requereixen informació mesurada des de la superfície (densitat aparent de l'Ap).

El nombre de rèpliques per cada fase de mostreig, parcel.la i fondària estudiada és variable segons cada determinació però si no s'indica una altra cosa en l'apartat corresponent de mètodes és de 4, essent el nombre de tractaments de considerat 4 + 1 blanc, degut a la supressió de la variable reg, assenyalada més amunt.

5.2.2. RECOLLIDA DE MOSTRES

La recollida de mostres no pertorbades es va realitzar durant els períodes assenyalats més amunt i es van recollir a les fondàries corresponents.

Per a determinar la mida i densitat aparent dels agregats es van recollir entre 500 i 1000 g de mostra obrint una petita cata i es conservaren entre 300 i 400 grams de mostra després d'eliminar aquelles parts afectades per les eines en el moment d'obrir la cata o de recollir les mostra. Al mateix temps s'obteniren uns 15–20 agregats per a determinar la seva densitat. Les mostres es van col.locar en caixes o safates, evitant que s'aixafin i procedint després al seu assecat a l'aire.

5.2.3. MÈTODES DE DETERMINACIÓ

5.2.3.1. Profunditat de conreu.

Es va determinar seguint un procediment sensitiu, clavant una vareta metàl.lica graduada d'1 mm de diàmetre fins la profunditat on es detectava un increment de resistència a ser clavat. A la sembra directa es va fer en la mateixa línia de sembra. Es

van mesurar 10 punts diferents per cada parcel.la, situats sobre una mateixa línia i separats entre ells uns 20 cm.

5.2.3.2. Densitat aparent i porositat

La porositat s'ha obtingut per càlcul a partir de la densitat aparent obtinguda en cada punt i de la densitat real, suposada constant per tota la parcel.la i profunditat de sòl (2.6 Mg/m^3).

5.2.3.2.i. Mesures en superfície (0–5 cm). Es va seguir el mètode d'excavació (BLAKE & HARTGE, 1986). El punts de mostreig es van situar sobre una línia de cultiu. Amb l'ajut d'una espàtula s'extreu la mostra i s'introdueix en una bossa. El volum es va mesurar omplint amb aigua el forat deixat per la mostra extreta havent–lo cobert prèviament amb una làmina de plàstic. Amb l'aigua es busca el nivell original del terra. El pes sec de la mostra s'obté per assecat a l'estufa durant 24 h a 105°C.

5.2.3.2.ii. Mesures en fondària (per sota de 5 cm). Es va mesurar pel mètode del cilindre descrit per BLAKE & HARTGE (1986), utilitzant cilindres de 5 cm de diàmetre i 5 cm d'alçada (mesures interiors). Per fondàries majors de 20 cm es va fer servir una sonda convenientment equipada.

Prof. Tract.	00–05 cm	08–13 cm	20–25 cm	30–35 cm	50–55 cm
L	3	3	3	1	1
M	3	3	1	1	1
D	3	1	1	1	1
B*	3	1	1	1	1

Taula III.5.1. Nombre de rèpliques per parcel.la. (* només al primer mostreig)
L: Treball convencional. M: Treball simplificat. D: Sembra Directa. B: Blanc.

5.2.3.3. Densitat dels agregats.

Els agregats escollits van ser d'un pes sec a l'aire d'entre 5 i 25 g i no han d'estar modificats (sense cares llises o aixafades per les eines de mostreig o per altres agregats). La seva densitat es va trobar pel mètode de submersió en resina descrit pel S.C.S. (1973); aquest mètode es va modificar, utilitzant parafina de punt de fusió 42–44 °C en lloc de la resina.

El volum es va determinar per immersió en aigua. Això es va fer amb l'ajuda de dues provetes no graduades a les que se'ls va col.locar una regleta de divisió 2/3 mm; es van omplir amb aigua amb tensoactiu (facilita el recobriment de l'agregat per l'aigua i la lectura en la regleta). La diferència de lectura abans i després de submergir l'agregat ens dóna un valor que cal transformar coneixent la relació lectura de la regleta/volum.

Es van usar dues provetes de diferent capacitat, per adaptar–se a la mida dels agregats. La proveta petita permetia mesurar el volum d'agregats menors de 5 cm^3 i la seva precisió era de 0.1 ml. La proveta gran era suficient per mesurar la resta d'agregats i tenia una precisió de 0.2 ml.

Amb alguns dels agregats rebutjats es va determinar la humitat que contenien per obtenció del pes sec a 105°C. La densitat resulta del quocient entre el pes sec i el volum. Es va despreciar l'increment de volum que suposa la capa de parafina, ja que un cop secs els agregats no s'apreciava una modificació de la seva superfície inicial.

A cada punt de mostreig es va determinar la densitat de 10 agregats, encara que en molts casos no es va disposar de mostra suficient per fer les 10 repeticions.

5.2.3.4. Compactació.

Es va determinar pel mètode de penetració manual estàtica (BRADFORD, 1986). Aquest autor recomana triar punts de característiques semblants per disminuir la variabilitat de les mesures. Es van escollir punts situats entre les línies de cultiu que no

presentessin esquerdes ni pedres en superfície.

L'aparell usat constava d'una barra de 50 cm de llargada, amb osques cada 5 cm, que servien per controlar la velocitat de penetració, que era aproximadament de 2,5 cm/s i per saber la profunditat corresponent a les lectures.

Es van fer servir 3 conus amb un semiangle de 30° i una superfície 1, 2 i 3 1/3 cm^2 respectivament, segons el rang de valors que presentava la resistència a la penetració.

Es van fer mesures d'humitat de cada punt de lectura del penetròmetre. Al tercer mostreig, a més, es van prendre mostres de densitat aparent en la meitat de les parcel.les, amb 8 repeticions a cadascuna. Els punts escollits estaven separats entre sí de 30 a 40 cm. Es van mesurar els valors de la força aplicada entre 0 i 50 cm.

5.2.3.5. Mida dels agregats: diàmetre mig.

Es va realitzar el mètode descrit per KEMPER i ROSENAU (1986) a partir del qual es troba el MWD (Dry Mean Weight Diameter) i les relacions en pes entre diferents mides.

Es va utilitzar una columna de sedassos automàtica amb una sèrie de tamissos de diàmetres 16, 8, 4, 2, 1, 0.5, i 0.250 mm. Es va sotmetre a màxima vibració (10 en l'escala) durant 2 minuts (es volia aplicar una energia elevada per separar els agregats existents, no mirar la seva estabilitat). El contingut de cada tamís es va pesar després d'haver eliminat les partícules elementals de més de 2 mm de diàmetre i les restes de matèria orgànica. Amb els valors obtinguts es calcula el MWD, que es troba per l'expressió:

$$MDV = \Sigma W_I * X_I$$

on x_i és el diàmetre mig equivalent de cada fracció expressat en mm i w_i és el percentatge en pes de cada fracció. Les unitatS d'aquest índex són en mm.

5.3. VARIABLES QUÍMIQUES DEL SÒL ESTUDIADES

La principal font de nitrogen del sòl per a les plantes són les formes inorgàniques de nitrogen. Dins d'aquest grup sobresurten l'amoni i el nitrat i, en especial, aquest darrer.

Per estudiar el comportament d'aquestes formes inorgàniques de nitrogen i la influència que té en aquest nutrient els diferents tipus de treball del sòl, s'ha determinat el seu contingut en mostres de sòls corresponents a tres fondàries i per a cada tractament realitzat.

5.3.1. MOSTRES

Es van fer dos mostreigs, el primer a principis de desembre de 1990, i el segon a mitjans de juliol de 1991. El primer, paral.lel a la sembra i el segon poc temps després de la sega del cultiu (blat d'hivern, *triticum aestivum*).

Per a cada tractament, es disposa de parcel.les rèplica. De cada una de les 6 parcel.les es va analitzar tres mostres compostes corresponent cadascuna d'elles a una profunditat diferent. Cada mostra composta prové de 7 o 8 punts de mostreig. Es tenen en total per tant 18 mostres compostes per cada època de mostreig. Les fondàries estudiades varen ser:

H-1: 0- 5 cm

H-2: 5-25 cm

H-3: 25-35 cm

Les mostres es varen conservar en el congelador fins a la seva anàlisi per tal de paralitzar l'activitat microbiana (BINKLEY & HART, 1989).

5.3.2. DETERMINACIONS I TÈCNIQUES ANALÍTIQUES

Es varen determinar el carboni i nitrogen total per l'analitzador elemental *N.A. 1500 - Carlo Erba*. S'utilitzà el factor de conversió 1.724 per al càlcul del percentatge de matèria orgànica.

L'extracció d'amoni i nitrats es va fer amb 2M KCl (KEENEY & NELSON, 1982). Es va filtrar immediatament en pots esterilitzats. Es varen conservar a la nevera fins al moment de la seva valoració.

La determinació de l'amoni es va fer pel mètode del Blau Indofenol, per procediments automàtics F.I.A..El mètode es basa en la reacció entre el fenol i NH_3 en presència d'un agent oxidant (hipoclorit) per formar un complex colorejat (blau) sota condicions de pH alcalí. La intensitat del color és proporcional a la concentració de NH_4^+ de la mostra.El nitrat es va determinar pel mètode de *GRIESS-ILOSVAY* després de la reducció de NO_3^- a NO_2^- per cadmi i posterior valoració pel mètode citat.

6. ANÀLISI ESTADÍSTICA

Les dades obtingudes a partir dels controls realitzats en el cultiu (densitat de cultiu, males herbes, alçaria, espigues/m^2, índex de collita, rendiment, pes específic i humitat) s'han tractat estadísticament, utilitzant el paquet estadístic SAS (versió 5.16,

1986).

Primerament, es va procedir a realitzar l'anàlisi de la variància per determinar l'efecte dels factors treball del sòl i espècie, així com la seva interacció, d'acord amb el disseny estadístic plantejat (apartat III.2.4).

En els paràmetres en què l'anàlisi de la variància havia mostrat que hi havia diferències significatives, es realitzava la separació de mitjanes, segons el procediment de Student-Newman-Keuls (STEEL & TORRIE, 1985): s'ha analitzat per separat el treball del sòl i l'espècie, i en els casos en què la interacció era positiva, l'anàlisi es feia per a cadascun dels nivells en què es feia actuar cada factor.

En l'estudi de les característiques físiques del sòl, es va fer l'anàlisi de la variancia amb tres factors factorial (mostreig, tractament i fondària). En alguns casos també es va tenir en compte el factor parcel.la per comprovar si hi havia diferències.En aquelles determinacions en les que es disposava d'un nombre semblant de repeticions es va fer la separació de mitjanes per Student-Newman-Keuls.

IV. RESULTATS I DISCUSSIÓ DEL CULTIU

L'exposició i discussió de resultats s'han estructurat en tres apartats:

* 1. Implantació
* 2. Seguiment del cicle de cultiu
* 3. Producció de gra

Els resultats obtinguts en els controls realitzats d'acord amb la metodología descrita en el capítol III, han estat analitzats estadísticament mitjançant l'anàlisi de la variància i la separació de mitjanes.

Per a l'estudi dels resultats de cadascun dels paràmetres, s'ha procedit de la següent manera:

- Presentació dels valors mitjans per a cada sistema de treball del sòl i espècie.

- Anàlisi estadística dels resultats obtinguts.

- Descripció dels resultats obtinguts.

- Discussió dels citats resultats, destacant l'efecte treball del sòl i espècie.

1. IMPLANTACIÓ

1.1. DENSITAT DE CULTIU

Els resultat obtinguts per aquest paràmetre es presenten a la Taula IV.1.1.

Taula IV.1.1. Densitat de cultiu, mitjana de plantes/m²

LABOR	ESPÈCIE			TOTAL
	BLAT	TRITICAL	ORDI	
S.DIRECTA	93,23	91,34b	187,56a	124,04c
T.SIMPLIFICAT	225,83a	196,34a	238,33a	226,83b
T.CONVENC.	216,79a	261,64a	281,50a	253,31a
TOTAL	178,62b	183,10b	242,47a	201,40

CV= 16,64 MDS= 19,52 pl/m²

Segons s'aprecia, el nombre de plantes/m² incrementa a mesura que augmenta el grau de preparació del terreny, essent màxim amb el treball convencional (253.31 pl/m²) i mínim en la sembra directa (124 pl/m²).

Atenent al tipus d'espècie cultivada, l'ordi apareix com la més adaptada a qualsevol tipus de preparació del sòl, essent inferiors el blat i el tritical, encara que sense diferències significatives entre ambdós (veure Taula IV.1.2).

Taula IV.1.2.

FONT DE VARIACIÓ	G LL	F	ns
LABOR	2	99,64	***
ESPÈCIE	2	27,14	***
LABOR X ESPèCIE	4	4,55	*

G LL: Graus de llibertat
ns : nivell de significació;
* P<0,05 ** P<0,01 *** P<0,001
NS : No significatiu

El valor absolut màxim que s'ha obtingut ha estat de 281 pl/m² en el cas de l'ordi, segons el sistema de treball del sòl tradicional. Aquest millor comportament de l'ordi respecte les altres dues espècies s'observa clarament en la sembra directa (187 pl/m² per a l'ordi i 92 pl/m² per a les altres dues espècies).

Tant el factor treball del sòl com el factor espècie, han presentat diferències significatives a l'1 per 1000, per la qual cosa podem afirmar que tant un com l'altre presenten comportaments diferenciables respecte a aquest paràmetre.

La interacció labor x espècie presenta diferències significatives al 5%, per la qual cosa caldrà estudiar el comportament de les diferents espècies segons els sistemes de preparació del sòl.

Analitzant per separat les fonts de variació, observem que pel que fa al tipus de labor (veure Taula IV.1.3.), hi ha diferències significatives entre les espècies, essent la densitat de població proporcional al grau de preparació del sòl, com ja s'ha indicat anteriorment.

TAULA IV.1.3.

TIPUS DE LABOR	VALOR MITJA (pl./m2)	GRUP
TREBALL CONVENCIONAL	253,3	A
TREBALL SIMPLIFICAT	226,8	B
SEMBRA DIRECTA	124,0	C

No podem dir el mateix pel que fa a la variació de resultats segons l'espècie cultivada. En aquest cas, l'ordi és l'única espècie que podem dir que es comporta estadísticament diferent a la resta (veure Taula IV.1.4).

TAULA IV.1.4.

ESPÈCIE	VALOR MITJA (pl./m2)	GRUP
ORDI	142,4	A
TRITICAL	183,1	B
BLAT	178,6	B

Tot i que segons l'anàlisi de la variància hi ha interacció entre tots dos factors, a la pràctica, la separació de mitjanes no aporta cap informació destacable. Només dir que estadísticament no es pot afirmar que l'ordi en sembra directa tingui una densitat de població inferior.

1.2. FACTOR DE CAMP

L'anàlisi de la variància dels resultats del Factor Camp (Taula IV.1.5) demostra que hi ha diferències estadísticament significatives (Taula IV.1.6) i que, mentre que pel tipus de preparació del sòl es poden establir diferències entre cadascun dels tres mètodes, en el cas de les espècies, únicament l'ordi podem separar-lo de les altres dues (Taula IV.1.7).

TAULA IV.1.5.

LABOR x ESPÈCIE	VALOR MITJA (pl./m2)	GRUP
CONVENC. x ORDI	281,5	A
CONVENC. x TRITICAL	261,6	A A B
SIMPLIF. x ORDI	258,3	A A B B
SIMPLIF. x BLAT	225,8	C B B
CONVENC. x BLAT	216,7	C C
SIMPLIF. x TRITICAL	196,3	C C C
S.DIRECTA x ORDI	187,5	C C
S.DIRECTA x BLAT	93,2	D
S.DIRECTA x TRITICAL	91,3	D D

La interacció del tipus de laboreig amb l'espècie (Taula IV.1.8) demostra que les úniques conclusions estadísticament acceptables són que l'ordi, en condicions de bona preparació del terreny, es comporta millor que la resta de les espècies i que les condicions de sembra directa afecten, de forma negativa, molt més al blat i al tritical que no pas a l'ordi.

Taula IV.1.6.

LABOR	ESPÈCIE			TOTAL
	BLAT	TRITICAL	ORDI	
S.DIRECTA	19,98	18,00	45,10	27,70
T.SIMPLIFICAT	53,07	42,57	68,15	54,59
T.CONVENC.	50,95	56,72	74,26	60,64
TOTAL	41,33	39,10	62,53	47,65

TAULA IV.1.7.

LABOR x ESPÈCIE	VALOR MITJA (FC)	GRUP
CONVENC. x ORDI	74,26	A
SIMPLIF. x ORDI	68,14	A A
CONVENC. x TRITICAL	56,72	B
SIMPLIF. x BLAT	53,07	B B B C
CONVENC. x BLAT	50,94	B B C D B C
S.DIRECTA x ORDI	45,56	D C D C
SIMPLIF. x TRITICAL	42,56	D D D
S.DIRECTA x BLAT	19,97	E
S.DIRECTA x TRITICAL	18,00	E E E

TAULA IV.1.8.

		VALOR MITJA (FC)	GRUP
LABOR	T.CONVENCIONAL	60,64	A
	T.SIMPLIFICAT	54,59	B
	SEMBRA DIRECTA	27,72	C
ESPècIE	ORDI	62,53	A
	TRITICAL	41,33	B
	BLAT	39,10	B B

1.3. DISCUSSIÓ DE RESULTATS

La densitat de plantació obtinguda es pot considerar correcte a totes les parcel.les, a excepció de les de blat i tritical en sembra directa (93,23 i 91,34 plantes/m² respectivament), en les quals, els valors baixos obtinguts podrien significar un "handicap" que afectés al resultat final del cultiu. Més endavant veurem que això no ha estat així, i que aquest factor es veurà compensat, reduint-se les diferències en el nombre d'espigues/m² sense apreciar-se ja diferències en el rendiment final (apartats IV.3.1 i IV.3.4).

Cal destacar també, el fet que s'estableix una clara relació entre la densitat de plantació obtinguda i el grau de preparació del sòl (253, 226 i 124 plantes/m², en treball tradicional, treball simplificat i sembra directa, respectivament). En aquest sentit, i en previsió d'aquest fenomen (Boisgontier & Barthélémy) ja s'havia incrementat la densitat de sembra en un 10% pel cas de la sembra directa, mostrant-se aquest augment insuficient.

Aquests valors baixos de densitat de plantació per a la sembra directa, podrien explicar-se en gran part per les condicions en les que es va fer la sembra: el major grau d'humitat en que es trobava el sòl (menor dessecació de la capa superficial per manca de labors), va dificultar la sembra ja que el disc de la sembradora formava una espècie de canal que no es tancava totalment després que hagués passat la roda compactadora. Degut a aquest fet es va poder veure el mal que feien els ocells al poder treure les llavors del solc. A més, cal tenir en compte el fet que en les zones més humides, la llavor quedava a més fondària, dificultant així la naixença.

La quantificació de l'efecte del grau de preparació del sòl, és a dir, el Factor Camp (Taula IV.1.6), indica clarament el que s'ha exposat anteriorment. Això ens permet valorar de forma més objectiva l'efecte de les feines, ja que el seu valor és independent de la dosi de sembra utilitzada, essent possible comparar els resultats de les tècniques tradicionals i simplificades amb la sembra directa (dosi superior en un 10%).

Els valors del Factor Camp són molt baixos pel tritical i pel blat en sembra directa, tant sols prop del 20% de les llavors viables arriben a desenvolupar la planta. L'ordi respon d'una altra manera, que si bé és cert que també és inferior en la sembra directa (74% en tècniques tradicionals i 49% en sembra directa) no s'aprecien reduccions tant importants. L'explicació d'aquest fet pot raure en les característiques intrínseques de l'ordi, i en especial en el seu grau de rusticitat, encara que també cal tenir present que els cultivars *Montcada i Trujillo* no es diferencien, precisament, per la seva resistència al fred, essent l'ordi *Barbarrosa* un cultiu de ritme totalment hivernal.

2. SEGUIMENT DEL CICLE DE CULTIU

En el gràfic IV.2.1 i IV.2.2, es representen les dates en què els diferents cultivars estudiats van assolir els principals estadis: són els estadis que permeten definir el ritme de desenvolupament d'un cultivar, que defineixen la durada d'una fase concreta i per tant ens orienta sobre la sensibilitat que pot presentar a un determinat factor del medi.

Els estadis que s'han pres de referència per definir el cicle dels cultivars, proposats per GATE & VIGNIER (1991), són:

"Espiga a 1 cm": marca l'inici del període reproductiu, en què les necessitats de nutrients augmenten exponencialment, i en el qual es va perdent progressivament la resistència al fred.

Espigat: moment crític en el desenvolupament del cereal, de màxima sensibilitat a l'efecte dels factors del medi, marca l'inici del període reproductiu (essencial en les nostres condicions) i és el moment en què la planta ha perdut totalment la resistència al fred.

A més, en les condicions d'aquí, poden ser molt importants els estadis gra lletós i gra pastós (LOPEZ BELLIDO, 1991): a causa del dèficit hídric i del risc de temperatures elevades (ambdós aspectes molt habituals), interessa que, com més es manifestin aquests fenòmens, més ràpidament es realitzin aquestes fases.

2.1. PERÍODE VEGETATIU

La naixença dels diversos cultivars ha estat homogènia en els 3 sistemes de treball del sòl (gràfics IV.2.1 i IV.2.2) però, amb una diferència molt clara: en la sembra directa s'ha produït més tard (12 de gener de 1991), 6 dies aproximadament.

Aquest retard en la naixença es manifesta també, en l'inici del filloleig (6, 11 de febrer), però ja no es presenta a l'inici del canoneig.

2.2. CANONEIG

A l'inici del canoneig, pràcticament ja s'ha recuperat la diferència de cicle que presenten els cultivars en els tres sistemes de treball del sòl (gràfic IV.2.2): en la sembra

directa l'estadi 31 del codi decimal de Zadocks esdevé un dia més tard (14 de març) que en el treball simplificat, i dos dies més tard respecte el treball tradicional.

S'ha de remarcar la gran homogeneitat que presenten els diferents cultivars en aquest estadi, tant sols el blat *Montcada* sembla assolir-lo un dia més tard (14 de març).

També interessa destacar que el canoneig d'aquests cultivars s'ha produït més tard que en els tres anys precedents (PUJOL, 1990).

2.3. ESPIGAT

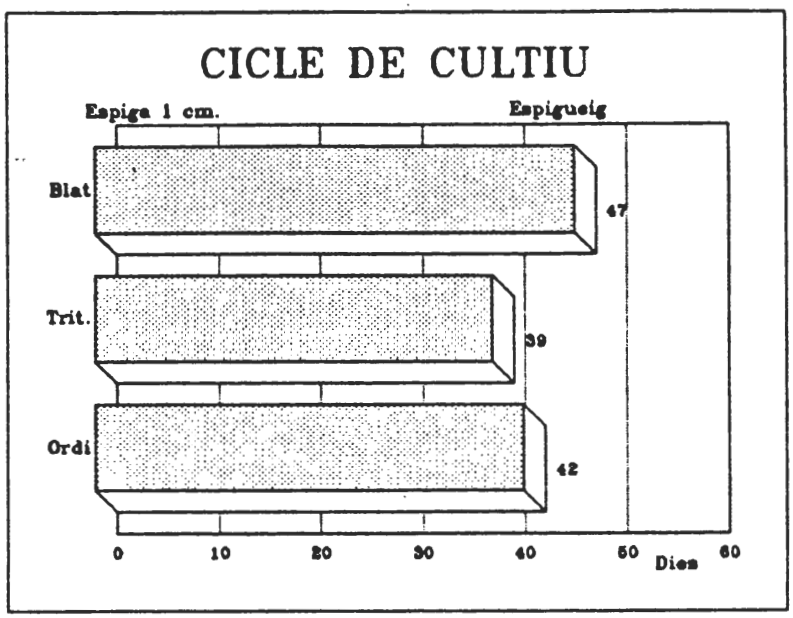
Les dates d'espigat (estadi 53 del codi decimal de Zadocks) de cada cultivar mostren la coincidència d'aquestes en els diferents sistemes de treball del sòl.

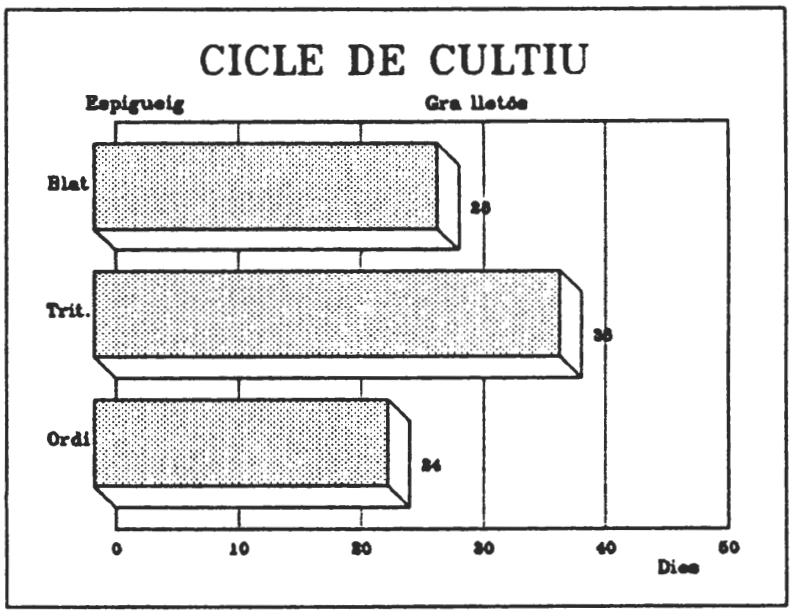
Les diferències es presenten a nivell del cultivar, mostrant-se el *Trujillo* com el més precoç (gràfic IV.2.1) i el *Montcada* com el més tardà (7-8 dies). L'ordi *Barbarrosa* es situa entremig.

En tot cas, aquestes diferències en la data d'espigat tradueixen una diferent duració de la fase de canoneig (gràfic IV.2.3) dels cultivars, si tenim present que no es presenten a inici de canoneig.

2.4. PERÍODE DE FORMACIÓ I MADURACIÓ DEL GRA

A la pràctica resulta molt més difícil precisar els successius estadis en aquest període. Conseqüentment, les relacions que es poden establir no són tant exactes com les anotades per a altres períodes. De tota manera, a partir de les anotacions de camp, presentades en els gràfics IV.2.1 i IV.2.2, s'han diferenciat les fases de formació del gra (estadis espigat a gra lletós) i la d'omplenat (estadis gra lletós a pastós dur). El resultat obtingut queda reflectit en el gràfic IV.2.3.


CICLE DE CULTIU
Espiga 1 cm.
Espigueig
Blat
Trit.
Ordi
47
39
42
0
10
20
30
40
50
60
Dies


CICLE DE CULTIU
Espigueig
Gra lletós
Blat
Trit.
Ordi
28
38
24
0
10
20
30
40
50
Dies

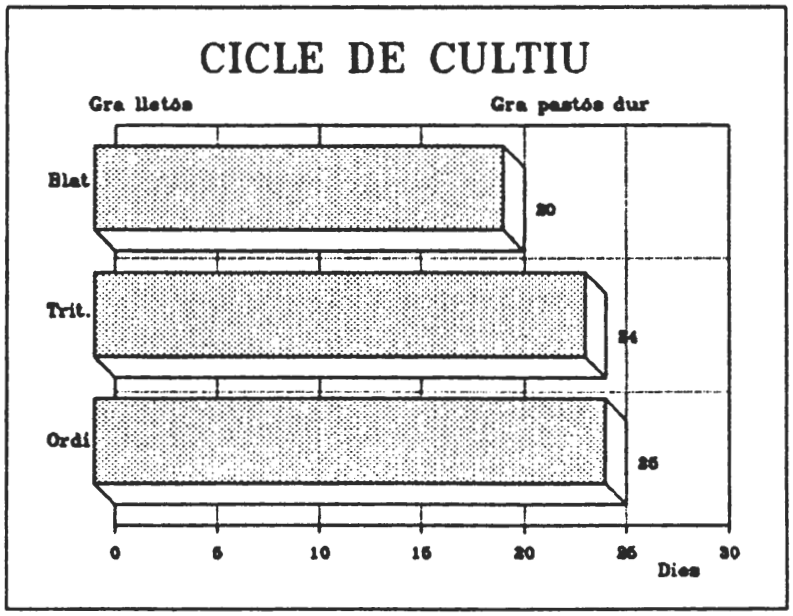
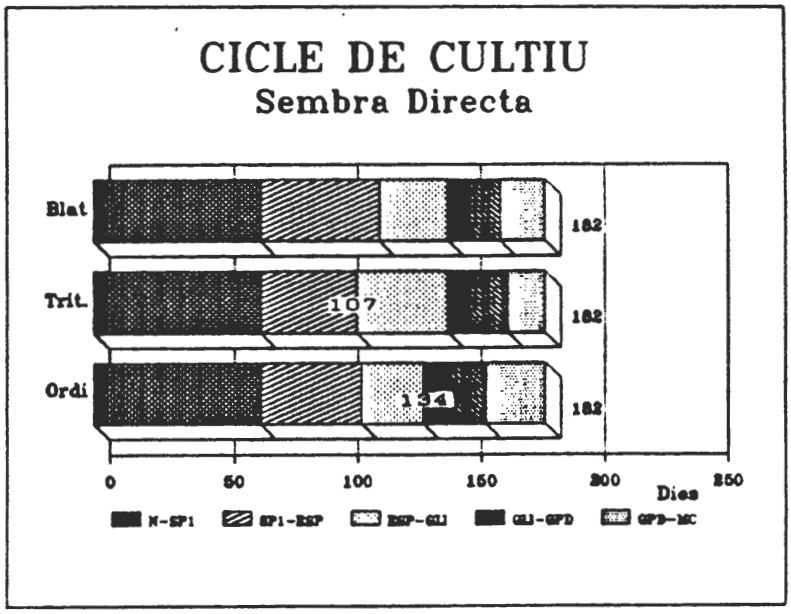
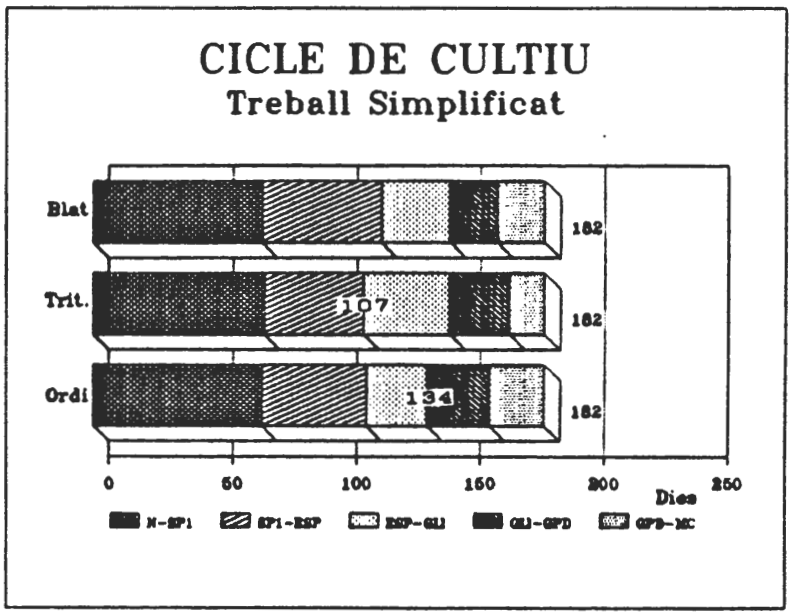

CICLE DE CULTIU
Gra lletós
Gra pastós dur
Blat
Trit.
Ordi
20
24
26
0
5
10
15
20
25
30
Dies

Figura IV.2.1.


CICLE DE CULTIU
Sembra Directa
Blat
Trit.
Ordi
182
107
182
134
182
0
50
100
150
200
250
Dies
N-SP1
SP1-RSP
RSP-GLI
GLI-GPD
GPD-MC


CICLE DE CULTIU
Treball Simplificat
Blat
Trit.
Ordi
182
107
182
134
182
0
50
100
150
200
250
Dies
N-SP1
SP1-RSP
RSP-GLI
GLI-GPD
GPD-MC

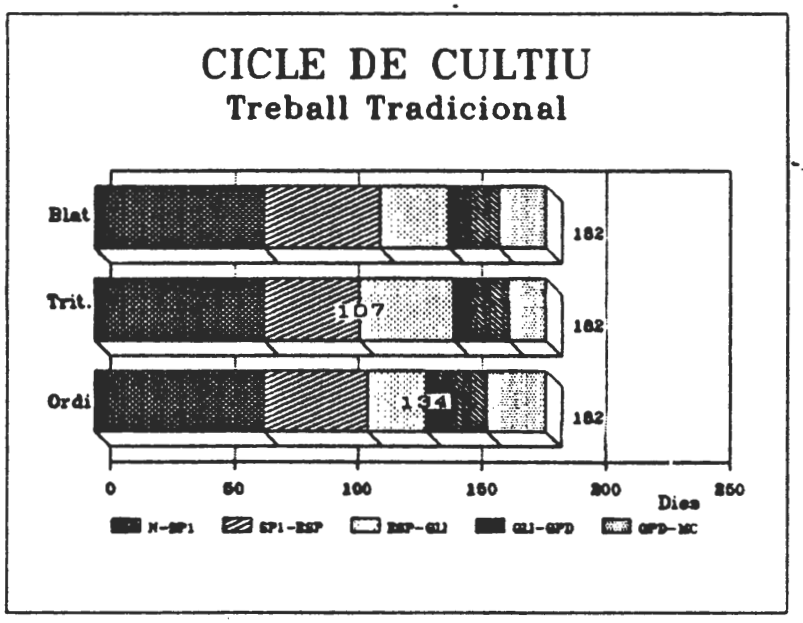

CICLE DE CULTIU
Treball Tradicional
Blat
Trit.
Ordi
182
107
182
134
182
0
50
100
150
200
250
Dies
N-SP1
SP1-RSP
RSP-GLI
GLI-GPD
GPD-MC

Figura IV.2.2

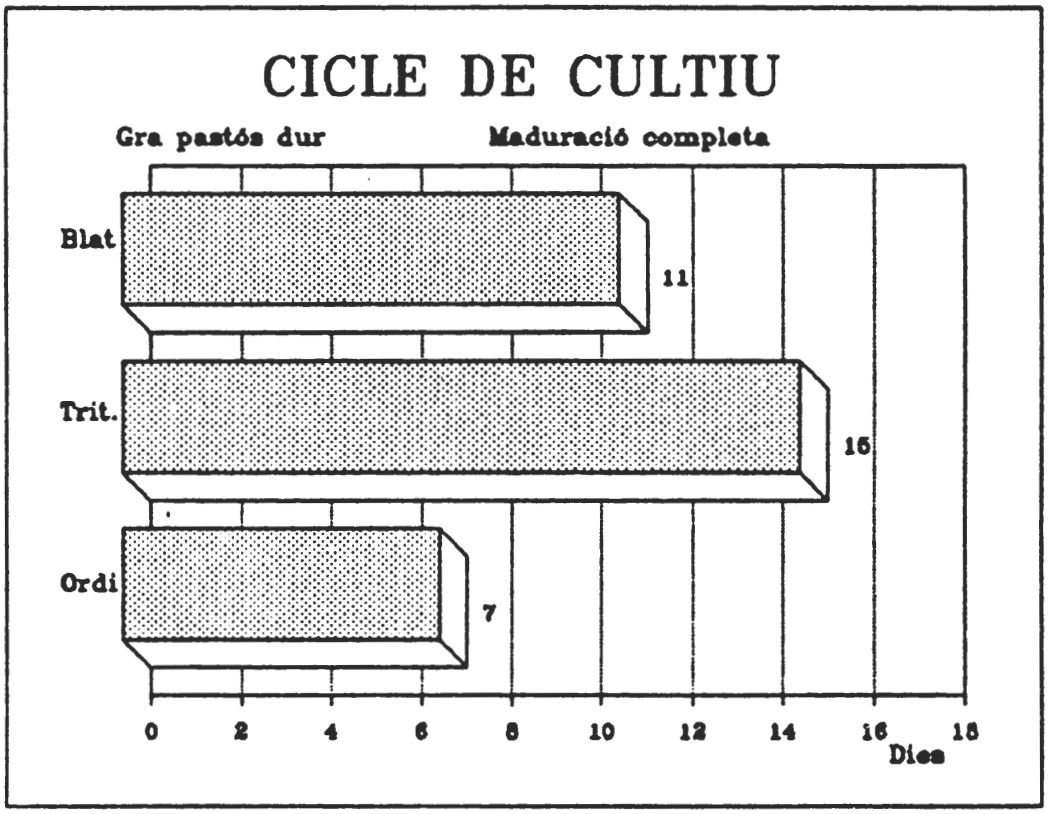

CICLE DE CULTIU
Gra pastós dur
Maduració completa
Blat
11
Trit.
15
Ordi
7
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
Dies

Figura IV.2.3

Les dates dels estadis gra lletós, principi pastós i pastós dur (estadis 73, 83, 87 de codi decimal de Zadocks, respectivament) per a cada cultivar, coincideixen plenament en els diferents tipus de laboreig (Taula IV.2.1). És a dir, que el tipus de treball del sòl no modifica la precocitat dels cultivar estudiats en aquests estadis.

Les diferències només s'observen a nivell de cada cultivar: el *Barbarrosa* s'ha mostrat més precoç a gra lletós, 12 dies respecte *Trujillo* (la més tardana) i 10 respecte *Montcada*. Aquestes diferències, pràcticament s'han mantingut fins a final de cicle. És en aquests estadis on es mostra una major diferència de precocitat entre els diversos cultivars (gràfic IV.2.2), que no pas entre sistemes de treball del sòl.

Pel que fa a la duració total del període de formació i de maduració, s'estableix una clara diferència entre l'ordi i el blat (47, 49 dies, repectivament) i el tritical (61).

Observant el gràfic IV.2.3, es veu que aquesta diferent durada del període s'explica per la diferent durada espigat–gra lletós, en la qual el tritical necessita 15 dies més per realitzar–la. Aquest comportament del tritical encara s'accentuaria més si ho referíssim a la integral tèrmica: l'ordi ha madurat en menys temps i a temperatures més baixes (Taula III.1.3).

En canvi no s'observen gaires diferències en la durada de la fase gra lletós–pastós dur dels diferents cultivars. Sí que s'apunta que el *Montcada* la realitza més ràpidament (20 dies) i *Barbarrosa* menys (23 dies). Aquesta dada no és pas incoherent ja que caldria corregir l'efecte de la temperatura: efectivament l'ordi, al ser més precoç en general, l'ha desenvolupada en dies de temperatures més baixes, no ha acumulat més °C.

2.5. DISCUSSIÓ DELS RESULTATS

L'efecte que el tipus de treball del sòl ha tingut sobre el cicle dels diversos cultivars només s'ha mostrat fins a mig filloleig, moment en què s'ha igualat el desfas

de naixença de la sembra directa (6 dies més tardana). A partir d'aquest moment, no hi ha diferències apreciables en la precocitat de cada cultivar en els diferents sistemes de treball del sòl: cal atribuir-les a la precocitat de cada cultivar, que a mesura que avança el cicle mostren una diversitat més accentuada (gràfic IV.2.2).

Cal veure a què es deu el retard en la naixença de la sembra directa. Pot se qüestió d'un major contingut hídric (no hi ha acció dessecant de les labors) i/o l'efecte de la vegetació present en el moment de la sembra que dificulten l'escalfament del sòl. Sigui o no degut a aquestes causes, sí que és clar que en el treball tradicional el sòl té, de promig, una temperatura superior que en sembra directa. En conseqüència s'ha de preveure un augment més ràpid de la suma de temperatures en el treball tradicional i per tant una germinació i desenvolupament de la planta més precoç (GUERIF, 1991).

També cal tenir present l'efecte que pot suposar la diferent profunditat de sembra (veure apartat III.3.2), que pot ser, en part, responsable del desfas en la naixença entre els sistemes de treball.

No ha d'estranyar que el canoneig, pel conjunt dels cultivars, esdevingui més tard (13-14 març) que en els tres anys precedents (PUJOL, 1990), doncs les temperatures durant el període vegetatiu han estat força més baixes. Que els tres cultivars hagin estat igual de precoços a aquest estadi permet afinar molt més l'anàlisi del seguiment del cicle: sabem que a partir d'estadi "espiga a 1 cm" el desenvolupament del cicle s'explica bàsicament per l'acumulació de °C, i tots els cultivars l'han iniciat en el mateix moment. Aquest fet podria explicar-se per les particulars condicions en què s'ha desenvolupat el període vegetatiu, que ha possibilitat que el cultivar *Barbarrosa* hagi acomplert les seves necessitats de fred i/o de fotoperíode en el mateix moment que els altres dos cultivars (molt més alternatius i per tant més subjectes a l'acumulació de temperatures que a d'altres requisits).

La constatació que el tritical (espècie amb comportaments molt homogenis dels seus cultivars) essent més precoç a l'espigat (fase de canoneig molt ràpida) acabi el cicle més tard, degut a que té un llarg període de formació del gra, coincideix amb les

observacions realitzades per PUJOL (1990). Tampoc sorprèn el comportament de l'ordi, que té un període de formació i maduració del gra més ràpid, fet que constitueix una característica específica (MOULE, 1980).

En canvi, convé destacar la rapidesa amb que el blat *Montcada* realitza l'últim període, no gaire més llarg que el mateix ordi, i amb una fase de gra lletós-pastós dur similar. És per això que és un cultivar molt ben adaptat a les zones de primaveres seques i amb risc important de temperatures elevades (PUJOL, 1990).

3. PRODUCCIÓ DE GRA

3.1. RENDIMENT

A la Taula IV.3.1 es presenten els resultats del rendiment (Kg/ha) dels diferents tractaments.

Taula IV.3.1.

LABOR	ESPÈCIE			TOTAL
	BLAT	TRITICAL	ORDI	
S.DIRECTA	4655 b	5826 b	7112 a	5864 a
T.SIMPLIFICAT	5233 b	6542 a	5893 b	5889 a
T.CONVENC.	5763 b	7063 a	4921 b	5916 a
TOTAL	5217 c	6477 a	5975 b	5890

CV= 8,43 MDS= 289,4 Kg/ha

El blat i el tritical mostren un comportament diferent al de l'ordi, en front del tipus de preparació del sòl: mentre que en les dues primeres espècies el rendiment augmenta proporcionalment al grau de preparació del sòl, a l'ordi li passa el contrari, ja que els majors rendiments s'obtenen en sembra directa (7,122 Kg/ha), mentre que les tècniques tradicionals donen el menor rendiment (4,925 Kg/ha).

L'anàlisi de la variància de les dades de rendiment (Taula IV.3.2) revelen que no hi ha diferències significatives pel que fa al tipus de laboreig, mentre que estadísticament es pot parlar de diferències significatives a l'1 per 1000 tant pel factor espècie com per la interacció labor x espècie.

Taula IV.3.2.

FONT DE VARIACIÓ	G LL	F	ns
LABOR	2	0,06	NS
ESPÈCIE	2	39,15	***
LABOR x ESPÈCIE	4	30,72	***
LABOR x BLOC	21	1,95	*

G LL: Graus de llibertat
ns : nivell de significació;
* P<0,05 ** P<0,01 *** P<0,001
NS : No significatiu

Respecte a la interacció labor x espècie (Taula IV.3.3), no es pot diferenciar estadísticament una determinada espècie associada a un tipus de laboreig pel que fa als valors de rendiment obtinguts.

Les millors combinacions s'obtenen pel tritical, tant en el cas del treball convencional com en el cas de treball simplificat, i per l'ordi, utilitzant el sistema de sembra directa (sense diferències significatives entre els tres supòsits).

3.1.1. DISCUSSIÓ DE RESULTATS

Els rendiments obtinguts (Taula IV.3.1), 5890 kg/ha de mitjana de l'assaig, són superiors als valors obtinguts en altres campanyes agrícoles (4400 kg/ha, mitjana dels tres cultivars utilitzats, en 1990) i que difícilment s'aconsegueixen a la zona on es realitza l'experiència ("La Caixa", 1989, 90 i 91).

TAULA IV.3.3.

LABOR x ESPÈCIE	VALOR MITJA (Kg/ha)	GRUP
S.DIRECTA x ORDI	7112	A
CONVENC. x TRITICAL	7063	A A
SIMPLIF. x TRITICAL	6543	A A A
SIMPLIF. x ORDI	5893	B
S.DIRECTA x TRITICAL	5826	B B
CONVENC. x BLAT	5763	B B B
SIMPLIF. x BLAT	5233	B B C
CONVENC. x ORDI	4921	C C
S.DIRECTA x BLAT	4655	C C C

Cal destacar el fet que les diferències de rendiment obtingudes no es puguin atribuir al sistema de treball del sòl, sinó exclusivament a l'espècie. Aquest comportament pren major interès si tenim present que l'experiència es realitza en una parcel.la no llaurada en quatre anys.

Pel que fa a la falta de diferències de rendiment estadísticament significatives dels diferents sistemes de treball del sòl, hem de tenir present el tipus de sòl (apartat III.1.3) en el qual es realitza l'experiència, el precedent cultural (alfals de quatre anys) i l'estat del sòl en el moment de la sembra (BOISGONTIER, 1989). En aquest sentit cal veure que aquest sòl pot mantenir un nivell d'estructuració adequat, independentment del seu grau de preparació. Així mateix, el tipus de precedent cultural convida a pensar que s'haurà creat una estructura òptima i no havia de presentar dificultats per la realització de la sembra.

Referent a la diferent producció de les espècies, estadísticament significatives, podem indicar que aquesta també es dóna en el mateix ordre pels tres cultivars utilitzats,

en les experiències realitzades a la zona, durant les últimes campanyes agrícoles ("La Caixa" i ESAB), amb rendiments clarament inferiors.

Encara que estadísticament els rendiments del blat i del tritical en sembra directa no han estat inferiors a d'altres combinacions labor x espècie (Taula IV.3.3), aquests són sensiblement inferiors (Taula IV.3.1). Aquest comportament es pot explicar en part per la defectuosa implantació d'aquestes parcel.les (apartat IV.1.1), diferències que es manifesten també sense arribar a ser significatives en la densitat d'espigues.

D'altra banda, que l'ordi resulti més productiu en sembra directa que en els altres sistemes de treball del sòl (en contrast amb el blat i el tritical), pot explicar-se per dues causes diferents: en primer lloc, la implantació de l'ordi va ser correcta i especialment pot haver tingut influència el fet que s'hagi produït ajagut en algunes parcel.les de treball tradicional i simplificat, mentre que no ha estat present en cap de sembra directa.

3.2. PES ESPECÍFIC

La Taula IV.3.4 mostra els resultats obtinguts pel pes específic de les diferents espècies en els distints sistemes de preparació del sòl.

El blat es presenta, en línies generals, com l'espècie amb un major pes específic (81 kg/Hl) mentre que l'ordi com la que té un valor més baix (72 kg/Hl).

Taula IV.3.4.

LABOR	ESPÈCIE			TOTAL
	BLAT	TRITICAL	ORDI	
S.DIRECTA	80,59	74,91	72,04	75,84
T.SIMPLIFICAT	82,21	75,97	72,33	76,84
T.CONVENC.	82,53	77,43	71,83	77,26
TOTAL	81,77	76,10	72,07	76,65

Pel que fa al tipus de preparació del sòl, s'observa un increment del pes específic a mesura que augmenta el grau de preparació, essent mínim per la sembra directa (75 kg/Hl) i màxim pel treball convencional (77 kg/Hl).

L'anàlisi de la variància d'aquestes dades (Taula IV.3.5) demostra l'existència de diferències significatives al l'1 per mil entre espècies i entre tipus de laboreig, havent-hi, al mateix temps, diferències significatives al 5% per a la interacció labor x espècie.

Taula IV.3.5.

FONT DE VARIACIÓ	G LL	F	ns
LABOR	2	8,64	***
ESPÈCIE	2	387,79	***
LABOR x ESPÈCIE	4	3,15	*
LABOR x BLOC	21	1,28	NS

G LL: Graus de llibertat
ns : nivell de significació;
* P<0,05 ** P<0,01 *** P<0,001
NS : No significatiu

Els test de Newman-Keuls per a cadascun d'aquests casos (Taules IV.3.6,IV.3.7) ens permet parlar de resultats totalment diferenciats entre cadascuna de les espècies. No es pot afirmar el mateix pel que fa al tipus de treball del sòl: En aquest cas, la sembra directa es pot diferenciar dels altres dos tipus de preparació del sòl, no havent-hi diferències entre el treball tradicional i les tècniques simplificades.

TAULA IV.3.6.

LABOR	VALOR MITJA (Kg/Hl)	GRUP
T. CONVENCIONAL	77,26	A A
T. SIMPLIFICAT	76,84	A
SEMBRA DIRECTA	75,84	B

TAULA IV.3.7.

ESPÈCIE	VALOR MITJA (Kg/Hl)	GRUP
ORDI	81,77	A
TRITICAL	76,10	B
BLAT	72,07	C

Pel que fa a la interacció labor x espècie (Taula IV.3.8), podem dir que el factor espècie té major influència que el factor treball del sòl. El blat presenta sempre un pes específic superior a les altres dues espècies, essent l'ordi el que ofereix resultats més baixos. A més, per una preparació del sòl determinada, les respostes de cadascuna de les espècies són significativament diferents.

Finalment s'observa que la variació del pes específic de l'ordi és independent del tipus de preparació del sòl realitzat, mentre que en blat i tritical amb sembra directa (80.5 Kg/Hl; 74.9 Kg/Hl) és estadísticament inferior al treball tradicional (82.5 Kg/Hl; 77.4 Kg/Hl).

TAULA IV.3.8.

LABOR x ESPÈCIE	VALOR MITJA (Kg/Hl)	GRUP
CONVENC. x BLAT	82,53	A
SIMPLIF. x BLAT	82,21	A A
S.DIRECTA x BLAT	80,59	B
CONVENC. x TRITICAL	77,43	C
SIMPLIF. x TRITICAL	75,97	D
S.DIRECTA x TRITICAL	74,91	D D
SIMPLIF. x ORDI	72,33	E
S.DIRECTA x ORDI	72,04	E E
CONVENC. x ORDI	71,83	E E E

3.2.1. DISCUSSIÓ DE RESULTATS

Els valors de pes específic assolits (Taula IV.3.4) són molt elevats, especialment si els comparem amb els resultats obtinguts per aquests cultivars durant els anys precedents: 81.7, 76.1, 72.1 kg/Hl en blat, triticale i ordi, en front de 78, 73, 61 kg/Hl de l'any 1990 respectivament ("la Caixa").

Aquest fet és un indicador clar de les excel.lents condicions de temperatura i humitat en què s'ha desenvolupat el final del cicle, poc habituals a la zona. Aquestes bones condicions són les que ens varen fer desestimar la possibilitat d'introduir el factor reg al llarg de l'últim període del cicle del cereal.

El fet que en sembra directa el blat i el tritical hagin presentat uns valors significativament inferiors al treball tradicional, hauria d'explicar-se per l'elevada tassa d'espigues/m² que deuen haver assolit ambdós cultivars. Això ha permès compensar la baixa densitat de sembra establerta però a base d'augmentar el nivell de competència a la mateixa planta, fet pel qual ha tingut majors dificultats en omplir totalment el gra.

Creiem que no s'ha d'atribuir al nivell del factor treball del sòl, ja que ni tant sols s'han observat diferències de cicle (apartat IV.2.4), ni altres observacions que convidin a pensar-ho així. A més, aquest fet es veu corroborat pel comportament de l'ordi, el qual no presenta diferències significatives de pes específic en els tres sistemes de treball del sòl: la tassa d'espigat per a la sembra directa no ha estat tant diferent als altres dos, fet pel qual en aquest cas no s'ha vist perjudicat. S'ha d'entendre que l'ordi obtingui un valor de pes específic més baix en el treball tradicional (no apreciable estadísticament), pel major ajagut que presentava en algunes parcel.les i no com un comportament contrari al de les altres dues espècies.

Finalment, pel que fa a la diferència entre espècies, aquestes no fan més que confirmar un comportament clarament conegut: l'ordi dóna un menor pes específic que el blat, col.locant-se el tritical en mig.

3.3. ALÇADA I ÍNDEX DE COLLITA

Les dades de l'alçada del cultiu es presenten a la Taula IV.3.9, en la qual podem veure que la sembra directa es presenta com el sistema de preparació del sòl que genera menors altures dels cultius (100 cm), mentre que són les tècniques simplificades les que ofereixen els resultats majors (104 cm).

Taula IV.3.9.

LABOR	ESPÈCIE			TOTAL
	BLAT	TRITICAL	ORDI	
S.DIRECTA	89,13	116,88	96,00	100,67
T.SIMPLIFICAT	94,25	125,50	92,75	104,17
T.CONVENC.	100,25	122,54	84,38	103,29
TOTAL	94,54	76,10	91,04	102,71

Pel que fa a l'espècie, el tritical és el que ofereix una altura major (122 cm), seguit del blat (94 cm) i l'ordi (91 cm).

Analitzant estadísticament aquestes diferències (veure Taula IV.3.10 i IV.3.11) la tècnica de la sembra directa és l'única diferenciable respecte les altres dues, mentre que, pel que fa a les espècies, totes tres són completament diferents entre sí.

TAULA IV.3.10.

LABOR	VALOR MITJA (cm)	GRUP
T. CONVENCIONAL	104,17	A A
T. SIMPLIFICAT	103,29	A
SEMBRA DIRECTA	100,67	B

TAULA IV.3.11.

ESPÈCIE	VALOR MITJA (cm)	GRUP
ORDI	122,54	A
TRITICAL	94,54	B
BLAT	91,04	C

Respecte a la interacció entre els dos factors (labor i espècie), podem dir el següent (Taula IV.3.12):

* la menor altura es produeix quan es cultiva ordi amb les tècniques de treball convencional del sòl, essent el valor obtingut per a l'altura de la planta, significativament diferent a la resta (84 cm).

* les majors altures corresponen al tritical, essent aquestes majors per a les tècniques simplificades i el treball convencional, i ambdues diferents (majors) a les que s'obtenen amb sembra directa.

TAULA IV.3.12.

LABOR x ESPÈCIE	VALOR MITJA (cm)	GRUP
SIMPLIF. x TRITICAL	125,50	A A
CONVENC. x TRITICAL	125,25	A
S.DIRECTA x TRITICAL	116,88	B
CONVENC. x BLAT	100,25	C
S.DIRECTA x ORDI	96,00	D D
SIMPLIF. x BLAT	94,25	D D
SIMPLIF. x ORDI	92,75	D E E
S.DIRECTA x BLAT	89,13	E
CONVENC. x ORDI	84,38	F

Pel que fa a l'índex de collita, els resultats obtinguts es mostren a la Taula IV.3.13, en la qual s'apreçien uns resultats estadísticament iguals per a cadascun dels tractaments realitats i per a cadascuna de les espècies assajades. El valor mitjà obtingut per l'índex de collita és del 51% .

Taula IV.3.13.

LABOR	ESPÈCIE			TOTAL
	BLAT	TRITICAL	ORDI	
S.DIRECTA	0,53	0,51	0,51	0,52
T.SIMPLIFICAT	0,51	0,50	0,50	0,50
T.CONVENC.	0,52	0,53	0,51	0,52
TOTAL	0,52	0,51	0,50	0,51

3.3.1. DISCUSSIÓ DE RESULTATS

El fet que es puguin diferenciar les espècies entre sí, pel que fa a l'alçada de la planta, està d'acord amb el que s'esperava, ja que és una característica intrínseca, en part de les espècies, però essencialment dels cultivars utilitzats (PUJOL, 1990).

El fet que en sembra directa s'assoleixi una alçada significativament menor (100 cm) que en la resta dels tractaments del sòl (103 i 104 cm), és degut al comportament del blat i del tritical, espècies que disminueixen l'alçada proporcionalment amb el menor grau de preparació del sòl. Això podria estar influït, independentment de l'efecte en sí del sistema de laboreig utilitzat (no disposem de referències bibliogràfiques d'aquest fet), per la disminució de la densitat de plantació en funció del grau de preparació del sòl.

És més difícil explicar el que ha passat en el cas de l'ordi, on les menors alçades s'obtenen amb les condicions de màxima preparació del sòl, comportament que no estem en disposició d'explicar.

Una altra observació que es pot destacar analitzant els resultats de l'altura de la planta en ordi és que, en les condicions establertes de l'experiència, l'ajagut de l'ordi (apartat IV.3.1.1) no es manifesta de la manera que caldria esperar, ja que les parcel.les on majoritàriament s'hi produïa eren les tractades amb les tècniques de preparació del sòl tradicionals, i és en aquestes on la planta va desenvolupar una alçada menor, mentre que les parcel.les de sembra directa romanien erectes (plantes més altes). Sí que podem destacar que aquest s'ha produït en els sistemes de treball del sòl on la densitat de població ha estat major (Taula IV.1.1). També és cert que aquest accident únicament s'ha produït en l'ordi, espècie propensa a aquest accident.

Pel que fa a l'índex de collita, el fet que no s'hagin obtingut diferències significatives entre els valors dels diferents tractaments, pot explicar-se analitzant les dades de pes sec gra i alçades (Taula IV.3.9). De l'anàlisi d'aquestes dues taules es dedueix que d'una banda, les espècies que proporcionen un major pes sec en gra (tritical, blat i ordi, per aquest ordre) són a la vegada les que han mostrat una alçada de planta major (tritical, blat i ordi), i conseqüentment, la relació que defineix l' índex de collita es manté constant.

Relacionant l'índex de collita amb el grau de preparació del sòl, les conclusions són idèntiques al què s'ha exposat anteriorment: el tipus de preparació del sòl que proporciona un rendiment en gra menor és el que presenta una alçada menor (sembra directa), no havent-hi diferències entre la tècnica tradicional i la simplificada.

3.4. DENSITAT D'ESPIGUES

Els resultats obtinguts pel que fa a espigues/m² per a l'experiència realitzada es presenten a la Taula IV.3.14.

La major densitat d'espiga s'obté per l'ordi, utilitzant tècniques simplificades de preparació del sòl (768 esp/m²) mentre que la mínima es produeix amb el tritical, a l'aplicar la tècnica de sembra directa (395 esp/m²).

Taula IV.3.14.

LABOR	ESPÈCIE			TOTAL
	BLAT	TRITICAL	ORDI	
S.DIRECTA	525,83	394,17	626,67	515,56
T.SIMPLIFICAT	590,83	429,16	768,33	596,11
T.CONVENC.	619,12	422,50	633,33	558,32
TOTAL	578,60	415,28	676,11	536,66

En línies generals, les tècniques simplificades de preparació del sòl es manifesten com les millors pel que fa a densitat d'espigues (596 esp/m²), essent la sembra directa la que ofereix resultats més descoratjadors (515 esp/m²). Però tot i així, l'anàlisi de la variància d'aquests resultats demostra que estadísticament no podem diferenciar, pel que fa a densitat d'espigues, els diferents tipus de preparació del sòl estudiats.

En el cas de les diferents espècies succeeix una altra cosa. Aquí sí que es poden diferenciar entre elles les tres espècies estudiades (Taula IV.3.15), essent l'ordi el que presenta una densitat major (676 esp/m²), i el tritical una de menor (415 esp/m²).

TAULA IV.3.15.

ESPÈCIE	VALOR MITJA (Esp/m²)	GRUP
ORDI	676,11	A
TRITICAL	578,60	B
BLAT	415,28	C

3.4.1. DISCUSSIÓ DE RESULTATS

És important destacar que no s'hagin trobat diferències significatives pel que fa al número d'espigues/m² degudes al tipus de treball del sòl. Hem de recordar que partíem de densitats de cultiu molt baixes en la sembra directa (Taula IV.1.1), especialment pel que fa al blat i al tritical. O sigui, que el filloleig en aquests casos ha estat suficientment important com per a compensar una densitat de cultiu baixa, fet que ha permès aconseguir una densitat d'espigues similar en els diferents sistemes de treball del sòl. Això permet comprendre, que havent-hi diferències tant accentuades en la implantació aquestes no es manifestin en el rendiment final. En realitat aquest fenomen confirma, un cop més, l'escassa sensibilitat dels cereals d'hivern a la densitat de sembra (MOULE, 1980). També és cert que això haurà estat possible gràcies a la benignitat de l'any, ja que si hi hagués hagut algun "stress" important, aquest no hauria permès compensar el factor del rendiment plantes/m² traduïnt-se en una diferència del rendiment en gra.

S'ha calculat el número d'espigues/planta i en realitat s'han obtingut taxes de filloleig veritablement elevades. Aquestes poden observar-se a la Taula IV.3.16, de la qual destaquen els valors extrems aconseguits pel blat (5,6 espigues/planta) i el tritical (4,3) en sembra directa (els valors mitjans obtinguts han estat de 4,15 espigues/planta per a la sembra directa, 2,5 per a les tècniques simplificades i 2,2 per al treball tradicional). Sorprèn observar taxes d'espigat tant elevades en el cultivar *Montcada* i especialment en el tritical, doncs tan el primer com el segon, l'espècie en conjunt, són coneguts per la seva baixa capacitat de filloleig. Malgrat tot, les taxes d'espigat de cada espècie en particular pel conjunt de sistemes de treball del sòl, sí que presenta una seqüència esperada (ordi-blat-tritical), d'acord amb el que es coneix de les mateixes.

La diferent densitat d'espigues (estadísticament significativa) degut a l'espècie presenta una gradació totalment lògica. L'elevat nombre d'espigues/m² (676) que presenta l'ordi és degut a la major densitat de plantació, però també a una major taxa d'espigat (2,8 esp./planta).

TAULA IV.3.16.

LABOR x ESPÈCIE	VALOR MITJA (Esp/m^2)	GRUP
SIMPLIF. x ORDI	768,33	A
		A
CONVENC. x ORDI	633,33	A B
		A B
S.DIRECTA x ORDI	626,67	A B
		A B
CONVENC. x BLAT	619,12	A B
		A B
SIMPLIF. x BLAT	590,83	A B C
		B C
S.DIRECTA x BLAT	525,83	B C
		B C
SIMPLIF. x TRITICAL	429,16	B C
		B C
CONVENC. x TRITICAL	422,50	B C
		C
S.DIRECTA x TRITICAL	394,17	C

Al blat, situat en segon lloc, se li pot aplicar el mateix raonament (Taules IV.3.1-14-16).

V. RESULTATS I DISCUSSIÓ DEL SÒL

1. COMPORTAMENT DE LES PROPIETATS FÍSIQUES DEL SÒL.

Tot seguit es presenten els resultats obtinguts i la seva discussió pel que fa al comportament de les característiques físiques del sòl. Donat que els resultats que aquí es presenten estan en forma de taules de mitjanes i expressen ja el seu grau de significació, només es farà referència a aquells aspectes més destacats, ja que d'altra part, com ja s'ha dit, molts dels resultats només són esperables a mig termini (3 o 4 anys).

Els resultats que aqui es presenten han estat sotmesos al test de separació de mitjanes SNK amb una diferència significativa del 5%. Els apartats que s'hi inclouen són: densitat aparent i porositat total, densitat dels agregats i porositat fisural, mida dels agregats i per acabar la resistència mecànica al penetròmetre.

1.1. DENSITAT APARENT I POROSITAT TOTAL.

Els resultats de les mitjanes de densitat aparent es recullen en la Taula V.1.1. En el període immediatament posterior a la sembra (PR1 de les taules) la densitat aparent està fortament influïda pel tipus de labor, al menys fins a 25 cm de fondària. En tots els casos s'obtenen diferències significatives entre tractaments, mostrant els horitzons superiors els valors majors de porositat. La sembra directa (S.D.) no presenta pràcticament variacions verticals, mentre que el mínim cultiu (T.S.) presenta les màximes variacions entre els tres primers horitzons considerats. La densitat aparent entre 20 i 25 cm presenta ja diferències molt petites tendint totes clarament cap el valor inicial de la sembra directa. Cal assenyalar que, per aquesta fondària, el valor menor s'obté amb el tractament T.S., malgrat que queda per sota de la fondària afectada per les eines de conreu. Per tant la porositat en superfície (veure gràfics V.1.1 i V.1.2) és significativament diferent en els tres tractaments i a la vegada és diferent per T.C. i T.S. en els horitzons immediatament inferiors.

Conr	S.D.	S.D.	S.D.	T.C.	T.C.	T.C.	T.S.	T.S.	T.S.
P.R.	PR1 (12.12)	PR2 (02.04)	PR3 (15.07)	PR1 (12.12)	PR2 (02.04)	PR3 (15.07)	PR1 (12.12)	PR2 (02.04)	PR3 (15.07)
	Mgm^{-3}	Mgm^{-3}	Mgm^{-3}	Mgm^{-3}	Mgm^{-3}	Mgm^{-3}	Mgm^{-3}	Mgm^{-3}	Mgm^{-3}
0 - 5cm	1.56 0.1509 ABCDE	1.23 0.0174 HIJ	1.36 0.1524 FGHI	1.20 0.1209 IJ	1.21 0.0942 IJ	1.23 0.0863 HIJ	1.04 0.0934 K	1.13 0.0356 JK	1.21 0.0538 IJ
8 - 13cm	1.58 0.0947 ABCDE	1.58 0.0754 ABCDE	1.55 0.0650 ABCDEF	1.43 0.1090 DEFG	1.43 0.1205 DEFG	1.48 0.0579 ABCDEFG	1.31 0.0243 GHI	1.39 0.0483 EFGH	1.46 0.0597 ABCDEFG
20- 25cm	1.60 0.097 ABCDE	1.55 0.1108 ABCDE	1.56 0.0699 ABCDDE	1.57 0.1368 ABCDE	1.45 0.0661 BCDEFG	1.53 0.0237 ABCDEF	1.45 0.1446 CDEFG	1.59 0.0955 ABCDE	1.60 0.0263 ABCDE
30- 35cm	nd	1.63 0.0598 ABCD	1.65 0.0711 ABC	nd	1.60 0.0731 ABCDE	1.62 0.0505 ABCD	nd	1.69 0.0794 A	1.65 0.0136 ABCD
50- 55cm	nd	1.62 0.0710 ABCD	1.62 0.0722 ABCD	nd	1.58 0.0576 ABCDE	1.67 0.0372 AB	nd	1.68 0.0619 A	1.68 0.0419 A

Taula V.1.1. Valors mitjans de densitat aparent.

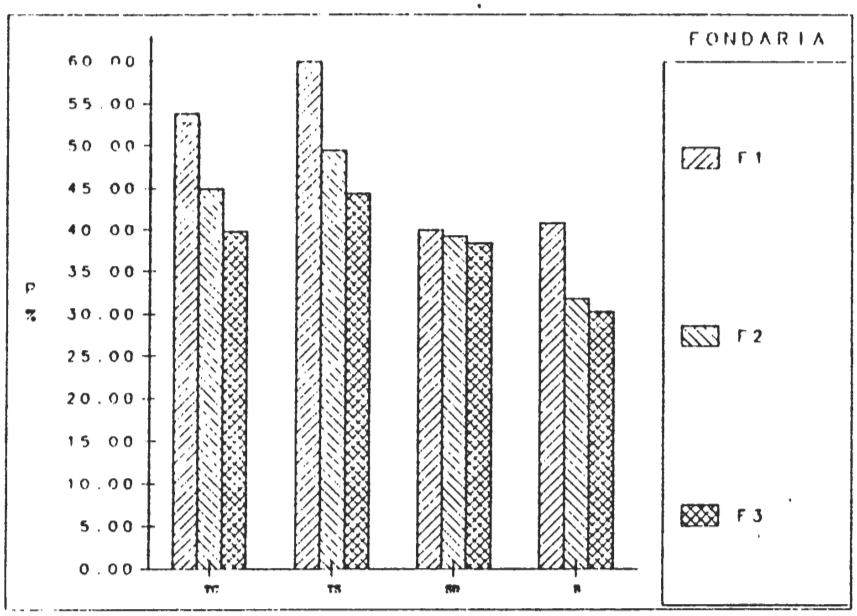
Tècnica de conreu: S.D. sembra directa, T.C. labor tradicional, T.S. mínim cultiu.

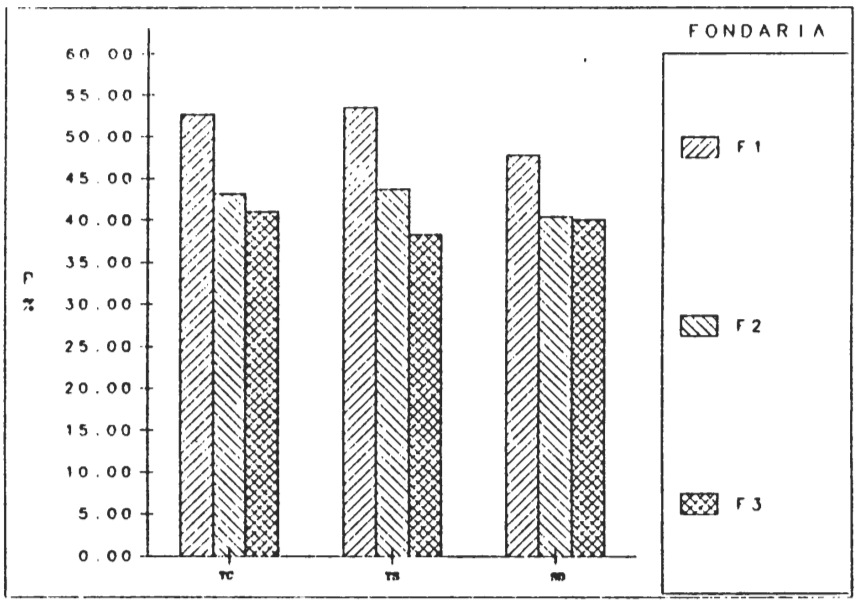
P.R. = Període de recollida de mostres: PR1, PR2, PR3. nd = no determinat.

En petit els valors de desviació tipus i el grau de significació segons SNK al 95%.

Aquestes diferències significatives no es mantenen durant el segon període de recollida de mostres (mes d'abril) i, malgrat que es veuen afectades totes les fondàries estudiades, la uniformització és màxima en el nivell superficial, mentre que les diferències si són significatives entre dues primeres fondàries d'un mateix tractament (entre 0–5 i 8–13 cm). Les diferències tampoc són significatives per sota dels 30 cm. En aquest cas els valors són molt similars als obtinguts en PR1 per tots els tractaments. És important destacar la reducció que presenta la sembra directa en superfície conseqüència de l'acció esponjant de les arrels. Convé destacar que les mostres s'han obtingut en la línia de sembra, on l'aparell radicular es mostra més actiu.

Després de la collita (PR3) i en superfície s'observa un increment més o menys marcat en tots els tractaments. Afecta de forma significativa la sembra directa i no els altres. A la fi dèl cicle la densitat aparent en superfície s'ha reduït de forma significativa en la sembra directa només i s'ha incrementat en les parcel.les de mínim cultiu (T.S.) i de forma no significativa en el treball tradicional (T.C.). Pel que respecta al segon i tercer horitzó, s'incrementa de forma no significativa en T.S. i T.C., sense que es produeixin variacions apreciables en els nivells més inferiors, on es troben els valors màxims.





Figures V.1.1 i V.1.2.– Distribució de la porositat en els períodes PR1 i PR3, segons les tècniques de conreu (T.C.,T.S.,S.D. i B) i per les tres fondàries considerades (F1 de 0 a 5cm, F2 de 8 a 13 cm i F3 de 20 a 25 cm).

1.2. DENSITAT APARENT DELS AGREGATS I POROSITAT FISURAL

La porositat del sòl és deguda a la suma dels espais de separació que hi ha entre agregats contigus (porositat fisural) i els pors que hi ha en els agregats (porositat d'agregats). La compactació és un procés relacionat amb la degradació dels agregats que comporta una pèrdua de porositat del sòl, no tant de la porositat entre agregats sinó també en la porositat dels mateixos agregats.

És previsible que les labors agrícoles provoquin una redistribució entre aquest dos tipus de porositat, la qual cosa pot afectar la redistribució de l'aigua en el moment de la recàrrega hídrica del perfil, ja que la porositat fisural pel seu propi origen té un diàmetre equivalent major, que facilita la circulació de l'aigua, mentre que la porositat d'agregats, de diàmetre equivalent menor afecta el potencial màtric i per tant només incideix en la redistribució lateral de l'aigua.

1.2.1. DENSITAT APARENT DELS AGREGATS

A l'inici de l'experiència (veure taula V.1.2.) la porositat dels agregats, no presenta diferències entre tractaments en la primera fondària, malgrat que en S.D. s'obtenen els valors màxims de porositat. En qualsevol cas la porositatd'aquets primers horitzons és clarament superior en tots els tractaments a la porositat dels agregats dels horitzons inferiors. En profunditat (a partir de 8 cm) les diferencies observades son molt petites.

A la fi del primer cicle, s'observa una reducció de la porositat mitjana en l'horitzó superior de S.D. i no hi han variacions pel que fa als altres dos tractaments. En fondària, s'observa una lleugera tendència a la reducció de la porositat dels agrgats, obtinguent-se valors similars en tots els tractaments.

T.C.	S.D.	S.D.	T.C.	T.C.	T.S.	T.S.
P.R.	PR1 ... (12.12)	PR3 (15.07)	PR1 (12.12)	PR3 (15.07)	PR1 (12.12)	PR3 (15.07)
Prf cm	%	%	%	%	%	%
0-5	37.78 4.253 n=17	33.14 3.358 n=38	34.35 3.142 n=15	35.74 3.996 n=34	36.29 2.982 n=12	36.19 3.363 n=40
8-13	30.87 2.781 n=13	28.78 2.574 n=41	31.55 2.323 n=20	32.59 3.109 n=32	33.10 11.182 n=15	32.93 4.777 n=40
20-25	31.57 2.992 n=16	28.75 1.846 n=27	33.19 4.060 n=21	29.84 3.757 n=26	30.92 4.504 n=17	29.65 2.460 n=27
30-35	32.68 2.446 n=12	30.13 2.924 n=24	32.50 6.230 N=16	29.20 1.621 n=23	30.04 4.564 n=15	31.39 2.548 n=23

Taula V.1.2. Valors de porositat dels agregats a l'inici i a la fi del cicle.

En petit, la desviació tipus i el nombre de rèpliques.

1.2.2. POROSITAT FISURAL.

La porositat fisural (Pf) s'ha calculat a partir dels valors de porositat total (Pt) i de la porositat dels agregats (Pa) amb la següent fórmula: Pf = Pt - Pa. De la mateixa forma s'ha calculat el percentatge de porositat fisural respecte la porositat total : %Pf = Pf*100/Pt. Els resultats es recullen en la Taula V.1.3.

L'espai porós entre agregats és significativament menor en S.D. que no pas en T.C. i T.S. a l'inici de l'experiència, però s'iguala per a tots els horitzons a la fi del període, tendint a valors pròxims als que té T.C., tant a l'inici com a la fi de l'experiència.

TRAC. I.	P fis.	%P fis.	TRAC. F.	P fis.	%P fis.
I SD 1	3.40	8.2	F SD 1	15.47	31.8
I SD 2	9.43	23.3	F SD 2	13.21	31.5
I SD 3	7.92	20.0	F SD 3	12.45	30.3
I TC 1	20.00	36.8	F TC 1	17.74	33.1
I TC 2	13.96	30.5	F TC 2	11.70	26.5
I TC 3	7.55	18.5	F TC 3	12.45	29.5
I TS 1	24.15	39.7	F TS 1	17.74	32.9
I TS 2	16.98	33.8	F TS 2	11.70	26.3
I TS 3	14.34	31.7	F TS 3	9.43	24.0

Taula V.1.3.- Valors de la porositat fisural (P fis.) en relació als diferents tractaments i al percentatge respecte la porositat total del sòl en diferents moments de l'experiència. I = Inici de l'experiència (TRAC.I = 12.12); F = fi de l'experiència (TRAC. F = 15.07); SD = sembra directa, TC tradicional, TS= mínim conreu. Els números 1, 2 i 3 dels TRAC. I i TRAC. F., corresponen a les fondàries de mostreig.

Dels valors de la taula anterior es dedueix que la sembra directa durant el primer cicle de cultiu provoca un fort increment de la porositat fisural en tota la profunditat estudiada, que s'atenua en profunditat fins a valors similars o lleugerament més alts que els inicials de la parcel.la. Aquest valors finals estan influïts per la tendència a la formació d'esquerdes de retracció que s'han observat en altres punts de la parcel.la.

El comportament de T.C. i T.S. és força similar entre si, tret del fet que a la fi del cicle s'ha produït una reducció de P.fis. en fondària en el tractament de mínim cultiu (T.S.). Cal destacar que per aquests dos tractaments, en superfície es produeix una reducció a la fi del cicle.

1.3. MIDA DELS AGREGATS.

En la Taula número V.1.4 es recullen les dades dels valors mitjans i desviacions tipus del diàmetre mitjà equivalent (MWD) a la fi del període. Totes les medicions s'han determinat en quatre rèpliques i s'ha determinat per a tres fondàries.

T.C.	S.D.	T.C.	T.S.	Z
0–5 cm	16.92 2.491	9.38 2.000	9.83 2.172	12.0 A
8–13 cm	16.87 2.541	13.87 2.019	11.43 3.832	14.1 A
20–25 cm	17.25 1.155	17.14 0.899	16.99 3.031	17.1 B 3.030
X	17.0 C	13.5 B	12.7 A	

Taula V.1.4 – Valors del diàmetre mitjà equivalent (MWD) mesurat amb la tota la mostra (fracció: diàmetre < 34 mm) a la fi del període per diferents tractaments i per diferents fondàries.

En petit la desviació tipus. Z= Valor mitjà per les diferents fondàries. X= Valors mitjans per cada tipus de labor. A, B i C diferències significatives al 95% per cada factor per separat (fondària Z i tipus de labor X).

Tots tres tractaments fan disminuir el diàmetre mitjà equivalent dels horitzons de superfície respecte la segona fondària, encara que en S.D. les diferències no són significatives. La sembra directa dóna un MWD en superfície major que en els altres tractaments. No obstant aquestes diferències s'atenuen molt ràpidament en fondària, de forma que als 13 cm les diferències ja no existeixen. T.C. i T.S. donen lloc a agregats més petits que no pas la sembra directa.

	D1	D2	D3	L1	L2	L3	M1	M2	M3
D1				***			***		
D2								**	
D3									
L1	***					***			
L2									
L3									
M1	***								***
M2		**							***
M3							***	***	

Taula V.1.5.- Diferències significatives del MWD dels tractaments.

L = Conreu tradicional, M = técniques simplificades i D = sembra directa.

Nivells de significació: ** = 1%; *** = 0.1%.

1.4. RESISTÈNCIA AL PENETRÓMETRE.

Donada la variabilitat de resultats obtinguts i el fet que una part d'aquesta variabilitat depèn de l'estat d'humitat del terra, ha calgut fer un tractament diferenciat de les dades, ja que a més de comparar entre fondàries i tècniques de conreu s'ha tingut en compte la parcel.la i el seu estat d'humitat.

Els diversos perfils d'esforç obtinguts amb el penetròmetre en cada parcel.la s'han distribuït en tres fondàries: la superficial i la intermitja afectades de forma diferent per totes les tècniques de conreu i la inferior que queda fora de la profunditat afectada que corresponen a les fondàries de 0 a 10 cm, de 10 a 35 i de 35 a 50 cm. De les diferents repliques de cada interval s'ha considerat només els valors màxim i mínim. Posteriorment s'han agrupat els valors en funció del seu contingut d'humitat. L'estudi estadístic només s'ha dut a terme en el mostreig de juliol. Els resultats es presenten en la Taula V.1.6.

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DD2			..		dC dA DB2		MA mA	DB1 DD2 LB1 LB2 MB1 MB2 mC1 mC2		1C	LD1 LD2 lA
		mC1	dA	DB1 DB2 DD2 dC	DD1 MB1	MA mA	LB1 LB2 LD2 MB2 mC2	lA lC	LD1		
		DB2	DD2 dA dC	DB1 DD1 LB1 MB1 mA mC2	LB2 LD2 MA MB2	lC	lA	lD1			

Taula V.1.6. Distribució dels valors d'humitat obtinguts en les parcel.les en el moment de les mesures de resistència a la penetració.
Les lletres indiquen les parcel.les i el tipus de treball del sòl. En l'eix vertical es presenten les tres fondàries estudiades i en l'eix horitzontal els continguts d'humitat en percentatge ponderal respecte sòl sec.

Els resultats de la resistència a la penetració estan recollits en la Taula V.1.7. Degut a la influència de l'estat d'humitat del sòl, s'ha fet la diferenciació de mitjanes entre mostres segons el seu contingut d'humitat (Taules V.1.8. i V.1.9.). Els valors que pren la resistència a la penetració es mantenen en el mateix ordre per a totes les fondàries, disminuint des de S.D. als altres dos. No obstant, aquestes diferències només son significatives per S.D.

Per les fondàries de 35 a 50 cm les diferències de tractaments són menors, però en totes les parcel.les hi han valors que estan en els llindars del extrems, fent delicada la seva interpretació. Les variacions mínimes s'obtenen entre 10 i 35 cm. Si es comparen els grups pel seu contingut d'humitat s'observa que la resistència a la penetració es manté molt semblant pels tractaments T.C. i S.D. i ben diferenciada de S.D.. Convé indicar que en cap cas s'observen valors que puguin indicar l'existència de problemes greus degut a la impedància, inclús sembla difícil poder apreciar amb el penetròmetre manual els valors limitants.

P=0-10 cm	Tractament	Resistència MPa	Grup SNK
R mínima	S.D.	0.03	A
R mínima	T.S.	0.01	B
R mínima	T.C.	0.01	B
R mitjana	S.D.	0.09	A
R mitjana	T.S.	0.03	B
R mitjana	T.C.	0.03	B
R màxima	S.D.	0.13	A
R màxima	T.S.	0.06	B
R màxima	T.C.	0.05	B
P=10-35 cm			
R mínima	S.D.	0.10	A
R mínima	T.S.	0.05	B
R mínima	T.C.	0.05	B
R mitjana	S.D.	0.15	A
R mitjana	T.C.	0.10	B
R mitjana	T.S.	0.09	B
R màxima	S.D.	0.22	A
R màxima	T.C.	0.15	B
R màxima	T.S.	0.14	B
P=35-50cm			
R mínima	S.D.	0.23	A
R mínima	T.C.	0.19	B
R mínima	T.S.	0.17	B
R mitjana	S.D.	0.26	A
R mitjana	T.C.	0.21	B
R mitjana	T.S.	0.20	B
R màxima	S.D.	0.31	A
R màxima	T.C.	0.27	A
R màxima	T.S.	0.26	A

Taula.V.1.7. Separació global de mitjanes pel mètode SNK, pels valors de resistència a la penetració (R) mínima, mitjana i màxima, per les diferents fondàries mesurades.

P = 0–10 cm H = 16 A 17%	Tractament	Resistència MPa	Grup SNK
R mínim	S.D.	0.025	A
R mínim	T.S.	0.014	B
R mínim	T.C.	0.008	C
R mitjana	S.D.	0.070	A
R mitjana	T.S.	0.030	B
R mitjana	T.C.	0.030	B
R màxim	S.D.	0.110	A
R màxima	T.S.	0.060	B
R màxima	T.C.	0.050	B

Taula V.1.8. Separació global de mitjanes pel mètode SNK, pels valors de resistència a la penetració (R) mínima, mitjana i màxima, pels diferents graus d'humitat.

P =10–35 cm H =11 a 15%	**Tractament**	**Resistència MPa**	**Grup SNK**
R mínim	S.D.	0.10	A
R mínim	T.S.	0.06	B
R mitjana	S.D.	0.15	A
R mitjana	T.S.	0.11	B
R màxim	S.D.	0.22	A
R màxim	T.S.	0.15	B
P =10–35 cm H =16 a 18%			
R mínim	T.S.	0.45	A
R mínim	T.C.	0.45	A
R mitjana	T.S.	0.10	B
R mitjana	T.C.	0.09	B
R màxim	T.S.	0.15	C
R màxim	T.C.	0.14	C

Taula V.1.9. Separació global de mitjanes pel mètode SNK, pels valors de resistència a la penetració (R) mínima, mitjana i màxima, pels diferents graus d'humitat.

2. DINÀMICA DEL NITROGEN MINERAL

De les determinacions de les mostres de sòl s'han obtingut valors per als següents paràmetres: percentatge de matèria orgànica (% M.O.), percentatge de nitrogen total (% NT) i relació C/N per al mostreig inicial; continguts d'amoni i nitrats per a tots dos mostreigs.

A partir d'aquests resultats, s'han calculat els següents valors derivats: N mineral (NH_4^++NO_3^-) i el seu percentatge respecte al NT (% N mineral / NT). Així mateix s'estudia la proporció de cada forma mineral en relació al NT i al N mineral respectivament (%NH_4^+/NT ; %NO_3^-/NT ; %NH_4^+/N mineral i %NO_3^-/N mineral).

La discussió de resultats es divideix en dos grans blocs: En el primer s'analitza els nivells generals relatius a la matèria orgànica i N mineral en els 35 cm de sòl, estudiats globalment. Es fa una avaluació dels diferents paràmetres per a cada mostreig, per observar posteriorment com han evolucionat al llarg de l'experiència.

En el segon bloc s'analitzen amb més detall les dades referents a les tres fondàries en estudi i als tres tractaments realitzats. D'aquesta manera es pretén fer un estudi comparatiu entre horitzons i entre tractaments per a cada mostreig, alhora que s'estudia l'evolució del N en el sòl considerant aquests factors.

La discussió es realitza a partir de les mitjanes de les dues rèpliques existents de cada horitzó i de cada tractament.

2.1. AVALUACIÓ GENERAL DELS NIVELLS DE M.O. I N.

2.1.1. MOSTREIG INICIAL

La relació C/N per a totes les mostres de sòl analitzades oscil.la entre 6 i 9 i presenta un % coeficient de variació (%CV) entre 0 i 14 (Taula V.2.1).Segons la

classificació que fa MAGNY & BAUR (1962) respecte a aquest paràmetre per a sòls cultivats, es pot deduir que la relació C/N presenta valors baixos. En un treball citat per MOREL (1989) en experiències similars a la nostra, i que s'utilitzarà sovint per comparar els resultats, es varen obtenir valors que oscil.len entre 9 i 12.

Per al percentatge de matèria orgànica es tenen valors compresos entre 1,2% i 2,7% . Segons MAGNY & BAUR, un contingut entre 1 i 2% suposa un nivell baix-mig, malgrat que es considera usual en els sòls cultivats de la nostra àrea. En el treball citat anteriorment, els sòls presenten percentatges de M.O. que oscil.len entre el 2 i el 3%.

TAULA V.2.1. Característiques dels horitzons. 1ª mostreig.

PARA-ME-TRE	H	T.C.			T.S.			S.D.		
		X	S	%CV	X	S	%CV	X	S	%CV
C/N	H-1	8,88	0,21	2	7,95	0,11	1	6,72	0,91	14
	H-2	9,19	0,94	10	8,17	0,13	2	7,16	0,20	3
	H-3	7,94	0,90	11	7,28	0,00	0	5,96	0,39	7
%MO	H-1	2,52	0,30	12	2,55	0,22	9	2,00	0,16	8
	H-2	2,72	0,09	3	2,17	0,11	5	1,83	0,06	3
	H-3	1,78	0,25	14	1,56	0,20	12	1,19	0,16	13
%NT	H-1	0,16	0,02	13	0,18	0,02	10	0,17	0,01	6
	H-2	0,17	0,01	8	0,15	0,00	4	0,15	0,00	1
	H-3	0,13	0,00	3	0,12	0,01	12	0,12	0,01	7

TC: Treball convencional. TS: Treball simplificat.
SD: Sembra directa.
S: Desviació tipus. CV: Coeficient de variació.

El contingut total de nitrogen varia entre 0,12 i 0,18%, amb CV que oscil.len entre l'1% i el 13%. Segons FOX (citat a BINKLEY & HART, 1989) fins el 20% de variació es considera un nivell acceptable. Es pot concloure que aquests nivells són

mitjans d'acord amb la classificació per a NT de MAGNY & BAUR, o bé els podem considerar lleugerament alts si els referim als trobats en el treball citat per MOREL (0,12 a 0,16%).

En quant als valors de nitrogen mineral en els sòls, es pot apreciar que aquests oscil.len entre 7,2 i 28,8 mg/Kg que representen entre el 0,5 i el 1,8% del NT (Taules V.2.2 i V.2.3). Per als valors absoluts, el CV varia del 4 al 62%; pel que fa als percentatges, oscil.len entre 1 i 72%. Segons diversos autors citats per KEENEY & NELSON (1982), la fracció mineral del NT en sòls agrícoles és generalment inferior a 2%. Per tant, els sòls estudiats tenen un nivell normal de nitrogen mineral en relació amb el NT.

CAREFOOT et al. (1990), en experiències de blat d'hivern utilitzant dos tractaments diferents del sòl i en tres profunditats similars a les estudiades aquí, observa continguts de N mineral de 25 a 36 Kg/ha. En el nostre cas han estat de 46 a 68 Kg/ha per a 35 cm, els quals indiquen,per comparació, un contingut elevat de N mineral en els sòls analitzats.

TAULA V.2.2. N mineral en mg/kg. 1ª mostreig.

PARA-ME-TRE	H	T.C.			T.S.			S.D.		
		X	S	%CV	X	S	%CV	X	S	%CV
N min mg/Kg	H-1	28,8	17,6	62	18,2	1,75	10	12,8	2,88	23
	H-2	11,3	2,00	17	12,1	2,86	24	7,19	1,96	27
	H-3	10,3	0,46	4	8,40	0,96	11	8,26	2,86	35
NH4+ mg/Kg	H-1	16,8	16,6	99	5,11	1,32	26	1,60	2,26	141
	H-2	1,10	1,56	141	3,36	2,72	81	2,97	0,78	26
	H-3	2,53	1,09	43	5,77	0,54	9	4,84	1,24	26
NO3- mg/Kg	H-1	12,0	0,64	5	13,1	0,42	3	11,2	0,63	6
	H-2	10,2	10,4	4	8,73	0,14	2	4,22	2,74	65
	H-3	7,8	0,63	8	2,67	0,42	16	3,42	1,61	47

TAULA V.2.3. Proporcions del N mineral respecte N total. 1ª mostreig.

PARA-ME-TRE	H	T.C.			T.S.			S.D.		
		X	S	%CV	X	S	%CV	X	S	%CV
N min	H-1	1,80	1,30	72	1,00	0,18	17	0,75	0,23	31
NT	H-2	0,66	0,06	10	0,80	0,22	28	0,48	0,13	27
%	H-3	0,79	0,04	4	0,70	0,01	1	0,70	0,21	29
NH4+	H-1	1,05	1,15	105	0,30	0,01	34	0,10	0,14	141
NT	H-2	0,06	0,08	141	0,22	0,18	84	0,20	0,05	25
%	H-3	0,19	0,08	40	0,50	0,01	3	0,40	0,08	20
NO3-	H-1	0,74	0,13	18	0,73	0,08	12	0,66	0,09	14
NT	H-2	0,60	0,03	5	0,56	0,04	6	0,30	0,18	66
%	H-3	0,60	0,05	8	0,23	0,01	3	0,28	0,12	41

TAULA V.2.4. Proporcions de les formes de N respecte el N mineral. 1ª mostreig.

PARA-ME-TRE	H	T.C.			T.S.			S.D.		
		X	S	%CV	X	S	%CV	X	S	%CV
NH4+	H-1	50,2	27,0	55	28,0	4,60	17	10,8	15,3	141
N min	H-2	8,60	12,2	141	25,8	16,4	63	44,4	23,0	52
%	H-3	24,5	9,54	39	68,4	1,34	2	60,0	5,50	9
NO3-	H-1	49,9	28,0	55	72,0	4,60	6	89,2	15,3	17
N min	H-2	91,4	12,2	13	74,2	16,4	22	55,6	23,0	41
%	H-3	75,5	9,47	13	31,6	1,34	4	40,0	5,60	14

Pel que fa al contingut en valors absoluts de les formes individuals (NO_3^- i NH_4^+), les quantitats de nitrats oscil.len entre 2,67 i 13,1 mg/Kg; per a NH_4^+: entre 1,1 i 16,8 mg/Kg. En xifres proporcionals representen, en valors mitjans, el 0,5 % de NO_3^-

/NT i 0,3% de NH_4^+/NT. Per tant, hi ha més N en forma nítrica que amoniacal. La variació de %CV referent als nivells de N-NH_4^+, en valors absoluts, es troba entre el 9% i el 141%; segons STRADER (BINKLEY & HART 1989) és possible trobar variacions fins el 80%. Per a N-NO_3^-, en valors absoluts, es té un CV entre el 2% i el 65%. Prenent la mateixa referència bibliogràfica, el 90% és un variabilitat acceptable per aquest paràmetre.

Respecte al N mineral, també s'observa un clar predomini de la forma nítrica (64,4%) en front de l'amoniacal (35,6%) com a mitjana. Els continguts a 35 cm s'avaluen en 37 kg/ha per a la primera forma i 19 kg/ha per a la segona.

En resum, en el mostreig inicial (realitzat tres setmanes després de l'adobat de fons), s'observa un contingut relativament elevat en N mineral. Es pot concloure que degut a aquest fet es té una baixa relació C/N en un sòl amb nivells mitjans de M.O. De tota manera, valors inferiors a 10 per la relació C/N en sòls agrícoles són considerats normals. D'altra banda, es constata el predomini de la forma nítrica de la fracció mineral del N en els sòls analitzats.

2.1.2. MOSTREIG FINAL

En aquesta etapa de l'experiència es troben nivells de N mineral de l'ordre de 10 a 30 mg/Kg que representen del 0,65% al 2% respecte al NT (Taules V.2.5 i V.2.6). Els CV màxims són del 38%.

El contingut de N mineral pels primers 35 cm del sòl, oscil.la entre 61,6 i 117 Kg/ha. CAREFOOT et al. (1990) en determinacions realitzades durant la mateixa etapa de l'experiència (posterior a la collita de blat), obté nivells de 15 a 54 Kg/ha, fet que confirma uns nivells de N mineral bastant elevats en els sòls estudiats per nosaltres. En concret, hi ha 27 kg/ha com a mitjana de N-nitrat i 53 kg/ha de la forma amònica.

TAULA V.2.5. N mineral en mg/kg. 2ª mostreig.

PARA-ME-TRE	H	T.C.			T.S.			S.D.		
		X	S	%CV	X	S	%CV	X	S	%CV
N min mg/Kg	H-1	11,0	1,27	12	18,6	7,00	36	30,0	-	-
	H-2	12,4	2,31	19	9,81	0,01	0	18,8	3,60	19
	H-3	10,8	0,19	2	11,9	4,60	38	23,1	3,61	16
NH_4^+ mg/Kg	H-1	7,37	1,56	21	13,5	5,76	7	20,0	4,31	22
	H-2	6,43	0,70	11	7,00	0,08	1	14,1	3,03	21
	H-3	6,11	0,37	6	9,24	3,73	40	14,1	1,85	13
NO_3^- mg/Kg	H-1	3,67	0,28	8	5,10	0,91	18	10	-	-
	H-2	6,00	1,61	27	2,82	0,07	3	4,66	0,57	12
	H-3	4,66	0,57	12	2,70	0,84	31	9,03	5,47	61

TAULA V.2.6. Proporcions del N mineral respecte N total. 2ª mostreig.

PARA-ME-TRE	H	T.C.			T.S.			S.D.		
		X	S	%CV	X	S	%CV	X	S	%CV
N min / NT %	H-1	0,67	0,01	2	1,03	0,29	28	1,77	-	-
	H-2	0,72	0,07	10	0,63	0,03	4	1,30	0,24	19
	H-3	0,83	0,02	2	1,00	0,27	27	2,00	0,19	10
NH_4^+ / NT %	H-1	0,45	0,03	8	0,75	0,26	35	1,19	0,35	30
	H-2	0,38	0,01	3	0,45	0,01	3	0,94	0,20	21
	H-3	0,47	0,03	6	0,76	0,22	29	1,23	0,24	19
NO_3^- / NT %	H-1	0,23	0,05	21	0,28	0,03	10	0,56	-	-
	H-2	0,35	0,07	20	0,18	0,01	8	0,31	0,04	14
	H-3	0,36	0,04	12	0,22	0,04	20	0,77	0,43	55

TAULA V.2.7. Proporcions de les formes de N respecte el N mineral. 2ª mostreig.

PARA-ME-TRE	H	T.C.			T.S.			S.D.		
		X	S	%CV	X	S	%CV	X	S	%CV
NH_4^+	H-1	66,4	6,43	10	71,7	5,23	7	63,0	-	-
N min	H-2	52,1	4,10	8	71,3	0,78	11	75,1	1,77	2
%	H-3	56,8	4,53	8	77,2	1,69	2	62,4	17,8	29
NO_3^-	H-1	33,7	6,43	19	28,3	5,23	18	37,0	-	-
N min	H-2	47,9	4,10	9	28,7	0,78	3	24,9	1,77	7
%	H-3	43,2	4,50	10	28,8	1,70	7	37,6	17,8	47

Es troben quantitats de NH_4^+ de 6 a 20 mg/Kg i de NO_3^-de 2,7 a 10 mg/Kg, els termes mitjans de les quals corresponen a 0,7% de NH_4^+ respecte al NT i per a la forma nítrica un 0,4%. Els CV corresponents als valors en termes absoluts de N en la forma amònica, varien de 1 a 40%, no arribant per tant al màxim establert per STRADER. Per a la forma nítrica oscil.len entre 3% i 61%, valors inferiors a la referència del mateix autor ja citada en el punt anterior.

Pel que fa als percentatges respecte a la fracció mineral, trobem valors mitjans de la forma amònica de 66% i de la nítrica un 34%, amb un clar predomini de la forma amònica (Taula V.2.7).

Per al segon mostreig, posterior al final del cultiu, s'observa, en conclusió, que el contingut de N mineral tant en termes absoluts com referits al NT és elevat. La forma de N predominant en la fracció mineral és l'amònica.

2.1.3. EVOLUCIÓ DEL CONTINGUT DE N MINERAL AL LLARG DE L'EXPERIÈNCIA.

Els valors de N mineral han experimentat en general un increment en el seu contingut que varia entre el 4% i el 38%. Cal matitzar però, que aquesta variació no és uniforme per als sòls amb els diferents tractaments, ja que, quan s'estudien individualment, s'observa que l'augment més notable es dóna en aquelles parcel.les on no s'ha treballat el sòl. Aquest aspecte serà tractat en el punt 2.2.2.

Globalment, i considerant la dosi d'adob aportat al sòl i les pèrdues de N (absorció per la planta, immobilització orgànica i volatització), els increments de N mineral al final de l'experiència corresponen al nitrogen relicte procedent de la fertilització. Així, es justifica l'augment de la proporció de N mineral respecte al N total del sòl.

Quan es considera la forma de N mineral es constata que és degut a l'increment del contingut de N en la forma amònica. Aquest, augmenta del 19% al 445% en valors absoluts, el 133% com a mitjana en proporció al NT i un 90% en relació al N mineral. El contingut de N en la forma nítrica disminueix fins al 31% en valors absoluts, i en les mateixes magnituds (25%) respecte al NT.

Per tant, l'increment del N en la forma amònica és, generalment, més important que la disminució del N en la forma nítrica, la qual cosa es tradueix en un augment net de la fracció mineral al llarg de l'experiència.

L'augment de N en la forma amònica és conseqüència, probablement, de la seva retenció en el complex absorbent del sòl, mentre que, la disminució global de la forma nítrica, podria ser explicada per diverses causes: pèrdues en lixiviació cap els horitzons més profunds (>35 cm). Segons VIDEIRA DE ABREU (1986), en general el contingut de NO_3^- en les aigües de drenatge de sòls agrícoles és 100 vegades superior al trobat per NH_4^+.

D'altra banda, les plantes absorbeixen preferentment la forma nítrica sobre l'amònica, fet que pot explicar els menors continguts trobats en l'època posterior al cultiu(segon mostreig, juliol). Caldria comprovar en aquest sentit els nivells de les formes minerals de N en èpoques de màxim creixement i, per tant, demanda per part de la planta. Paral.lelament, els menors continguts hídrics del sòl en l'època estival poden reduir el procés de la nitrificació i explicar una certa acumulació de N amoniacal. STEVENSON (1986) també justifica un efecte depressiu en la nitrificació de la matèria orgànica per l'excreció per part de l'arrel de la planta de productes inhibidors.

2.2. COMPARACIÓ ENTRE HORITZONS I TRACTAMENTS

2.2.1. COMPARACIO ENTRE HORITZONS

2.2.1.1. MOSTREIG INICIAL

Els valors de la relació C/N més elevats (Taula V.2.8) corresponen a l'H-2 i els més baixos a l'H-3. Hi ha més variació entre aquests dos horitzons (un descens mig del 14%) que de l'H-1 a l'H-2 (un increment mig del 4%). Per tant hi ha poca variació entre els dos primers horitzons.

TAULA V.2.8. Característiques dels horitzons. 1ª mostreig.

H	C/N			% MO			% NT		
	X	S	% CV	X	S	% CV	X	S	% CV
H-1	7,85	1,08	14	2,35	0,30	13	0,17	0,01	6
H-2	8,17	1,00	12	2,24	0,45	20	0,16	0,01	7
H-3	7,06	1,00	14	1,51	0,30	20	0,12	0,12	5

El percentatge de M.O. que conté les mostres del sòl estudiat, va disminuint amb la profunditat, registrant-se una disminució de 38% de l'H-3 respecte l'H-1. És el comportament esperat per aquest paràmetre. S'observen les mateixes pautes pel contingut de NT, havent-hi un 29% de disminució de l'H-3 respecte l'H-1.

La fracció mineral del N presenta, en termes absoluts, una major concentració en el H-1 tant per la forma amònica com per la nítrica (Taula V.2.9). Cal destacar però, que els continguts de la primera són extremadament variables en l'horitzó superficial, atribuïble, segurament, a les variacions observades en la parcel.la de sembra directa (vegi's Taula V.2.2).

TAULA V.2.9. N mineral en mg/kg. 1ª mostreig.

H	N min.			NH_4^+			NO_3^-		
	X	S	% CV	X	S	% CV	X	S	% CV
H-1	19,9	8,15	41	7,83	8,00	101	12,1	0,97	8
H-2	10,2	2,60	26	2,47	1,20	49	7,72	3,12	40
H-3	9	1,13	13	4,38	1,66	38	4,62	2,75	60

L'horitzó més pobre en N mineral (H-3), no es correspon amb el que presenta valors més baixos de N-NH_4^+ (H-2). Aquest horitzó té un contingut d'amoni 68% inferior a l'H-1. La forma nítrica experimenta un decrement a mesura que s'allunya de la superfície. En línies generals, pels tres paràmetres discutits, es dedueix que l'horitzó superficial és el més ric en N mineral amb una apreciable diferència respecte l'H-2.

Si s'observa les proporcions de la fracció mineral respecte al NT (Taula V.2.10), es veu que aquest es troba en major proporció en l'H-1, seguit de l'H-3. Això succeeix com a conseqüència de la baixa proporció del %NH_4^+/NT en l'horitzó H-2, que és el 67% més petit que l'H-1. El %NO_3^-/NT és més elevat en l'H-1 i més baix en l'H-3 (48% inferior al primer).

Pel que fa a les proporcions de les formes amòniques i nítriques del N en la fracció mineral d'aquest, es constata que en l'H-3 les proporcions estan més equilibrades que en els altres horitzons. La forma amònica predomina en l'H-3 (de l'ordre del 50% superior respecte als altres horitzons). La proporció de NO_3^-/Nmin. més elevada, es troba en l'H-1 i H-2, essent l'horitzó amb menys proporció un 33% inferior a l'H-2.

TAULA V.2.10. Proporcions de N mineral respecte N total. 1ª mostreig.

H	% N min / NT			$\%NH_4^+$ /NT			$\%NO_3^-$ /NT		
	X	S	% CV	X	S	% CV	X	S	% CV
H-1	1,18	0,55	46	0,48	0,50	103	0,71	0,05	6
H-2	0,65	0,16	25	0,16	0,09	55	0,49	0,17	34
H-3	0,73	0,05	7	0,36	0,16	43	0,37	0,20	54

TAULA V.2.11. Proporcions de les formes de N respecte al N mineral. 1ª mostreig.

H	$\%NH_{4+}$ /N min			$\%NO_3^-$ /N min		
	X	S	% CV	X	S	% CV
H-1	29,7	19,7	67	70,3	19,7	28
H-2	26,3	18,0	68	73,7	18,0	24
H-3	51,0	23,0	46	49,0	23,3	48

2.2.1.2. MOSTREIG FINAL

En primer lloc es discutiran els continguts de la forma amònica i nítrica del N en valors absoluts (Taula V.2.12). El comportament dels dos paràmetres és semblant: H-1 és l'horitzó amb un contingut més elevat, i els dos altres horitzons presenten valors poc variables entre sí. L'horitzó més pobre en NH_4^+ (H-2), és un 32% inferior a l'H-1. Pel que fa al contingut de NO_3^-, l'H-2 en té un 28% menys que l'H-1.

TAULA V.2.12. N mineral en mg/kg. 2ª mostreig.

H	N min.			NH_4^+			NO_3^-		
	X	S	% CV	X	S	% CV	X	S	% CV
H-1	19,9	9,60	48	13,6	6,30	46	6,26	3,30	53
H-2	13,7	4,60	34	9,18	4,29	47	4,50	1,60	36
H-3	15,3	6,82	45	9,81	4,00	41	5,46	3,20	59

La fracció mineral, que és el resultat de la suma de de les dues formes anteriorment citades, presenta un major contingut a l'H-1 i menor a l'H-2. Hi ha un decrement del 32% entre ambdós horitzons. S'observa, per tant, una pauta paral.lela a la que segueixen les formes individuals.

Quan s'analitzen els resultats obtinguts com proporció de les formes de N respecte el NT (Taula V.2.13), s'evidencia que és l'horitzó més profund el que presenta uns continguts relatius més alts, encara que poc diferent de l'horitzó superficial. En comparació amb l'horitzó 2 s'observa un augment del 26, 40 i 60% de la forma amònica, nítrica i minerals en conjunt, respectivament.

TAULA V.2.13. Proporcions de les formes de N respecte al N total. 2ª mostreig.

H	% N min / NT			$\%NH_4^+$ /NT			$\%NO_3^-$ /NT		
	X	S	% CV	X	S	% CV	X	S	% CV
H-1	1,16	0,56	98	0,80	0,37	47	0,36	0,18	50
H-2	0,89	0,36	41	0,59	0,30	52	0,28	0,08	32
H-3	1,28	0,63	50	0,80	0,38	47	0,45	0,29	63

TAULA V.2.14. Proporcions de les formes de N respecte el N mineral. 2m mostreig.

H	%NH_4^+ /N min			%NO_3^- /N min		
	X	S	% CV	X	S	% CV
H-1	67,0	4,40	7	33,0	4,40	13
H-2	66,2	12,3	19	33,8	12,0	36
H-3	65,5	10,5	16	34,5	10,5	31

Dels principals components de la fracció mineral del N, la forma amònica i la nítrica es troben en major proporció en relació al N mineral en els horitzons H-1 i H-3 respectivament. De tota manera hi ha poca diferència entre els horitzons. En conjunt, la forma amònica és la que predomina en les tres fondàries estudiades (Taula V.2.14).

En resum, s'observa un contingut més elevat en N mineral en l'horitzó superficial, així com de les formes amònica i nítrica, en termes absoluts. Però els seus percentatges respecte al NT són lleugerament superiors en l'horitzó H-3. La forma amònica és la més abundant proporcionalment.

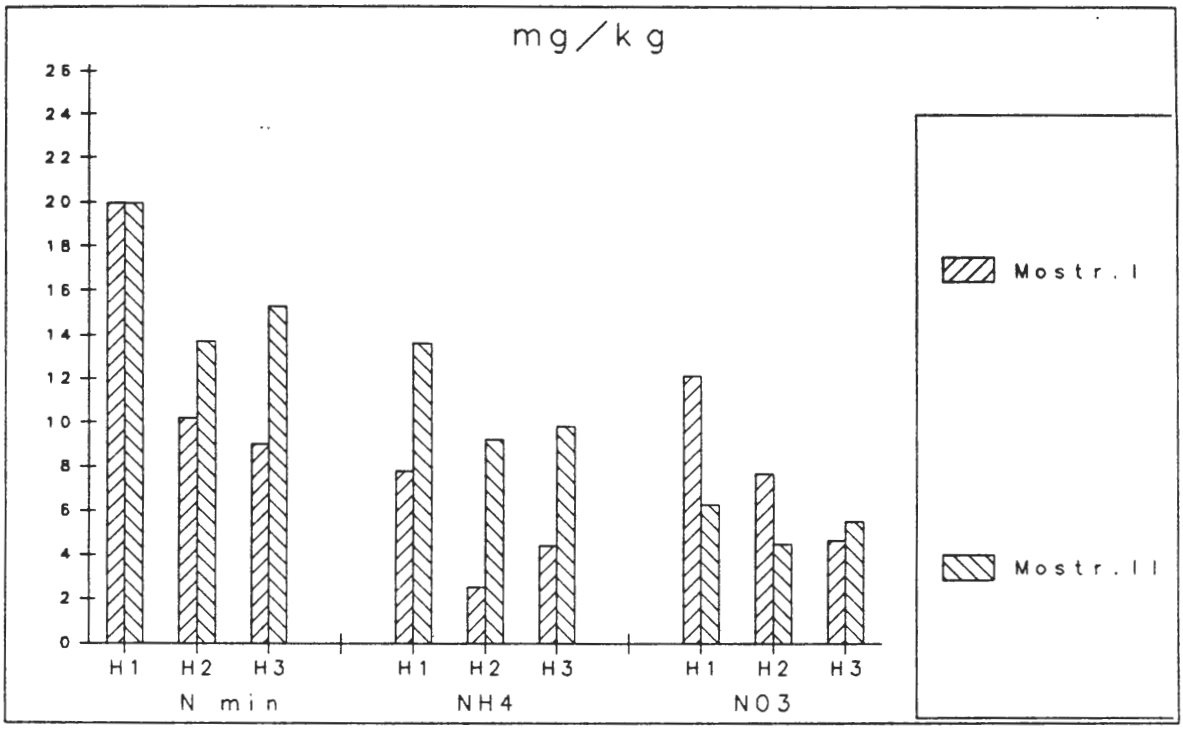
2.2.1.3. EVOLUCIÓ DEL CONTINGUT DEL N MINERAL AL LLARG DE L'EXPERIÈNCIA.

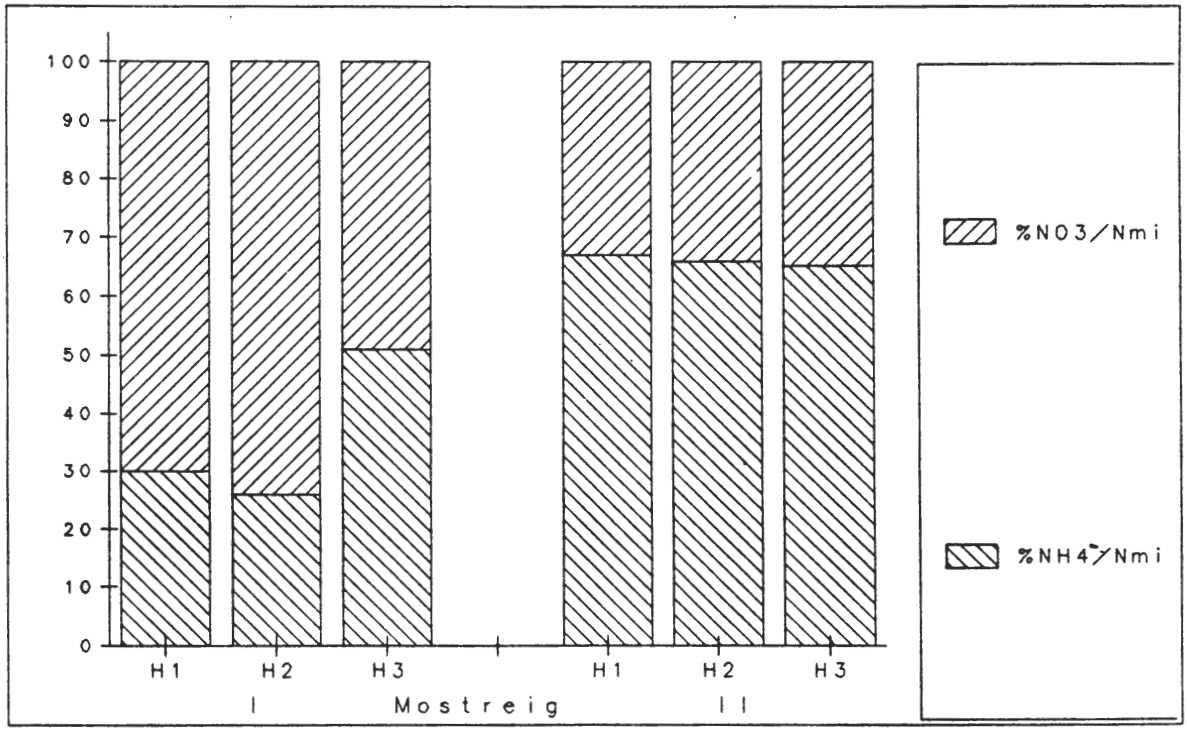
Pel que fa al conjunt de les formes minerals, en valors absoluts es pot constatar que l'H-1 és el que presenta un contingut més elevat, i que aquest no varia al llarg de l'experiència (Fig.V.2.1). Els altres horitzons experimenten un increment en els seus valors i l'H-3, inicialment el més pobre, conté al final més N mineral que l'H-2. El contingut de N en forma amònica augmenta en les tres horitzons estudiats (on el menor creixement és del 74%). En tots dos mostreigs, l'horitzó H-1 és el més ric en aquesta forma de N, i l'H-2 el més pobre. Pel que fa a la forma nítrica, s'observa una disminució del contingut en N-NO_3^-, tot i que l'H-1 segueix essent el que presenta una concentració més elevada d'aquesta forma de N.

L'evolució del N mineral respecte al NT és la següent: inicialment l'H-1 tenia la major proporció de N mineral (1.2%), per passar al final a ser l'H-3 el que presenta aquesta característica. L'horitzó més pobre és sempre l'H-2. Amb l'excepció de l'H-1, que es manté, els altres horitzons incrementen el seu valor proporcional al llarg de l'experiència, destacant l'H-3 amb un augment relatiu del 75%.

El percentatge de N amònic/NT presenta un increment generalitzat en tots els horitzons. L'H-2 es manté com el de menor proporció, observant-se un major augment relatiu en l'H-3 (122%), que al final del tractament s'iguala amb l'H-1. Contrariament, la proporció de $N-NO_3^-/NT$ disminueix en tots els horitzons, a excepció de l'H-3 on augmenta en un 22%, paral.lel a l'augment global de les formes minerals.

Per últim, la pauta referent a les proporcions de la forma amònica i nítrica respecte el N mineral (Fig.V.2.2), es manifesta en un increment de la forma amònica pels tres horitzons, en detriment de la forma nítrica. S'observa una homogeneïtzació en les proporcions finals del N amònic, en comparació amb el major contingut proporcional inicial en el tercer horitzó.





Figs. V.2.1 i V.2.2. Evolució del contingut de les formes de N i de la seva proporció respecte el N mineral en els tres horitzons del sòl.

2.2.2. COMPARACIÓ ENTRE TRACTAMENTS

L'anàlisi dels resultats es fa considerant globalment els 35 cm de sòl estudiat, ja que interessa comparar la dinàmica del N a disposició de les arrels en funció del tractament realitzat. No interessa, en aquest cas, tenir coneixement de les diferències trobades entre els horitzons que ja han estat discutides a l'apartat anterior.

2.2.2.1. MOSTREIG INICIAL

Per a tots els paràmetres analitzats, a excepció del %NT que té valors semblants, el treball convencional (T.C.) és el que presenta el valor màxim, mentre que en sembra directa (S.D.) és el que té valors més baixos.

Les menors diferències trobades es donen en la relació C/N (en S.D. és el 24% inferior respecte el T.C.) així com en els continguts de matèria orgànica, ja que amb S.D. és el 29% inferior respecte del T.C.(Taula V.2.15). Les diferències màximes s'observen en els continguts de N mineral considerats globalment, així com en les formes individuals ($N-NH_4^+$ i $N-NO_3^-$) que són un 44%, 54% i 37% inferiors en S.D., respectivament, en comparació amb T.C. (Taula V.2.16). Els percentatges de disminució de la S.D. respecte el T.C. oscil.len entre el 37% (en %NO_3^-/NT) i 46,5% (en %N mineral/NT, Taula V.2.17). En contraposició a les pautes generals, la proporció de $N-NH_4^+$ respecte la fracció mineral (Taula V.2.18), presenta els nivells més baixos en T.C..

TAULA V.2.15. Característiques dels sòls (35 cm).1r mostreig.

PARAMETRE	T.C.			T.S.			S.D.		
	X	S	%CV	X	S	%CV	X	S	%CV
C/N	8,67	0,65	8	7,80	0,46	6	6,61	0,61	9
% MO	2,34	0,49	21	2,09	0,50	24	1,67	0,43	25
% NT	0,15	0,02	14	0,15	0,03	20	0,15	0,02	17

TAULA V.2.16. N mineral en mg/kg (35 cm). 1ª mostreig.

PARAMETRE	T.C.			T.S.			S.D.		
	X	S	%CV	X	S	%CV	X	S	%CV
N mineral	16,8	10,4	62	12,9	4,94	38	9,40	2,96	31
NH_4^+	6,81	8,68	127	4,74	1,25	26	3,13	1,63	52
NO_3^-	10,0	2,12	21	8,16	5,24	64	6,27	4,26	68

TAULA V.2.17. Proporcions del N mineral respecte N total (35 cm). 1ª mostreig.

PARAMETRE	T.C.			T.S.			S.D.		
	X	S	%CV	X	S	%CV	X	S	%CV
%Nmin / NT	1,08	0,62	58	0,83	0,15	18	0,64	0,14	22
%NH_4^+ / NT	0,43	0,54	124	0,34	0,14	42	0,23	0,15	65
%NO_3^- / NT	0,65	0,08	12	0,51	0,25	50	0,41	0,21	52

TAULA V.2.18. Proporcions de les formes de N respecte el N mineral (35 cm). 1ª mostreig.

PARAMETRE	T.C.			T.S.			S.D.		
	X	S	%CV	X	S	%CV	X	S	%CV
%NH_4^+ /Nmin	27,8	21,0	76	40,7	24,0	59	38,4	25,0	65
%NO_3^- /Nmin	72,2	21,0	29	59,3	24,0	40	61,6	25,0	41

2.2.2.2. MOSTREIG FINAL

La fracció mineral, així com la forma de N amònic, en valors absoluts (Taula V.2.19) presenten valors més elevats en el tractament de S.D. i més baixos en T.C. amb diferències de 52% (N mineral) i 59% ($N-NH_4^+$) del primer tractament respecte al segon. Pel que fa a la forma nítrica del N el T.S. és el tractament que presenta un contingut més baix, i la S.D. el que presenta un contingut més elevat (T.S. és 55% inferior a S.D.).

TAULA V.2.19. N mineral en mg/kg (35 cm). 2ª mostreig.

PARAMETRE	T.C.			T.S.			S.D.		
	X	S	%CV	X	S	%CV	X	S	%CV
N mineral	11,4	0,80	7	13,5	4,60	34	24,0	5,66	24
NH_4^+	6,63	0,65	10	9,92	3,32	33	16,1	3,41	21
NO_3^-	4,78	1,17	24	3,54	1,35	38	7,90	2,85	36

La proporció de la fracció mineral de N i les seves formes amònica i nítrica respecte a NT (Taula V.2.20) segueixen la mateixa pauta. Així, tenim unes diferències en %N mineral/NT del 56% i en $\%NH_4^+/NT$ del 62% de T.C. respecte a S.D.. Amb el T.S., el $\%NO_3^-/NT$ és el 58% inferior respecte a la S.D..

TAULA V.2.20. Proporcions del N mineral respecte N total (35 cm). 2ª mostreig.

PARAMETRE	T.C.			T.S.			S.D.		
	X	S	%CV	X	S	%CV	X	S	%CV
%Nmin / NT	0,74	0,08	11	0,89	0,22	25	1,69	0,36	21
$\%NH_4^+$ / NT	0,43	0,05	11	0,65	0,18	27	1,12	0,16	14
$\%NO_3^-$ / NT	0,31	0,07	23	0,23	0,05	22	0,55	0,23	42

Les proporcions d'amoni i nitrat respecte la fracció mineral, presenten menors variacions de nivell entre els tractaments (Taula V.2.21). El %NH_4^+/N mineral és més baix en T.C. i més alt en T.S. (20%). El %NO_3^-/N mineral és el 36% inferior amb T.S. que amb T.C..

Al final del cicle de cultiu s'aprecia un predomini de valors més elevats en el tractament de S.D..

TAULA V.2.21. Proporcions de les formes de N respecte el N mineral (35 cm). 2ª mostreig.

PARAMETRE	T.C.			T.S.			S.D.		
	X	S	%CV	X	S	%CV	X	S	%CV
%NH_4^+ /Nmin	58,4	7,26	12	73,4	3,29	4	66,8	7,15	11
%NO_3^- /Nmin	41,6	7,26	17	26,6	3,21	12	33,2	7,17	22

2.2.2.3. EVOLUCIÓ

En els paràmetres estudiats, s'observa clarament el desplaçament dels valors màxims del tractament de T.C. cap al de S.D., invertint-se la situació inicial.

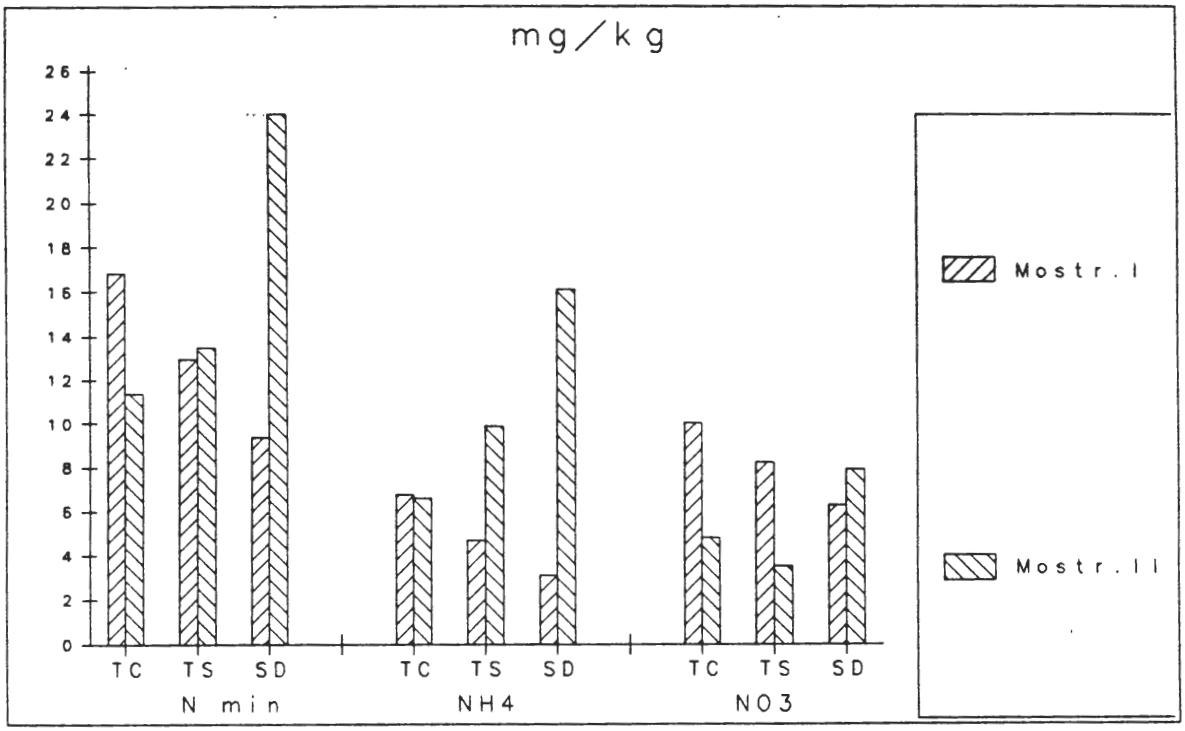
En les parcel.les on no s'ha realitzat el treball convencional, la tendència observada en la fracció mineral i en la concentració de la forma de N amònic, en valors absoluts, és d'augment entre els dos mostreigs. Per al primer paràmetre, destaca S.D amb un 155% de diferència (mg/kg) i es passa d'un contingut de 46 a 118 kg/ha. Per al segon, l'increment és del 109% amb T.S. (20 a 44 kg/ha) i 413% amb S.D.(18 a 80 kg/ha). En T.C. decreix en un 32% el contingut de N mineral i en un 3% el N-NH_4^+ (Fig.V.2.3). Aquesta pauta és però només atribuïble a les diferències en l'horitzó més superficial, ja que en els 35 cm els continguts de la forma amònica augmenten de 17 a 33 kg/ha. En canvi, la concentració de la forma nítrica per a T.S. i T.C. disminueix en un 57% i en un 52% respectivament, però augmenta en S.D. en un 26%.

La bibliografia ofereix de vegades resultats contradictoris en experiències similars. En principi, cal suposar que el treball del sòl estimula l'amonificació del N orgànic i la conseqüent nitrificació, possibilitant així una major absorció per les plantes en el període de major demanda (STEVENSON 1982) i també un major rentat de nitrat cap els horitzons inferiors. Aquesta pauta es traduïria en uns menors nivells de N nítric en els sòls treballats en el període posterior a la collita, en comparació amb els que presentava a l'inici del cultiu.

Així mateix, GERMON & TAUREAU (1991) postulen una ralentització de la nitrificació amb tècniques simplificades, en comparació amb els sòls treballats, en observar menys organismes nitrificadors en la superfície del sòl en els períodes més humits i amb temperatures més fredes i una tendència a una acumulació temporal de l'amoni, que en el nostre cas sembla important. A l'estiu, la major conservació de l'aigua en els sòls no treballats afavoreix llavors una major nitrificació.

Es constata així mateix, que amb S.D. no solament es passa a tenir els nivells més elevats de %N mineral/NT, sinó que assoleix uns valors superiors als que presenta a l'inici de l'experiència (128% superior a T.C. al final de l'experiència, mentre que era un 69% inferior a l'inici de la mateixa). GERMON & TAUREAU apunten, en experiències a llarg termini, que en els sòls no treballats, hi ha una major immobilització del N aportat amb els adobs i, en conseqüència, augmenta la proporció de N orgànic en aquests sòls. Aquesta pauta es contradiu amb els nostres resultats, potser atribuïble a què només tenim dades d'un cicle de cultiu. A diferència del que passava amb els anteriors paràmetres, el percentatge de N mineral/NT en T.S. roman quasi invariable.

Pel que fa a les variables $\%NH_4^+/NT$, $\%NO_3^-/NT$, $\%NH_4^+/N$ mineral i $\%NO_3^-/N$ mineral, s'observa en general un augment dels valors corresponents a la forma amònica del N i una disminució de la seva forma nítrica (Fig. V.2.4). En el tractament S.D. també hi ha un increment de $\%NO_3^-/NT$ encara que molt inferior a l'experimentat per la forma amònica. Així s'explica que, globalment, la forma majoritària de N sigui l'amònica, i que amb el temps segueixi la mateixa pauta que els altres tractaments.



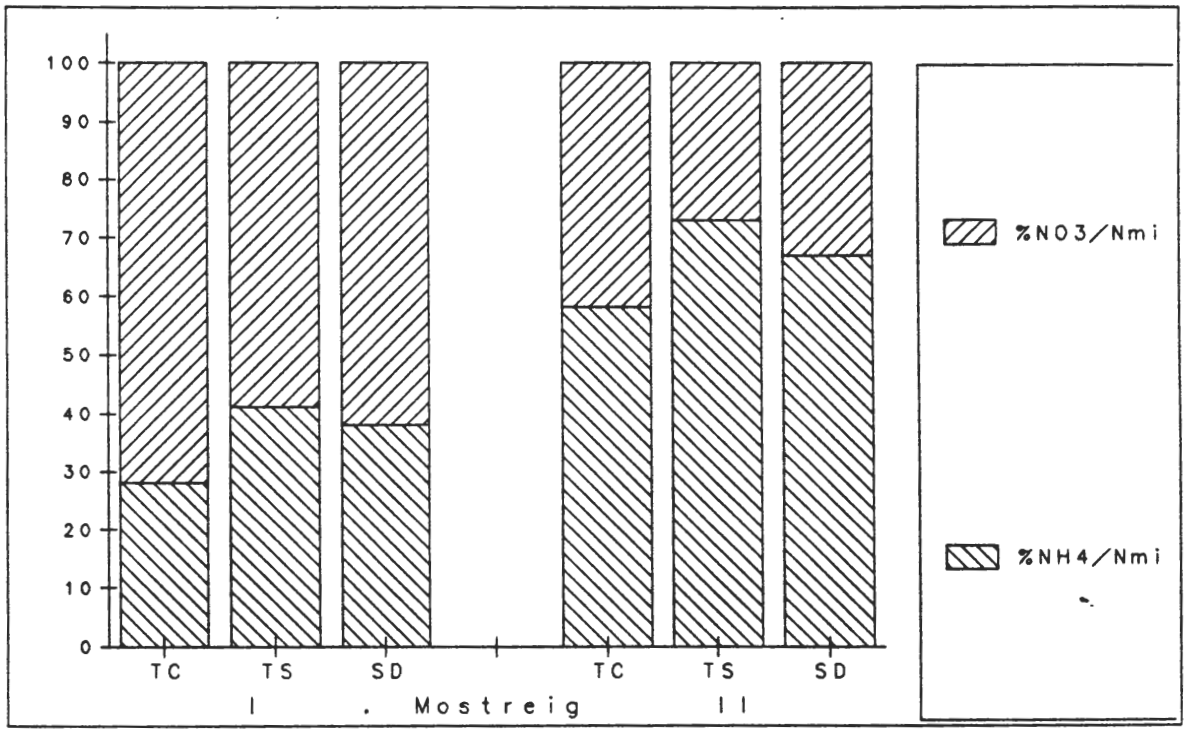


Fig V.2.3 i V.2.4. Evolució del contingut i proporcions de les formes de N mineral segons el treball del sòl.

VI. CONCLUSIONS

En relació amb la densitat de cultiu, la sembra directa ha presentat uns nivells inferiors, que s'expliquen per les condicions d'implantació.

En la sembra directa els cultivars han presentat un endarreriment en la naixença (6 dies) i en els primers estadis del desenvolupament. Aquestes diferències s'han dissipat a l'inici del període reproductiu i a partir d'aquí únicament s'han observat les diferències lògiques degudes a l'espècie i/o cultivar utilitzat.

Els rendiments han estat superiors als habituals a la zona i no s'han trobat diferències significatives degudes al tipus de treball del sòl. Aquest comportament era previsible d'acord amb les bones condicions d'estructuració del sòl que ha deixat el precedent, i pel tipus de sòl en si. Les diferències de rendiment degudes a l'espècie i/o cultivar són les habitualment trobades a la zona.

La taxa d'espigat ha estat especialment elevada en blat i triticale en sembra directa, i suficient per compensar les baixes densitats del cultiu de les mateixes, no presentant-se diferències significatives en el nº d'espigues/m^2 degudes al treball del sòl. Això confirma, un cop més, la capacitat de compensació que pot haber entre els factors del rendiment i la poca sensibilitat dels cereals d'hivern a la densitat de sembra.

Pel que fa a les característiques físiques del sòl a l'inici de l'experiència, s'observa que la porositat total de superfície (entre 0 i 5 cm) és més gran en els tres tractaments, malgrat que les diferències son importants en el treball convencional i en les técniques simplificades. En profunditat només hi han diferències entre T.C. i T.S. en els horitzons immediatament inferiors. A la fi del període es produeix una reducció d'aquests valors màxims i simultàniament hi ha un increment de porositat en S.D.

La porositat dels agregats, es situa entre el 29 i el 30% i s'observa també un increment de la porositat en l'horitzó entre 0 i 5 cm en la S.D. a la fi del cicle.

La resisitència a la penetració no presenta valors que puguin ser considerats crítics pel bon desenvolupament dels aparells radiculars dels cereals i els valors obtinguts presenten una marcada influència per l'estat d'humitat del terra, de forma que el seu tractament tant sols es pot fer agrupant els valors per fondàries i pel seu contingut d'humitat. No obstant els valors de la mitjana, del mínim i del màxim en la sembra directa (entre 0 i 10 cm), presenten diferències significatives, respecte els altres dos tractaments si els continguts d'humitat del sòl estàn entre 16 i 17%.

En quant als nivells generals de N mineral en els sòls estudiats, es constata que presenten uns continguts mitjans-alts i que existeix, a més, un augment generalitzat en tots els tractaments i fondàries analitzades (fins a 35 cm) des del principi del cultiu (desembre) a l'època posterior a la collita (juliol). La forma predominant de N inorgànic a l'inici és la nítrica, per passar a ser al final l'amònica.

L'horitzó superficial (0-5 cm) és sempre el més ric en N mineral i no presenta variacions, mentre que, en proporció amb el N total del sòl, hi ha un enriquiment en fondària, al llarg del període estudiat, de les formes inoprgàniques.

Els sòls no treballats augmenten considerablement, en comparació amb el treball convencional, els continguts de totes les formes minerals de N al final de l'experiència en tota la fondària del sòl i especialment la forma amoniacal. Com a conseqüència, la influència del tipus de treball del sòl en la dinàmica del N mineral, es manifesta en un desplaçament dels nivells superiors en els sòls amb treball profund a l'inici del cultiu, a ser els sòls amb tècniques simplificades els que presenten aquesta característica després d'un cicle de cultiu de blat d'hivern.

GUERIF, J., 1991. *Simplification du travail du sol et évolution du milieu physique et chimique*. Perspectives Agricoles, 161, 39–46.

I.T.C.F. 1987. *Catalogue de fiches sur des methodes d'echantillonnage*. Institut Technique des Céréales et des Fourrages. Paris.

KEENEY, D.R.; NELSON, D.W. 1982. Nitrogen–Inorganic forms. In: *Page,A.L.(Ed.). Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. 2nd. Ed.* Agronomy n 9. ASA. SSSA. Publ. Madison, Wisconsin USA.

LOPEZ BELLIDO, L. 1991. *Cultivos herbaceos. Vol. 1, Cereales*. Mundi Prensa. Madrid. 539 p.

MOULE, C. 1980. *Phytotéchnie spéciale. Céréales. La Maison Rustique*. Paris. 256 p.

MAGNY, J.; BAUR, J. 1962. *Pour comprendre les analysis de terre.*

MOREL, R. 1989. *Les sols cultivés*. Technique & Documentation–Lavoisier. Paris.

PUJOL, M., COMAS J. 1985. *Quadern de pràctiques Apunts de Conreus Herbacis Extensius*. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona, 90p.

PUJOL, M., GORCHS, G. 1990. *Escalas fenológicas para el seguimiento del ciclo de los cereales de invierno*. Romanya Valls S.A. Capellades. 32 p.

PUJOL, M., 1990. *Evolución de la composición morfològica y en principios nutritivos de cereales de invierno utilizados como forraje*. U.P.C., Tesi doctoral, 303 p.

STANINFORT, A.R. 1979. *Cereal straw*. Clrarendon Press. Oxford. 175 p.

STEEL, R.G.D., TORRIE, J.H. 1985. *Bioestadísta. Principios y procedimientos*. 2a. edició. McGraw–Hill Book Company. Bogota. 622 p.

STEVENSON, F.J (Ed.). 1982. *Nitrogen in agricultural soils.* Agronomy 22. ASA-CSSA-SSSA Publ. Madison, Wisconsin. USA.

STEVENSON, F.J 1986. *Cycles of soil C,N,P,S,Micronutrients.* John Willey & Sons. New York.

VIDEIRA DE ABREU, C.L. 1986. *Nitrogen availability and amonium fixation in some maize cultived soils of Portugal*. Th.M.Sc. in Soil Science.