

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

**ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D' ENGINYERIA
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL**



***Estudi de paràmetres de qualitat del
sòl en hivernacle cap a la
conversió a ecològic***

TREBALL FINAL DE CARRERA

ALUMNE:
JORDI ARNAU VALLÈS I JIMENO

DIRECTORA ACADÈMICA:
MARIA DOLORES RAIGÓN JIMÉNEZ

VALÈNCIA, JUNY DE 2012

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ

1.1. El sòl i les seues funcions agronòmiques.	2
1.2. El sòl en el sistema de producció agrària convencional.	4
1.2.1. Conseqüències de la pràctica de l'agricultura convencional.	5
1.2.2. Enfocament de l'agricultura convencional vers el sòl.	10
1.3. El sòl en el sistema de producció agrària ecològica	11
1.3.1. Generalitats de l'agricultura ecològica	12
1.3.2. Objectius de la fertilització orgànica	14
1.3.3. La importància dels sistemes de producció orgànica	16
1.3.4. La importància del sòl en els sistemes en hivernacle de producció orgànica	19

2. OBJECTIUS I PLA DE TREBALL

2.1. Objectius	21
2.2. Pla de treball	22

3. MATERIALS I MÈTODES

3.1. Descripció de l'hivernacle	28
3.1.1. Descripció els conreus realitzats durant el període d'anàlisi	28
3.2. Presa de mostra del sòl	30
3.2.1. Preparació de la mostra del sòl	30
3.3. Determinació de la textura del sòl	31
3.4. Determinació del pH del sòl	31
3.4.1. Materials i aparells en la determinació del pH del sòl	32
3.4.2. Mètode experimental en la determinació del pH del sòl	32
3.5. Determinació de la conductivitat elèctrica del sòl	33

3.5.1. Materials i aparells en la determinació de la conductivitat elèctrica del sòl	33
3.5.2. Mètode experimental en la determinació de la conductivitat elèctrica del sòl	33
3.6. Determinació del contingut en carbonats totals del sòl	34
3.6.1. Materials i aparells en la determinació dels carbonats totals del sòl	35
3.6.2. Mètode experimental en la determinació dels carbonats totals del sòl	35
3.7. Determinació del nitrogen total del sòl	36
3.7.1. Materials i aparells en la determinació del nitrogen total del sòl	36
3.7.2. Mètode experimental en la determinació del nitrogen total del sòl	37
3.8. Determinació del fòsfor assimilable del sòl	38
3.8.1. Materials i aparells en la determinació del fòsfor assimilable del sòl	38
3.8.2. Mètode experimental en la determinació del fòsfor assimilable del sòl	39
3.9. Determinació de sodi, potassi, calci i magnesi assimilables del sòl, extrets amb acetat amònic	40
3.9.1. Materials i aparells en la determinació de sodi, potassi, calci i magnesi assimilables del sòl	40
3.9.2. Mètode experimental en la determinació en la determinació de sodi i potassi assimilables del sòl	42
3.9.3. Mètode experimental en la determinació de calci i magnesi assimilables del sòl.	42
3.10. Determinació del ferro, coure i zinc assimilables del sòl	43
3.10.1. Materials i aparells en la determinació de ferro, coure i zinc assimilables del sòl	43
3.10.2. Mètode experimental en la determinació de ferro, coure i zinc assimilables del sòl	44

3.11.	Determinació de la matèria orgànica del sòl	44
3.11.1.	Materials i aparells en la determinació de la matèria orgànica del sòl	45
3.11.2.	Mètode experimental en la determinació de la matèria orgànica del sòl	45
3.12.	Determinació de l'activitat enzimàtica del sòl	45
3.12.1.	Materials i aparells en la determinació de l'activitat enzimàtica del sòl	46
3.12.2.	Mètode experimental en la determinació de l'activitat enzimàtica del sòl	46
3.13.	Anàlisi estadística	47
4.	RESULTATS I DISCUSIÓ	48
4.1.	Anàlisi descriptiva dels sòls	50
4.1.1.	Avaluació de la textura del sòl	50
4.1.2.	Avaluació del pH del sòl	51
4.1.3.	Avaluació de la conductivitat elèctrica del sòl	55
4.1.4.	Avaluació del contingut de carbonats totals del sòl	58
4.1.5.	Avaluació del contingut de nitrogen total del sòl	60
4.1.6.	Avaluació del contingut en fòsfor assimilable del sòl	62
4.1.7.	Avaluació del contingut en potassi assimilable del sòl	65
4.1.8.	Avaluació del contingut en calci assimilable del sòl	67
4.1.9.	Avaluació del contingut en magnesi assimilable del sòl	69
4.1.10.	Avaluació del contingut en sodi assimilable del sòl	71
4.1.11.	Avaluació del contingut en ferro assimilable del sòl	73
4.1.12.	Avaluació del contingut en coure assimilable del sòl	75
4.1.13.	Avaluació del contingut en zinc assimilable del sòl	77
4.1.14.	Avaluació del contingut en matèria orgànica del sòl	79
4.1.15.	Avaluació del nivell de l'activitat enzimàtica del sòl	82

4.2. Estudi de relacions entre els paràmetres del sòls	86
4.2.1. Relació entre l'activitat enzimàtica i el contingut en nitrogen, coure i matèria orgànica del sòl	87
4.2.2. Relació entre el pH i el contingut en ferro, sodi i potassi del sòl	89
4.2.3. Relació entre la conductivitat elèctrica i el contingut en sodi i potassi del sòl	91
4.2.4. Relació entre els nivells de carbonats totals i el contingut en ferro, coure i zinc del sòl	92
4.2.5. Relació entre els nivells de matèria orgànica i el contingut en nitrogen i coure del sòl	94
4.2.6. Relació entre els elements minerals del sòl	96
5. CONCLUSIONS	99
6. BIBLIOGRAFIA	100
7. ANNEX	109

Figura 1	Evolució de la matèria orgànica a inorgànica	18
Figura 2	Esquema del pla de treball	23
Figura 3	Esquema de la distribució d'hivernacle	25
Figura 4	Aspecte general d'hivernacle	26
Figura 5	Situació de l'hivernacle	28
Figura 6	Mostres per a la determinació de l'activitat enzimàtica	48
Figura 7	Mitjanes de pH actual, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.	53
Figura 8	Mitjanes de pH potencial, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.	53
Figura 9	Mitjanes de conductivitat elèctrica, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.	57
Figura 10	Mitjanes de carbonats, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.	59
Figura 11	Mitjanes de nitrogen total, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.	61
Figura 12	Mitjanes contingut de fòsfor, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.	64
Figura 13	Mitjanes del nivell de potassi al sòl, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.	66
Figura 14	Mitjanes del nivell de calci al sòl, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.	69
Figura 15	Mitjanes del nivell de magnesi al sòl, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.	70

Figura 16	Mitjanes del nivell de sodi al sòl, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.	73
Figura 17	Mitjanes del nivell de ferro, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.	75
Figura 18	Mitjanes del nivell de coure al sòl, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.	77
Figura 19	Mitjanes del nivell de zinc al sòl, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.	79
Figura 20	Mitjanes dels percentatges de matèria orgànica, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.	81
Figura 21	Mitjanes dels valors de l'activitat enzimàtica, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.	85
Figura 22	Relació entre activitat enzimàtica i nitrogen total en el sòl de l'hivernacle.	87
Figura 23	Relació entre activitat enzimàtica i la concentració de coure en el sòl de l'hivernacle.	88
Figura 24	Relació entre activitat enzimàtica i matèria orgànica en el sòl de l'hivernacle.	89
Figura 25	Relació entre pH (H ₂ O) i ferro en el sòl de l'hivernacle.	89
Figura 26	Relació entre pH (KCl) i sodi en el sòl de l'hivernacle.	90
Figura 27	Relació entre conductivitat elèctrica i sodi en el sòl de l'hivernacle.	91
Figura 28	Relació entre conductivitat elèctrica i potassi en el sòl de l'hivernacle.	92
Figura 29	Relació entre carbonats totals i ferro en el sòl de l'hivernacle.	93

Figura 30	Relació entre carbonats totals i coure en el sòl de l'hivernacle.	93
Figura 31	Relació entre carbonats totals i el zinc (ppm) en el sòl de l'hivernacle.	94
Figura 32	Relació entre nitrogen total i matèria orgànica en el sòl de l'hivernacle.	95
Figura 33	Relació entre matèria orgànica i coure en el sòl de l'hivernacle.	95
Figura 34	Relació entre nitrogen total i coure en el sòl de l'hivernacle.	96
Figura 35	Relació entre sodi assimilable i potassi assimilable en el sòl de l'hivernacle.	97
Figura 36	Relació entre potassi i zinc en el sòl de l'hivernacle.	97
Figura 37	Relació entre calci i magnesi en el sòl de l'hivernacle.	98

Taula 1	Efectes negatius produïts en les plantes en aplicar adobs minerals	10
Taula 2	Característiques físiques del sòl	51
Taula 3	Mitjanes del pH actual i del pH potencial en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.	52
Taula 4	Mitjanes de la conductivitat elèctrica en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.	56
Taula 5	Mitjanes del contingut en carbonats del sòl en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.	58
Taula 6	Mitjanes del contingut en nitrogen total en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.	61
Taula 7	Mitjanes dels nivells de fòsfor assimilable en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.	63
Taula 8	Mitjanes dels nivells de potassi assimilable en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.	66
Taula 9	Mitjanes dels nivells de calci assimilable en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.	68
Taula 10	Mitjanes dels nivells de magnesi assimilable en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.	70
Taula 11	Mitjanes dels nivells de sodi assimilable en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.	72

Taula 12	Mitjanes dels nivells de ferro assimilable en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.	74
Taula 13	Mitjanes dels nivells de coure assimilable en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.	76
Taula 14	Mitjanes dels nivells de zinc assimilable en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.	78
Taula 15	Mitjanes dels nivells de matèria orgànica i carboni orgànic en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.	80
Taula 16	Mitjanes de la relació C/N en els diferents mostreigs.	83
Taula 17	Mitjanes dels nivells de l'activitat enzimàtica en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.	84
Taula 18	p-valors entre els paràmetres estudiats obtinguts amb l'anàlisi de regressió múltiple.	86
Taula 19	Relacions entre el microelements del sòl de l'hivernacle.	97
Taula 20	Evolució dels paràmetres estudiats al moment 1 del període d'estudi corresponent al 8 de desembre de 2005.	109
Taula 21	Evolució dels paràmetres estudiats al moment 2 del període d'estudi corresponent al 12 de gener de 2006.	110
Taula 22	Evolució dels paràmetres estudiats al moment 3 del període d'estudi corresponent a l'1 de febrer de 2006.	111
Taula 23	Evolució dels paràmetres estudiats al moment 4 del període d'estudi corresponent al 8 de març de 2006.	112
Taula 24	Evolució dels paràmetres estudiats al moment 5 del període d'estudi corresponent al 27 d'abril de 2006.	113
Taula 25	Evolució dels paràmetres estudiats al moment 6 del període d'estudi corresponent a l'1 de juny de 2006.	114

Taula 26	Evolució dels paràmetres estudiats al moment 7 del període d'estudi corresponent al 5 de setembre de 2006.	115
----------	--	-----

1. INTRODUCCIÓ

1. INTRODUCCIÓ

El sòl és una part essencial en el procés de producció agrícola i com a tal s'ha de tractar. S'usa com a substrat de conreu i agraeix el fet de convertir-lo en sòl ecològic. D'aquesta manera les característiques del sòl, la seua estructura i la seua composició milloren notablement, fet que evidentment interessa per ser el medi de conreu, el substrat, la base de l'agricultura (Labrador i Guiberteau, 1990).

Per això s'ha de respectar el sòl, cuidant-lo i mantenint-lo viu i sà. No s'entén d'un altra manera l'agricultura des d'un punt de vista sostenible, l'única via possible en un món on els recursos i la capacitat de la terra d'aguantar són limitats (Labrador i Altieri, 2001).

Es podria qüestionar cap a on es va amb una agricultura agressiva, centrada a treure benefici econòmic sense pensar que el substrat que s'està explotant esdevé, a mitjà-llarg termini, un sòl mort, inert, inorgànic, incapaç d'interactuar amb la planta, incapaç de reaccionar davant els canvis i els contratemps que sorgeixen durant el conreu. S'ha arribat a crear un medi de cultiu inútil, que no participa en la producció agrícola, que simplement és el lloc físic on es situen les arrels que degluteixen tots els nutrients, pesticides i d'altres productes que se li afegeixen de manera abusiva. La terra passa d'ésser part activa del conreu a simplement un medi on l'home aporta i/o neutralitza diferents elements químics sense cap tipus de moral ecològica (Villalva i Fuentes-Pila, 1993). Aquest fet és, si més no, paradoxal; l'agricultor ha de cuidar la terra i no esgotar-la.

La terra en condicions naturals té una gran capacitat esmorteïdora i descontaminant, però quan es troba sotmesa a l'abús de fertilitzants, pel que fa a la quantitat, en detriment de matèria orgànica, acaba degradant-se i provoca la contaminació d'aqüífers subterranis, entre d'altres conseqüències negatives per al medi que l'envolta (Roselló, 2002). Aquest abús es dona en un percentatge tan elevat que no només és el medi agrícola el que n'ha sofert les conseqüències, sinó també el propi producte final, ja que s'ha demostrat la presència de residus derivats de la pràctica agrícola convencional en els productes vegetals destinats al consum humà o animal (Dávila Zurita, 1990).

1. INTRODUCCIÓ

Les tècniques de producció convencionals permeten quantiosíssimes collites dominant els recursos disponibles, amb la finalitat d'incrementar al màxim els rendiments per unitat de superfície sense pensar en l'impacte negatiu, moltes vegades de caràcter irreversible, que aquesta manera de conrear exerceix sobre la vida i l'entorn de la pròpia agricultura (Labrador i Altieri, 2001).

Per tot açò exposat, sembla important que el sòl esdevinga de nou part activa i sana de la producció agrícola. Sense un sòl de qualitat no es pot obtenir productes de qualitat (Raigón, 2007).

1.1 EL SÒL I LES SEUES FUNCIONS AGRONÒMIQUES

El sòl és, agronòmicament parlant, el conjunt de materials de superfície que han arribat a ordenar-se en capes horitzontals al llarg dels anys; donant-li unes propietats físiques i químiques que permeten el desenvolupament de la vida animal i de la vegetació (Rueda i Lobo, 1997).

El sòl està compost per partícules minerals, aigua, aire, matèria orgànica i organismes vius. És un recurs complex, dinàmic i viu que du a terme funcions vitals com (Gaucher, 1971):

- Servir de plataforma per a les activitats humanes, el paisatge, el patrimoni cultural i l'obtenció de matèries primeres.
- Emmagatzemar, filtrar i transformar substàncies com l'aigua, el carboni, el nitrogen, etc.
- Desenvolupar un paper central com a hàbitat i patrimoni genètic.
- Produir aliments i biomassa.

Un bon sòl de cultiu ha de ser tant un bon proveïdor com un bon suport. Per al correcte desenvolupament del sistema radicular de les plantes conreades el dit suport ha de ser:

- Tou; per tal que les arrels puguin penetrar fàcilment i amb rapidesa. La dita rapidesa i el poder d'arrelament són per a tot vegetal una garantia contra els perills tan nombrosos i de diversos orígens que

1. INTRODUCCIÓ

amenacen el seu primer desenvolupament. Per tant, en el sòl, la cohesió i la permeabilitat han de conciliar-se.

- Profund; a fi que el sistema radicular pugui desenvolupar-se sense impediment i assolisca un volum de terra suficient per assegurar-ne la nutrició.
- Continu; perquè precisament eixes arrels són òrgans fràgils i indispensables, estan fetes per quedar-se dins del sòl. Les clivelles l'exposen a la intempèrie, a la dessecació, a les ferides d'origen divers, i redueixen el benestar que necessita el vegetal i poden comprometre'n la producció i fins i tot la vida.
- Estable; com que tot vegetal conreat és sedentari, s'acomoda malament en un sòl mòbil (com pot ser l'arena de les dunes). El sòl perilla per l'efecte del vent i de l'aigua, que poden deixar nues les arrels fins al punt de fer-lo desaparèixer. És la seua cohesió la que li dona l'estabilitat en aquest aspecte. El vegetal també s'acomoda malament a terrenys susceptibles de patir corriments i tampoc s'adapta a les variacions de volums excessives degudes a l'inflament i contracció de sòls argilosos, ja que les seues arrels poden trencar-se.

Però s'ha d'ampliar la visió habitual sobre les propietats i funcions del sòl, que tradicionalment s'han valorat en consideració al paper de suport i proveïdor que compleix respecte als vegetals.

L'aigua és el factor primordial de la vida de les plantes, per tant l'economia de l'aigua dins del sòl constitueix una característica fonamental. O siga, s'ha de valorar el comportament del sòl front a l'aigua. El sòl ha de donar accés a l'aigua, l'aire i el calor en la mesura de les necessitats de les plantes i a través de les arrels. Ha de ser permeable i porós per tal de deixar lloc a l'aigua excedent i absorbir l'aigua exigida per a la transpiració, la qual transporta al mateix temps els elements nutritius.

El sòl també ha de contenir tots els elements minerals indispensables per a la nutrició de les plantes, ha de fixar-los per evitar-ne la lixiviació al subsòl (i per tant fora de l'abast de les arrels) però sense retenir-los de forma exagerada, ja que d'ambdues formes la planta es veuria privada dels elements

1. INTRODUCCIÓ

en cas de necessitar-los. No ha de contenir composts tòxics i ha de tenir una reacció neutra o pròxima a la neutralitat (Gaucher, 1971).

S'ha de mantenir un pH correcte al terra ja que el pH del sòl condiciona la dinàmica de les plantes en els processos de nutrició. Hi ha elements que poden quedar bloquejats a nivells de pH no adequats. En sòls molt bàsics es pot aportar matèria orgànica per corregir la basicitat donat que l'humus és de reacció àcida. En sòls àcids podem aportar cal, però només en el cas que el sòl siga ric en matèria orgànica ja que si no, la poca matèria orgànica que hi haja serà destruïda per la cal (Bellapart, 1996).

També ha de donar aixopluc als microorganismes necessaris per als fenòmens d'humidificació i nitrificació i realitzar condicions de medi favorable a la seua activitat. Aquestes condicions són:

- mantenir una humitat convenient i una temperatura suficientment elevada (és a dir, demanar al sòl que done accés al calor i eventualment que es calfe en primavera),
- permetre una bona circulació de l'aire,
- tindre un pH neutre o pròxim a la neutralitat,
- absència de tòxics.

1.2 EL SÒL EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓ AGRÀRIA CONVENCIONAL

Una de les activitats que van lligades al desenvolupament de la societat és l'agricultura, però la seua intensificació en els últims 70 anys ha donat lloc a una major especialització d'aquesta i al distanciament dels processos ecològics naturals.

En l'agricultura moderna les formes de producció es caracteritzen, sobre tot, perquè els processos de producció requereixen quantitats importants d'energia provinent de la natura, i per tant l'eficàcia d'eixes formes de producció és significativament menor respecte als sistemes tradicionals. Aquesta energia provoca al mateix temps una descàrrega residual a l'aire, l'aigua i la terra, que genera grans canvis i problemes tal vegada majors que els que es pretenia resoldre.

1. INTRODUCCIÓ

L'agricultura anomenada convencional, industrialitzada o intensiva busca una màxima rendibilitat de la terra. És així perquè la superproducció depèn de l'ús abusiu de fertilitzants químics i pesticides; de la recerca de noves varietats d'aspecte atractiu i resistents a les plagues produïdes pel tipus propi de cultiu; i a més està destinada, en la gran majoria de casos, a conrear en monocultiu, on és més fàcil la mecanització (Villalva i Fuentes, 1993).

Cal també remarcar la fidelització que crea la pròpia agricultura convencional. El sòl necessita cada vegada més adobs, la planta necessita més plaguicides, ja que no es fomenta la vitalitat del sòl sinó el seu ús com a medi espectador de la producció agrícola. I clar, un sòl mort no pot processar correctament l'excés de productes, de manera que es produeixen filtracions als aqüífers subterranis amb el perill que comporta, contaminant l'aire amb els plaguicides que després respirem en el dia a dia, etc. (Dávila Zurita, 1990).

La disminució dels increments de les produccions és només un dels efectes que sorgeixen de la pràctica de l'agricultura convencional, a la que s'ha de sumar les conseqüències negatives del procés productiu (Labrador i Guiberteau, 1990).

1.2.1 Conseqüències de la pràctica de l'agricultura convencional

La pràctica de l'agricultura convencional degrada els sòls (de vegades de forma irreversible), contamina aigües, empobreix la biodiversitat i produeix aliments amb residus nocius per a la salut. A més a més, el fet de treballar la terra en excés ha provocat la destrucció de l'estructura, la textura i la fertilitat del sòl (Lampkin, 1998), mentre que l'adobat ha provocat l'acidificació del terreny. També s'ha pogut comprovar que la utilització d'aquests productes actua sobre els depredadors i paràsits d'alguns artròpodes que no constitueixen cap perill per als conreus i en eliminar els seus enemics naturals, s'han convertit en vertaderes plagues de difícil control. També cal remarcar l'increment exponencial del nombre d'espècies d'insectes que augmenten les seues resistències als plaguicides (De Silguy, 1994).

Els principals impactes que han originat els sistemes d'agricultura convencional, poden resumir-se en:

1. INTRODUCCIÓ

- **Alt cost energètic:** La relació entre l'energia obtinguda en aliments i la usada per obtenir-los en la producció convencional està totalment desequilibrada, els aliments costen molt de produir tant econòmicament com energèticament. Dita energia prové de combustibles majoritàriament fòssils (petroli, gas, carbó) que no són renovables, és a dir, que s'esgoten a mig-llarg termini i que la seua producció contamina molt, principalment en forma d'emissions de CO₂. A més, els fertilitzants emprats (principalment els nitrogenats) també són productes d'alt cost energètic i tòxics en altes dosis.
- **Pèrdua de fertilitat i increment de l'erosió del sòl:** La fertilitat del sòl és la capacitat que té de subministrar nutrients a les plantes per al seu correcte desenvolupament (Plaster, 1999).

L'ús de grans dosis d'adobs químics ens ha fet oblidar la importància de les aportacions orgàniques. L'empobriment de les terres en humus és una realitat que afecta a la fertilitat, a l'activitat enzimàtica, a la vida microbiana i a l'estabilitat química del sòl.

L'ús excessiu de fertilitzants, especialment dels derivats del nitrogen, ha donat lloc a: una concentració elevada en els teixits vegetals, la contaminació del sòl (especialment de metalls pesats), la lixiviació de nitrats i acumulació en les aigües subterrànies, la contaminació d'aigües superficials, la disminució dels microorganismes del sòl i inhibició de la fixació del nitrogen i, a més, incrementa el monocultiu i elimina la necessitat de guarets, rotacions i adobs verds (Mendes i Costa, 1996).

L'erosió induïda és aquella provocada per les activitats de l'home que interfereix en l'equilibri normal entre la formació del sòl i el seu trasllat. Al cremar males herbes i restes de poda i conreus s'està produint un impacte negatiu, ja que es destrueix matèria orgànica i es trenca la microestructura del sòl que s'erosiona i perd la seua fertilitat.

El treball agrícola intensiu provoca l'erosió dels sòls en sentit general, els empobreix i disminueix la seua fertilitat natural, a més d'afectar negativament a la seua microfauna (Altieri, 1999).

1. INTRODUCCIÓ

L'activitat dels organismes edàfics depèn de la disponibilitat de nutrients i de l'energia aportada per la matèria orgànica, per tant l'ús de fertilitzants químics provoca a llarg termini el deteriorament de l'activitat biòtica de la terra i, en conseqüència, la pèrdua parcial de la seua estructura i fertilitat (Lampkin, 1998).

- **Problemàtica del monocultiu:** La majoria de les varietats emprades en la producció agrícola són les conegudes com varietats d'alt rendiment, que en realitat són varietats d'alta resposta a fertilitzants i a les tècniques de conreu extensives emprades. És a dir, es trien en funció de la seua alta rendibilitat i productivitat, menyspreant milers d'anys de selecció natural i adaptació al medi de les varietats locals. L'ús de les dites varietats condueix a diverses problemàtiques, com l'alta dependència econòmica dels països sense investigació pròpia respecte dels més desenvolupats; la constant pèrdua d'ecotips i poblacions locals de moltes espècies de cultiu (sobretot hortícoles) que genera la desaparició de futures fonts de resistència a plagues, malalties i condicions adverses. Açò és l'empobriment del patrimoni genètic (FAO, 1996).

El dit *modus operandi* provoca també una important pèrdua de les qualitats nutritives i organolèptiques per la introducció de varietats molt adaptades al processament industrial o el transport, amb gran resistència mecànica i uniformitat, però sense olor, ni gust, ni contingut apropiat en vitamines, minerals i nutrients (Raigón *et al.*, 2010).

Grans superfícies dedicades a un sol cultiu debiliten el sòl. Monocultiu significa simplificar i reduir moltes rotacions tot seguint les pautes que el mercat dicta. En dites macro plantacions, les plagues troben al seu abast plantes tendres de gènesi quasi artificial tan centrades en créixer ràpidament i produir que no tenen forces per tindre una defensa contra els agents patògens; i clar, necessiten els fitosanitaris en abundància, amb tot el que açò comporta (FAO, 1996).

Així, l'agricultura convencional precisa d'un alt nivell de mecanització en els cultius, cosa que també eleva el cost, donant lloc a que només les grans explotacions són viables en l'actual sistema econòmic (Labrador i Guiberteau, 1990).

1. INTRODUCCIÓ

- **Contaminació dels recursos naturals:** Contaminació d'aqüífers produïda per la lixiviació de nitrats i fosfats que ni la terra ni les arrels han pogut absorbir. Els nitrats no sofreixen cap transformació química o biològica fora de l'abast de les arrels, s'acumulen en les aigües subterrànies i provoquen problemes de potabilitat (COIACC, 1996).

Salinització d'aqüífers degut a la sobreexplotació d'aigües subterrànies.

En la producció i aplicació d'adobs nitrogenats alliberem a l'aire amoníac, àcid nítric, nitrat amoniacal i altres substàncies tòxiques a determinades dosis.

En conclusió, existeix una degradació del medi ambient ja que les pràctiques agronòmiques convencionals hi tenen efectes negatius i arriben a produir la degradació del sòl; la contaminació del sòl-aigua-aire; la fragmentació d'hàbitats; la disminució de les poblacions d'insectes, d'aus insectívores, de cucs a la terra i de vida microbiana al sòl (Dávila Zurita, 1990).

- **Pèrdua de la qualitat natural dels aliments:** La qualitat és tot allò relacionat amb el contingut nutritiu (proteïnes, vitamines, oligoelements, etc.) i les seues característiques organolèptiques (aromes, olors i sabors) i sense la presència de productes tòxics o contaminants (pesticides, drogues...). És a dir, no només els aspectes externs tot i que lògicament són molt importants (Giusti *et al.*, 2008).

Els aliments obtinguts tenen una alta concentració de nitrats i metalls, sobretot les hortalisses. Els fruits són més grans ja que retenen més aigua, però tenen menys gust, menys vitamines i es conserven menys temps ja que no tenen les concentracions equilibrades de sucres, minerals, sals, etc. (Raigón *et al.*, 2010).

Una de les causes de la dita pèrdua és la utilització desequilibrada d'adobs i la seua forma de subministrament al sòl (com sals solubles i no baix forma orgànica), ja que modifiquen profundament la bioquímica de la planta i alteren la composició dels aliments. Segons (Cerisola, 1989), l'ús d'adobs nitrogenats pot causar diversos efectes negatius en

1. INTRODUCCIÓ

els aliments, com ara la disminució del contingut d'aminoàcids essencials en les proteïnes, amb un increment de la proteïna bruta degut a l'augment del nitrogen no proteic i d'aminoàcids no essencials. En aquest sentit, cal recordar que l'excés de nitrat en el sòl dona lloc a la formació de nitrits en les plantes que posteriorment es transformen en nitrosamines, que són agents cancerígens (Craddock, 1983). D'altra banda, l'ús d'adobs nitrogenats pot disminuir el contingut d'oligoelements, per haver deixat en segon pla la seua aportació o bé pels efectes antagònics del nitrogen i els microelements: un excés de nitrogen provoca carències de Cu i tota una cadena de ressonància a la qual pertany el Cu queda pertorbada. L'abús d'adobs nitrogenats pot reduir el contingut de matèria seca per augment de la quantitat d'aigua en el protoplasma cel·lular i disminuir la capacitat de conservació i la resistència als paràsits. Emprar adobs químics augmenta la grandària dels fruits fent-los més vistosos i per tant més vendibles, però en canvi afavoreix la retenció d'aigua: els fruits arriben al mercat saturats d'aigua i residus. Aquests fruits es conserven menys temps i no tenen un equilibri adequat entre els components orgànics i minerals que el componen. Per tant existeix una pèrdua de propietats organolèptiques dels aliments (Labrador i Guiberteau, 1991). En diversos estudis s'ha comprovat que existeix una major concentració d'aigua en les fulles externes de col xinesa i lletuga, cosa que en facilita la putrefacció i en disminueix la conservació (Vidal i Raigón, 2000).

A més de perdre qualitat, els aliments provinents d'agricultura convencional poden arribar a ser tòxics i perillosos per a la salut pública. L'ús que es fa dels pesticides, amb el perill de no respectar les dosis ni els terminis de seguretat, provoca una persistència als aliments de pesticides i herbicides que causen nombrosos problemes sanitaris. Tots els anys milers de persones al món pateixen enverinaments per pesticides, especialment al tercer món on s'usen plaguicides més agressius que estan prohibits en altres països (Labrador i Guiberteau, 1991). Per tant, l'interès pels aliments ecològics neix, entre d'altres motius, per la progressiva

1. INTRODUCCIÓ

desnaturalització dels aliments que, com ja s'ha dit, assoleix de vegades nivells perillosos per a la salut (Raigón *et al.*, 2002).

Els efectes negatius que es produeixen en la planta en aplicar els adobs, entre d'altres, es poden trobar en la taula 1 (Cerisola, 1989).

Taula 1. Efectes negatius produïts en les plantes en aplicar adobs minerals

ADOBS NITROGENATS	ADOBS FOSFORATS	ADOBS POTÀSSICS
<ul style="list-style-type: none">• Augmenta el contingut de proteïnes, però baixen els aminoàcids essencials.• Pugen els nitrats.• Disminueix el contingut d'oligoelements perquè el nitrogen presenta antagonismes.• Baixa el contingut de matèria seca i s'obté un vegetal més aquós.	<ul style="list-style-type: none">• Reducció del contingut d'àcid ascòrbic i carotens.• Poc valor nutritiu.	<ul style="list-style-type: none">• Baixa el contingut de magnesi per antagonisme.• Baixa el contingut d'oligoelements.

1.2.2 Enfocament de l'agricultura convencional vers el sòl

L'agricultura convencional sembla considerar el sòl com un suport immutable i estàtic, però el sòl és un complex natural viu que constitueix el nexa entre allò orgànic i allò inorgànic. Com a recurs que és, es pot modificar i alterar, però s'ha de fer sempre tenint en compte les lleis del seu funcionament i desenvolupament intern com a sistema. L'experiència en l'ús del sòl ha demostrat que en modificar només un factor del complex ecològic sòl, es canvia no tan sols el dit factor sinó també els altres factors i com a conseqüència s'altera tot l'equilibri del sistema (Gaucher, 1971).

L'home modifica el seu entorn al practicar l'agricultura, modifica l'equilibri natural en el seu propi benefici; però si es practica amb seny i sensibilitat, de manera ecològica, l'agricultura és una de les millors aliades en la protecció i millora del medi (Sans, 2008).

En l'actualitat s'ha aconseguit una autosuficiència alimentària i una millora de vida de les persones, ja que després d'èpoques difícils, l'agricultura ofereix una alimentació variada, abundant i assequible a tothom. Però aquest èxit es posa en dubte ja que cada vegada s'exigeix que les plantes i el sòl donen més de sí. Per aquesta raó s'utilitzen productes químics, per a protegir-los d'adversitats.

1. INTRODUCCIÓ

Un sòl fèrtil és aquell les condicions físiques del qual afavoreixen el subministrament d'aigua i aire, així com l'equilibri entre aquests, i a més permet que la planta aconseguís els nutrients essencials per a créixer. En molts casos el sòl té els elements que la planta necessita per a desenvolupar-se, en quantitats suficients per abastir-la durant molt de temps, però de vegades aquests es troben de forma que la planta no pot assimilar-los directament, i la velocitat amb què passen a formes utilitzables per a la planta és lenta i generalment insuficient.

La planta està formada per carboni, hidrogen i oxigen, però també necessita nitrogen, fòsfor i potassi que han de ser subministrats des de l'exterior amb aportaments químics de naturalesa mineral al sòl, juntament amb els oligoelements que són tan necessaris com els macroelements, ja que poden produir la destrucció d'una collita en cas de carència (Simpson, 1991).

Les plantes en desenvolupar-se extreuen els principis nutritius que estan presents al sòl i provoquen una disminució en la fertilitat. Per aquesta raó s'ha d'aportar adob amb quantitats superiors a les necessitats ja que al aplicar-los es produeixen unes pèrdues per diferents circumstàncies (Fuentes Yagüe, 1997).

El que es busca és restituir al sòl els elements consumits en cada cicle de cultiu i, també, una màxima producció amb òptimes característiques exteriors, per això s'utilitzen productes tòxics que influeixen en la qualitat i el valor nutricional dels conreus (Bellapart, 1996).

1.3 EL SÒL EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓ AGRÀRIA ECOLÒGICA

L'agricultura ecològica apareix com a resposta a tots els punts negatius creats per l'agricultura convencional, ja que aquesta repercuteix en l'erosió del terreny, la pèrdua de fertilitat del sòl, l'alt cost energètic, la contaminació de l'aigua, aire i sòl i l'empitjorament de la qualitat dels aliments, entre d'altres (Biot Gimeno, 1998).

“És un sistema de producció que evita o exclou l'ús de fertilitzants sintètics, pesticides, reguladors del creixement i additius en els pinsos. S'utilitzen les rotacions de cultius, l'addició de subproductes agrícoles, fem, lleguminoses, deixalles orgàniques, roques o minerals triturats sense

1. INTRODUCCIÓ

transformar, així com un control biològic de plagues. Tot açò per a mantenir la productivitat del sòl i del cultiu, per a proporcionar nutrients a les plantes i per a controlar els paràsits, les adventícies i les malalties” (Labrador *et al.*, 1993).

Aquesta mena d'agricultura recupera coneixements i actuacions dels agricultors tradicionals, ja que les pràctiques estan adaptades al medi i han contribuït a la formació dels ecosistemes i paisatges de qualitat, tenint presents noves tècniques, protegint la biosfera, mirant i utilitzant els recursos naturals i les reserves vives de la natura i tractant d'aproximar agronomia i ecologia (Bellapart, 1996).

1.3.1 Generalitats de l'agricultura ecològica

El tret diferencial de l'agricultura ecològica és obrir el punt de vista i considerar l'agricultura com un entramat de factors on el sòl n'és un de ben complex, amb organismes vius i matèries inertes, influenciat per l'exterior i els límits, els ramats, la fauna, etc. Per açò ens cal un enfocament global de l'agricultura (Isart, 1996).

L'agricultura ecològica és una realitat viable i funcional, competitiva en el mercat i respectuosa amb el medi ambient, productiva tant en el present com en el futur i, sobretot, de més qualitat tant en sabor com en composició química i característiques organolèptiques dels seus productes.

L'agricultura ecològica es basa en els agricultors i la societat; l'ecosistema agrari i el seu entorn; els costos i les transformacions energètiques i ambientals. Per tant, el model que més s'aproxima en l'espai i en el temps a la sostenibilitat és el model ecològic (Bueno, 1999).

Tot i que qualsevol pràctica agrícola interfereix sobre el medi simplificant els ecosistemes naturals, podem usar mètodes agrícoles fonamentats en principis ecològics bàsics. Aquests mètodes uneixen agronomia i ecologia, donant importància a la terra i a la vida que en ella cal que hi haja (Dávila Zurita, 1990).

Els dits mètodes formen un sistema agrari l'objectiu fonamental del qual és obtenir aliments de qualitat respectant el medi ambient i conservant la

1. INTRODUCCIÓ

fertilitat de la terra, mitjançant l'optimització de l'ús de recursos i descartant emprar productes químics de síntesi (Villalva i Fuentes-Pila, 1993).

L'agricultura ecològica no és un conglomerat de noves tècniques eixides del no-res i que busca canviar el món agrícola. Tot el contrari, simplement mira enrere i al seu voltant per tal de recuperar coneixements i formes de fer dels agricultors tradicionals i actualitzar-los gràcies als avenços científics aplicats al camp de l'agronomia. Per tant, es defineix com un sistema de producció amb unes bases tècniques i una normativa pròpia que tenen com a principal objectiu l'obtenció d'aliments de qualitat sense usar substàncies químiques de síntesi ni organismes modificats genèticament.

Per tal de mantindre la productivitat del sòl i del cultiu, proporcionar nutrients a les plantes i controlar els paràsits, les plantes adventícies i les malalties, s'ha de conrear seguint una sèrie de tècniques (Cánovas *et al.*, 1993). Per a fer una utilització òptima dels recursos, s'intentarà assolir l'autosuficiència utilitzant les matèries primeres de la mateixa explotació, com poden ser els residus de collites, adobs verds, esporga, etc., realitzant a la vegada, una fertilització orgànica que satisfaga les necessitats de la planta.

El sòl és un medi viu i dinàmic, on hi ha una relació directa entre les plantes, els organismes que el componen i el medi natural que els acull. Així es pot entendre que la fertilitat es considere com la capacitat dels sòls agrícoles per mantenir a llarg termini un nivell de producció estable i de qualitat, conservant un estat d'alta estabilitat front als processos que impliquen la seua degradació (Labrador, 2000).

Per desgràcia, continuadament es practica una fertilització poc tècnica, sense tenir en compte el funcionament del sòl i les necessitats reals dels cultius. El sòl es veu privat de nutrients degut a l'erosió del terreny i a l'extracció que realitzen tots els cultius que sobre ell creixen (FAO, 1991). Es busquen produccions elevades i l'única cosa que s'aconsegueix és contaminar el medi i baixar la rendibilitat del cultiu. Per evitar açò, s'ha de reduir el consum de fertilitzants i utilitzar tècniques de fertilització tradicionals com l'adobat orgànic, el compostatge, els adobs verds, les restes de conreus, etc. (COIACC, 1996).

1. INTRODUCCIÓ

Quan es parla de fertilització o adobat orgànic es fa referència al conjunt de pràctiques basades en l'aport de productes de caràcter orgànic, els quals a més de donar al sòl elements químics de naturalesa mineral, generen una reserva d'humus, aporten substàncies fisiològicament actives i actuen positivament si es donen les condicions favorables en tots els paràmetres relacionats amb la fertilitat, productivitat i sostenibilitat dels sòls de conreus (Labrador *et al.*, 1993).

En funció dels paràmetres a nivell edàfic, es pot dirigir la fertilitat de tres maneres diferents:

- Fertilitat física, la qual recull els paràmetres de textura, estructura, porositat, etc., on el sòl és el suport de les arrels.
- Fertilitat química, reserva i disponibilitat dels elements assimilables, pH, capacitat d'intercanvi, contingut en macro i micronutrients, etc.
- Fertilitat biològica, que caracteritza la magnitud de la reserva orgànica, l'activitat de la biomassa edàfica, l'activitat enzimàtica, etc.

1.3.2 Objectius de la fertilització orgànica

La fertilització té dos objectius simultanis que són millorar la fertilitat del sòl i garantir la nutrició de les plantes, per aquestes dues raons s'ha de fer ús de rotacions amb plantes que enriqueixen el sòl en nitrogen, com les lleguminoses que fixen el nitrogen de l'aire gràcies a les bacteries simbiòtiques que existeixen en les seues arrels, juntament amb un adobat orgànic amb fem procedent de granja (De Silguy, 1994). A més de potenciar la qualitat agronòmica, ha de tenir un preu assequible, i ha de ser fàcil d'adquirir i distribuir en el camp.

Segon Labrador i Guiberteau (1990) els objectius de la fertilització orgànica son:

- **Mantenir la fertilitat del sòl:** El sòl te moviment, respira, genera calor, digestió i evolució. Aquestes cinc característiques demostren que el sòl és un organisme viu (Coyne, 1999).

1. INTRODUCCIÓ

Per tant cal nodrir-lo de forma adequada, tant perquè les plantes que hi viuen tinguen un equilibri nutritiu adequat com perquè no minve l'activitat dels organismes presents. Aquest organismes són necessaris per descompondre i mineralitzar les restes orgàniques i produir humus.

La dita nutrició adequada s'assoleix mitjançant l'aportació de matèries orgàniques, que són la base de la fertilització. Açò enriqueix el sòl en humus que al degradar-se aportarà a la planta elements minerals i substàncies fisiològicament actives.

En molts casos també calen esmenes calcàries i complements minerals en forma de productes naturals que només han sofert transformacions físiques. Per tant la terra produeix, amb l'ajut dels organismes vius, nutrients que allibera en harmonia amb les necessitats de la planta, sense excessos que es perdrien per lixiviació amb tot el que comporta.

➤ **Frenar la degradació de l'estructura del sòl:** En minvar la fertilitat, l'estructura del sòl es debilita i es fa més sensible a l'erosió. La matèria orgànica afavoreix la tendència a formar agregats, cosa que permet al terra ser més resistent a l'erosió de l'aigua, sense perdre permeabilitat a l'aigua i a l'aire, factor imprescindible per un bon sòl ja que el fa més tou i airejat.

L'estructura és la major responsable de la salut d'un sòl, de la seua aptitud per al conreu i de la seua capacitat per ser millorat.

➤ **Controlar biològicament plagues i malalties de les plantes:** Quan apareix una plaga o una malaltia en una planta, quasi sempre es degut a un desequilibri nutricional o ambiental. Per tant, el control fitosanitari apareix davant aquesta necessitat, creada per l'home.

Molts estudis han demostrat la influència d'una fertilització equilibrada sobre l'aparició i el desenvolupament de plagues i malalties en conreus i sòls (Verkerka *et al.*, 1998). Quan els agents patògens són paràsits, s'usen mètodes de lluita de poca o nul·la toxicitat per a l'home i el medi com els preparats a base de plantes (purí d'ortiga, oli de neem, etc.), insecticides vegetals (rotenona, piretrines, càssia, etc.), fungicides a base de coure i sofre o substàncies antioxidants i la lluita biològica que usa els enemics naturals dels dits paràsits.

1. INTRODUCCIÓ

La lluita contra els paràsits, malalties i plantes adventícies s'ha de realitzar mitjançant l'acció conjunta de les següents mesures (Del Castillo *et al.*, 2004):

- Selecció de varietats i espècies adaptades.
- Programa de rotació de cultius adequat.
- Mitjans mecànics de cultiu.
- Protecció dels enemics naturals de les plagues amb la implantació de bardisses, la solta de fauna auxiliar, conreus intercalats, etc.

➤ **Produir aliments de qualitat:** Existeix una correspondència inseparable entre la salut del sòl i els conreus que hi creixen; i continuant la cadena estan els animals i les persones que els consumeixen.

Els aliments produïts en un sòl cuidat conserven un perfecte equilibri entre els seus constituents minerals i orgànics, i a més no tenen substàncies nocives. Els aliments produïts en sòl ecològic són de millor qualitat que els produïts amb sistemes convencionals (Domínguez *et al.*, 2003).

➤ **Optimitzar els recursos i potencial locals:** Augmentar el nivell d'autosuficiència, reciclant nutrients, utilitzant els recursos propis de la zona, disminuint el cost energètic en la producció.

Cal no oblidar el paper de la ramaderia dins de la fertilització dels sistemes agrícoles ecològics, ja que produeixen fem i tanquen el cicle dels nutrients.

1.3.3 La importància del sòl en els sistemes de producció orgànica

El sòl és un recurs renovable però no inesgotable. Les adequades rotacions i associacions cuiden de la fertilitat del sòl a la qual es pot contribuir, de forma sostenible, amb adobats de compost orgànic.

En l'agricultura ecològica la plantació i el sòl formen un equilibri perfecte. Per a assolir aquest equilibri es requereix una reconversió del terreny i una correcta planificació. Aquesta planificació consisteix a conrear espècies coherents (autòctones, adaptades...) amb el tipus de clima, rotació de cultius,

1. INTRODUCCIÓ

en l'alternança i associació de cultius compatibles que optimitzen la collita. (Labrador i Altieri, 2001).

Sempre amb l'objectiu de no trencar el dit equilibri, i fins i tot d'anar a cercar-lo, s'enumeren les següents tècniques emprades per al conreu del sòl en agricultura ecològica:

➤ **Llaurada i mecanització:** Segons (Cánovas *et al.*, 1993) en l'agricultura ecològica les operacions seran manuals i mecàniques, ajudant la labor de les arrels, llombrígols i microorganismes per millorar l'estructura, l'airejament i la retenció d'aigua del sòl.

La capa superficial, rica en humus, cal enterrar-la en profunditat en els períodes de reconversió. La dita activitat es realitza amb l'ajuda del rotocultor.

També cal anar amb cura amb la fresadora, que s'ha d'emprar a baixes velocitats, escollint les fulles més apropiades per evitar fenòmens perjudicials per a l'estructura del sòl.

Cal no oblidar la important funció que realitzen en el sòl gran nombre d'éssers vius que hi habiten, com els llombrígols que excaven galeries i enriqueixen el sol, o els filaments microscòpics dels fongs, que proporcionen una major cohesió entre les partícules de terra, o les mateixes arrels de les plantes (Thorseth *et al.*, 1992).

Els elements presents al sòl es troben baix formes orgàniques i inorgàniques. Les formes orgàniques es troben formant part de la matèria orgànica procedent dels organismes vegetals i animals. Les formes inorgàniques es troben després d'haver patit els processos de mineralització i humificació (figura 1). La velocitat amb la qual es desenvolupen aquestos processos depèn de l'activitat biològica del sòl.

Altres autors (COIACC, 1996) parlen d'alterar i molestar el menys possible la terra, aplicant una llaurada de conservació que pot consistir tant en no preparar el terreny com en una mínima llaurada, que aplica treballs superficials a no més de 20 cm de profunditat.

1. INTRODUCCIÓ

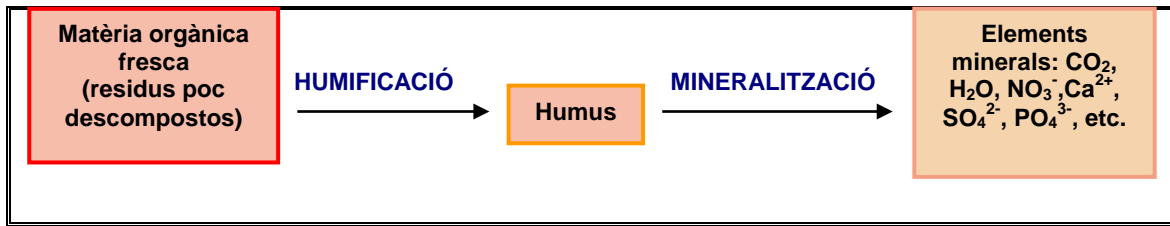


Figura 1. Evolució de la matèria orgànica a inorgànica

➤ **Associació i rotació de cultius:** La rotació es l'associació de cultius en una mateixa parcel·la. L'alternança es la divisió de la terra conreada en parcel·les de un cultiu diferent de la rotació.

Així, s'alternen cultius que tinguen tipus de vegetació, sistemes radiculars i necessitats nutritives diferents per a explorar totes les capes de la terra i usar en proporcions equilibrades tots els elements que esta conté (Aubert, 1979).

Les rotacions de cultius també permeten un aprofitament equilibrat dels nutrients del sòl, ja que al anar alternant cultius amb sistema radicular diferent, s'exploren distintes capes del sòl (Roselló, 2002).

Les associacions de cultius, cultiu múltiple o sistemes de policultiu són sistemes en els quals dos o més espècies de vegetals es planten amb suficient proximitat espacial per donar com a resultat una competència interespecífica o complementació. Per tant presenten múltiples avantatges front al monocultiu, com millorar l'aprofitament de la terra, l'espai i l'aigua; disminuir els problemes fitosanitaris, disminuir la presència de males herbes atés que el terreny queda ràpidament cobert. En certes associacions les plantes exerceixen una acció de benefici mutu tot i que també solen existir policultius (Cánovas *et al.*, 1993).

A més dels aspectes considerats a l'hora de dur a terme la rotació, també és important considerar la classificació botànica, s'han d'alternar cultius pertanyents a diferents famílies i, el que és més important, s'ha de conrear al menys cada dos anys una planta lleguminosa (Labrador, 2002).

Una pràctica molt recomanable emprar adobs verds, és a dir, l'ús de cultius de vegetació ràpida que es tallen i/o soterran al mateix camp on han sigut conreats. D'aquesta manera enriqueim el sòl amb humus jove d'evolució

ràpida i d'altres nutrients minerals i substàncies fisiològicament actives amb la finalitat d'activar la població microbiana del sòl (Alia, 1993).

1.3.4 La importància del sòl en els sistemes en hivernacle de producció orgànica

El sòl és un medi molt favorable per a la vida i en ell es desenvolupen multitud d'éssers que pertanyen al regne animal i vegetal i constitueixen un factor clau per a la fertilitat. Seguint les consideracions sobre el cultiu en hivernacle (Del Castillo *et al.*, 2004), cal que es complisquen diversos principis en les explotacions ecològiques, entre d'altres, el manteniment i augment de la fertilitat i l'activitat biològica del sòl. Aquest principi es realitzarà mitjançant:

- El conreu de lleguminoses emprades com a adob verd, conreu que haurem d'incloure en un programa de rotació plurianual adequat.
- La incorporació al terreny de fems i adobs orgànics obtinguts de residus provinents d'explotacions agrícoles i/o ramaderes ecològiques.
- En el cas que les dites pràctiques no siguin possibles, podran incorporar-se fertilitzants orgànics i minerals autoritzats per la normativa vigent.

La matèria orgànica desenvolupa un paper fonamental en el funcionament del sòl. Influeix sobre tots els paràmetres físics i químics edàfics i afavoreix l'assimilació d'elements nutritius i oligoelements necessaris per a les plantes. Quan es mineralitza la matèria orgànica allibera nutrients deixant-los a l'abast de les plantes i els microorganismes, a més d'ajudar a la solubilització i assimilació d'altres nutrients actuant com a reserva d'energia i nutrients. També millora la formació d'arrels i la retenció d'aigua al sòl, cosa que augmenta el contingut d'aigua al terra i per tant la seua presència és importantíssima quan es parla del model en hivernacle (Labrador, 2002).

Per tal de millorar el cultiu ecològic en hivernacle, cal esmentar les interferències entre cultius. Se'n troben les següents (Del Castillo *et al.*, 2008):

- Dins l'hivernacle, les existents entre el cultiu en funcionament i l'anterior i el posterior.
- Entre els cultius de dins i els de fora de l'hivernacle i l'entorn.

1. INTRODUCCIÓ

- Entre les actuacions fetes a l'interior de l'hivernacle i les realitzades als conreus exteriors, tractaments, maneigament de les collites i de les restes, etc.

Aquestes interferències cobren una importància palesa en el concepte de la problemàtica sanitària. Tradicionalment s'han considerat els problemes sanitaris del conreu com quelcom concret i específic, i per tant s'han tractat de manera directa i aïllada, inerta. S'ha de recordar que el sòl, les plantes, les plagues i les causes de les malalties són éssers vius; amb les seues dinàmiques vitals que segons les condicions del medi on es desenvolupen (d'ací la importància d'intervenir en el clima interior, el tipus de cultius, la vegetació exterior), evolucionaran o no cap a un risc o dany en el conreu. Per açò si apareix una plaga o malaltia i no es consideren aquests factors, potser es podrà eliminar químicament però amb un alt risc de recaiguda donat que no ataquem el problema des de l'arrel (Del Castillo *et al.*, 2008).

Pel que fa al maneig de l'hivernacle, aquest ha de poder proporcionar les condicions ambientals més idònies, amb l'objectiu evident que els conreus es desenvolupen en les millors condicions de temperatura, llum i humitat relativa. D'aquesta manera s'evitaria crear condicions favorables a l'aparició de nombroses plagues i malalties; és la primera i més eficient de les eines de què disposa l'agricultor (Del Castillo *et al.*, 2004).

Pel que fa al sòl, les mateixes recomanacions realitzades per als sistemes ecològics a l'aire lliure, caldria fer-les per als sistemes en hivernacle, proposant tècniques d'incrementar el contingut en matèria orgànica, i proporcionant un sòl viu al medi de cultiu, és a dir, els aportos orgànics han de formar part d'un disseny de fertilització previst i específic per a cada situació tenint en compte les característiques de cada agroecosistema.

2. OBJECTIUS I PA DE TREBALL

2. OBJECTIUS I PLA DE TREBALL

2.1 OBJECTIUS

L'agricultura ecològica és una forma de producció agrària, basada en el respecte a l'entorn i en produir aliments sans, de la màxima qualitat i en quantitat suficient.

L'agricultura ecològica, és un mètode de producció que té l'objectiu de conservar el medi ambient, respectant al màxim els cicles biològics, utilitzant productes naturals i fomentant la producció d'espècies vegetals autòctones.

La demanda d'aliments ecològics és elevada i alguns consumidors demanen un model de consum similar al convencional, on els aliments fora de temporada provenen de conreus baix plàstic, per açò els hivernacles en producció ecològica tenen prou d'èxit actualment.

L'objectiu fonamental d'un hivernacle és produir fora d'època i en conseqüència les plantes cultivades seran més susceptibles a plagues i malalties. Per tal de superar els dits problemes, les tècniques aplicades en la producció ecològica han d'aconseguir fer plantes més fortes, amb una fertilització orgànica, un sistema viu que ben gestionat proporciona condicions òptimes per al creixement vegetal.

Per això, el principal objectiu del present estudi és comprovar l'estat d'un sòl d'hivernacle, que de sempre havia estat conreat de manera convencional i que en el moment de l'estudi es trobava en el primer any de conversió a agricultura ecològica, com torna a estar sà, viu i predisposat a produir aliments de qualitat. Els objectius específics són:

1. Valorar la fertilitat física, química i biològica del sòl de l'hivernacle, durant l'any de la conversió, després d'haver aportat fem a fi de recuperar-lo per a l'agricultura ecològica.
2. Avaluar l'evolució, al llarg d'un any, de la qualitat del sòl, mitjançant els paràmetres físics, químics i biològics.
3. Estimar pautes de fertilitat per la transformació a producció ecològica de sòls en hivernacle.

2. OBJECTIUS I PLA DE TREBALL

2.2 PLA DE TREBALL

Per a dur a terme els objectius plantejats es va treballar en un hivernacle, situat a la comarca de l'Horta Nord, al terme municipal d'Alboraia. El dit hivernacle ha sigut conreat des de la seua construcció de forma convencional.

En el moment de l'estudi, l'hivernacle estava llogat per uns agricultors amb la intenció de conrear de forma ecològica i sostenible; de fet l'hivernacle es trobava en el primer any del període de conversió a agricultura ecològica.

Aquest període transitori, durant el qual els productes obtinguts encara no es poden comercialitzar com a ecològics, s'acaba al tercer any d'introduir les tècniques d'agricultura ecològica en la unitat de producció (IFOAM, 2010; Gonzalez Vizcaino *et al.*, 2011).

La conversió no és quelcom immediat, calen tres (període estimat per a recuperar el sòl amb estructura sana) anys fins que els productes obtinguts de l'hivernacle es puguen considerar lliures de residus tòxics de pesticides i amb una fertilitat natural. En aquest període la terra necessitarà que li siga tornat una gran part del que s'obtinga d'ella, per tal que torne a ser equilibrada i saludable. Una vegada passat el temps necessari, la producció serà sana i lliure de residus i pesticides, convertint-se llavors a la categoria d'ecològic (Wright i McCrea, 2000).

El juliol del 2005, s'inicià el conreu ecològic en el dit hivernacle, amb la biofumigació de tota la superfície. Els fems usats per a la dita biofumigació són excrements de vaques i bous de la vaqueria propera a l'hivernacle.

El pla de treball està centrat inicialment en la presa de mostres i la seua anàlisi. Aquest pla de treball es divideix en dos fases (figura 2) amb la finalitat d'assolir a través d'elles l'objectiu d'aportar noves dades i resultats sobre el comportament del sòl en la transformació a la producció ecològica i al sistema de producció ecològica en hivernacle.

2. OBJECTIUS I PLA DE TREBALL

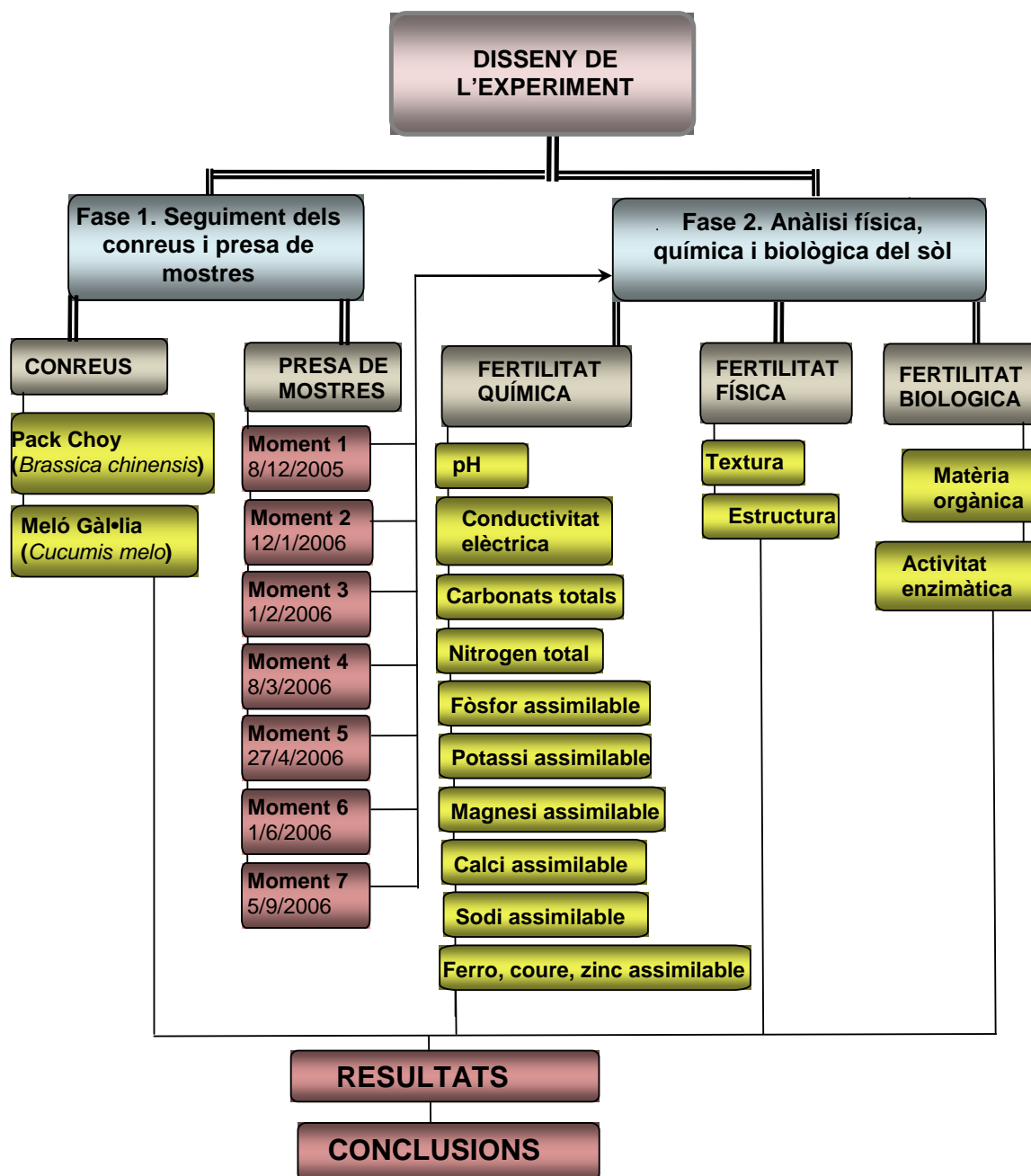


Figura 2. Esquema del pla de treball

Fase 1. Seguiment dels conreus i presa de mostres

Durant el període d'anàlisi, el primer cultiu a l'hivernacle fou Pack Choy (*Brassica chinensis*) verdura d'origen xinès pareguda a la bleda (*Beta vulgaris*), que es plantà a tota la superfície de l'hivernacle.

2. OBJECTIUS I PLA DE TREBALL

El segon cultiu fou Meló Gàl·lia (*Cucumis melo*) que també ocupà tota la superfície conreable.

El nombre de mostres de sòl realitzades respon a les necessàries segons el nombre de conreus efectuats en el període d'un any natural, en la campanya des del desembre de 2005 a setembre de 2006. En concret es varen prendre mostres en el moment de plantar, a mitjan conreu i en el moment de la collita de cadascun dels dos cultius que es varen realitzar. Finalment els agricultors feren un guaret d'un mes a l'hivernacle. Després del guaret es va prendre l'última mostra.

D'aquesta manera, es varen prendre mostres del sòl després de la biofumigació en diferents moments de conreu: en el moment de plantar el primer conreu (moment 1), a mitjan (moment 2) i al final de la recol·lecció del dit primer conreu (moment 3); al moment de plantar el segon conreu (moment 4), a mitjan (moment 5) i al final del segon conreu (moment 6) i finalment després d'un guaret d'un mes (moment 7).

- Moment 1 (08/12/2005): En el moment 1 es va prendre les primeres mostres del terra, coincidint en el temps en la sembra del Pak Choy en l'hivernacle.
- Moment 2 (12/01/2006): La segona presa de mostres es realitza a mitjan del cultiu del Pak Choy, en la data que van indicar els agricultors.

Al llarg d'aquest mes els agricultors detectaren eruga (*Pieris brassicae*) i tractaren amb *Spintor*, un producte autoritzat en agricultura ecològica obtingut de la fermentació de bacteris.

Després, i sempre dins d'aquest període, els agricultors adobaren foliarment amb un producte ecològic derivat d'algues.

- Moment 3 (01/02/2006): El tercer moment es va fer coincidir amb la collita del Pak Choy, que es realitzà el primer dia de febrer. L'endemà es passà el rotocultor i deixaren descansar la terra 5 setmanes per recuperar-se. La presa es fa després de la collita però abans del llavorament de la terra.

2. OBJECTIUS I PLA DE TREBALL

- Moment 4 (08/03/2006): La quarta presa de mostres es va fer el mateix dia que plantaren el meló Gàl·lia. Als pocs dies de plantar, els agricultors tracten en prevenció contra el oïdi amb sofre banyat, no en pols. La presa de mostres del moment 4 es realitzà abans del tractament.
- Moment 5 (27/04/2006): El cinquè moment de presa de mostres fou a mitjan cultiu del meló. Es varen prendre les mostres abans d'emprar borinots per a la pol·linització del meló.
- Moment 6 (01/06/2006): La sisena presa de mostres es va fer el dia que es va collir el primer meló. La collita es va allargar quasi una setmana ja que els agricultors buscaven escalonar al màxim la collita.

Una vegada colliren tot, es va passar el rotocultor i deixaren la terra descansar un mes abans de la següent collita.

- Moment 7 (05/09/2006): L'última presa de mostres es va realitzar després del guaret d'un mes.

L'hivernacle estava dividit en tres túnels de cultiu. Per tal de donar fiabilitat a l'estudi es va decidir analitzar la terra del túnel central ja que d'aquesta forma s'evitava l'efecte frontera que exerceixen els túnels dels extrems de l'hivernacle (figura 3).



Figura 3. Esquema de la distribució d'hivernacle

2. OBJECTIUS I PLA DE TREBALL

Aquest túnel central es va dividir en tres punts de presa de mostres, a fi de tenir un nombre major de mostres i augmentar la representativitat de l'estudi (figura 4). Els dits punts de presa de mostres s'han de considerar com a repeticions dins d'un mateix moment, ja que s'ha comprovat que es comporten d'una forma normal entre elles. Açò proporciona una major seguretat en la posterior anàlisi de dades.



Figura 4. Aspecte general d'hivernacle

Fase 2. Anàlisi física, química i biològica del sòl

Esta fase tracta per tant d'una anàlisi successiva de les mostres de terra preses en determinats moments del conreu durant el primer any del període de conversió a ecològica, segons les pautes indicades en la fase 1. Per a això el que es fa és analitzar en el laboratori els paràmetres de conductivitat elèctrica (CE), pH en aigua i en dissolució de clorur potàssic, matèria orgànica (MO), activitat enzimàtica, carbonats totals, nitrogen total (Ntot), fòsfor assimilable (P), magnesi assimilable (Mg), calci assimilable (Ca), potassi assimilable (K), ferro assimilable (Fe), coure assimilable (Cu), zinc assimilable (Zn) i sodi assimilable (Na).

2. OBJECTIUS I PLA DE TREBALL

Fase 3. Anàlisi estadística de dades

Aquesta tercera fase es centra en recopilar totes les dades obtingudes de les anàlisis químiques realitzades en la fase 2. Per a comparar els resultats s'ha realitzat un tractament estadístic mitjançant l'anàlisi de la variància, aplicant el test LSD amb el 95% de confiança.

3. MATERIALS I MÈTODES

3. MATERIALS I MÈTODES

3.1 DESCRIPCIÓ DE L'HIVERNACLE

El present treball es va realitzar a un hivernacle situat al Pla de l'Estany, un espai de terra molt fèrtil que es troba entre l'autopista A7 i la via de tren que uneixen les ciutats de València i Castelló, a la comarca valenciana de l'Horta nord. Es troba a vora 10 km del centre històric de la ciutat de València i, en línia recta cap a la mar, no hi ha més de 500 m de distància (figura 5).

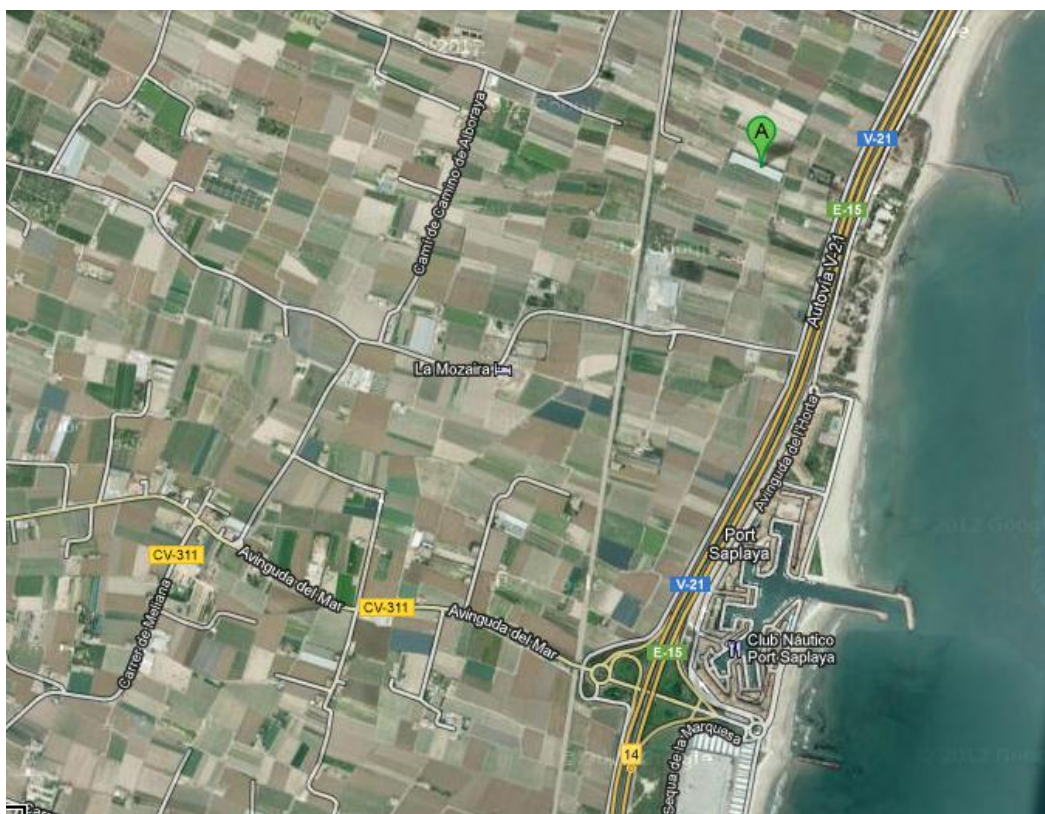


Figura 5. Situació de l'hivernacle

Es tracta d'un hivernacle de secció rectangular, fet de plàstic rígid en la seua totalitat. L'hivernacle està orientat a l'est, és a dir, la seua secció més llarga està pràcticament alineada d'oest a est. L'hivernacle complia tots els requisits per produir hortalisses de forma ecològica. Cal dir que no disposava d'una instal·lació de reg per degoteig, el reg es realitzava a manta.

3.1.1. Descripció dels conreus realitzats durant el període d'anàlisi

El present estudi abarca quasi el temps d'un any natural, des de principis de desembre de 2005 fins principis de setembre de 2006. Durant aquest període es dugueren a terme dos cicles de cultiu sencers. Primer es conreà Pack Choy (*Brassica chinensis*) i després, Meló Gàl·lia (*Cucumis melo*).

3. MATERIALS I MÈTODES

Les pràctiques culturals que es dugueren a terme començaren el mes de juliol de 2005 amb una biofumigació del sòl de l'hivernacle consistent a cobrir amb matèria orgànica al sòl de l'hivernacle i passar el rotocultor. Després es regà i es va cobrir amb plàstic, deixant que el calor, la humitat i el pas del temps desinfectaren el sòl alhora que es preparava el camp per a les posteriors collites.

El 8 de desembre del mateix any es va plantar Pack Choy en la totalitat de la superfície de l'hivernacle. Aquest dia es varen prendre les primeres mostres del sòl, datant-les com a moment 1 de presa de mostres.

La segona presa de mostres (moment 2) es va realitzar quan es considerava que el cicle del Pack Choy es trobava a la meitat, el dia 12 de gener de 2006. El mateix dia, i sempre després de la presa de mostres, es va tractar contra l'eruga amb Spintor, un producte derivat de la fermentació de bacteris permès a l'agricultura ecològica. També es va polvoritzar un adob foliar (Hortiran), un producte ecològic derivat d'algues marines.

El dia de la collita del Pack Choy, l'1 de febrer de 2006, es va realitzar la tercera presa de mostres (moment 3). Aquest mateix dia, i sempre després de la presa de mostres, es passà el rotocultor a fi d'incorporar les restes de la collita al sòl, a més de moure i d'airejar el terra de conreu. La terra es va deixar descansar durant 5 setmanes amb la intenció que aquesta digerira l'aliment que se li va donar i estiguera ben preparada per al següent conreu.

El 8 de març de 2006 es va plantar el meló Gàl·lia també en la totalitat de la superfície de l'hivernacle. Aquest dia s'agafaren les mostres corresponents al moment 4, abans que es polvoritzara el terra de l'hivernacle amb sofre banyat, en prevenció contra fongs, principalment l'oïdi.

El moment 5 de presa de mostres es va fer coincidir amb la meitat del cicle de cultiu del meló, el dia 27 d'abril del mateix any.

L'1 de juny de 2006 (moment 6) es varen agafar les mostres abans de collir el meló. Després, es varen incorporar les restes de la collita al sòl mitjançant l'acció del rotocultor i es va deixar l'hivernacle en guaret quasi 3 mesos.

3. MATERIALS I MÈTODES

L'última presa de mostres es va realitzar el 5 de setembre de 2006 (moment 7) després del guaret esmentat.

3.2 PRESA DE MOSTRA DEL SÒL

La presa de mostra s'ha de realitzar amb l'objectiu d'obtenir una mostra representativa del sòl de forma que les propietats que hi seran analitzades es mantinguin el més invariablement possible.

La quantitat de mostres a realitzar es va determinar en funció dels paràmetres a analitzar, de la superfície de l'hivernacle, del material vegetal o cultiu i del llavorament realitzat pels agricultors.

Pel que fa als conreus, es va decidir agafar mostres al principi, a mitjan i al final de cada cicle de cultiu.

Per a cadascuna de les preses es va eliminar la capa superficial més alterada del sòl, per tal de poder agafar la terra entre els primers 15 cm i 20 cm de profunditat. Després es van posar en bosses de plàstic, degudament identificades, i es varen transportar al laboratori.

Alhora s'agafa una mostra humida representativa de les mostres del sòl i es guarden en vials de 100 mL a 4 °C, llevant les matèries alienes i les restes vegetals. Aquestes mostres s'empraran per a la determinació de l'activitat biològica del sòl.

3.2.1 Preparació de la mostra de sòl

La preparació i l'adequació de la mostra de sòl és la fase prèvia per a la realització dels diferents anàlisis a realitzar. Aquest condicionament requereix la separació dels possibles elements gruixuts, la preparació de la mostra per a l'anàlisi física i la preparació per a certs procediments químics (FAO, 1970).

En arribar les mostres al laboratori, es varen buidar les bosses plenes de terra en safates de plàstic degudament identificades i, amb la mà, es varen retirar les pedres i les restes vegetals per després desfer els elements gruixuts també manualment.

3. MATERIALS I MÈTODES

A continuació es deixà la terra assecant-se en les safates en condicions ambientals de llum, humitat i temperatura. Finalment amb l'ajuda del corró es disgrega mecànicament la terra resultant per tal d'assolir la finesa adequada, es passa pel tamís i el resultant es passa a pots de vidre degudament numerats. Aquest resultant s'anomenarà TFSA (terra fina secada a l'aire).

Els materials i aparells emprats son:

- bosses de plàstic
- safates de plàstic
- corró de fusta
- tamís metàl·lic de 2 mm
- flascons de vidre amb tanca hermètica.

3.3 DETERMINACIÓ DE LA TEXTURA DEL SÒL

La textura d'un sòl expressa les proporcions en pes d'aquelles partícules inorgàniques del sòl amb grandàries inferiors a 2mm.

Per a una classificació de sòl segons la textura, s'agrupen les grandàries en fraccions. En totes les classificacions s'estableix una divisió en tres grups: arena, llim i argila; es fan subdivisions dins d'aquests tres grups.

Les classes texturals es defineixen per la dominància en el sòl de les propietats d'una o més de les fraccions esmentades (arena, llim i argila). L'absència de dominància de les propietats d'una d'aquestes fraccions correspon a la classe franca. Els dits quatre termes; argila, llim, arena i franc; combinats com a noms i adjectius, designen dotze classes texturals que poden ser deduïdes si es coneix el percentatge en pes de les tres fraccions mitjançant un diagrama triangular. Aquest diagrama serveix per designar la textura del sòl (Llorca, 1991).

3.4 DETERMINACIÓ DEL pH DEL SÒL

La determinació del pH es basa en la mesura del potencial elèctric que es crea en la membrana de vidre d'un elèctrode, que és funció de l'activitat dels ions hidrogen a ambdós costats de la membrana (Chapman i Pratt, 1961). Es

3. MATERIALS I MÈTODES

va utilitzar un extracte (1:2.5) tant amb aigua com amb la dissolució de KCl 0.1 M.

3.4.1 Materials i aparells en la determinació del pH del sòl

Els materials utilitzats per a la determinació del pH són pH-metre portàtil 507 de Crison amb carcassa hermètica de plàstic rígid, agitador i matràs d'Erlenmeyer de 50 mL.

Els reactius en la determinació del pH del sòl son:

- Aigua destil·lada.
- Dissolució KCl 0.1 M.
- Dissolucions tampó de pH 4.0 i 7.02.

3.4.2 Mètode experimental en la determinació del pH del sòl

En primer lloc es calibra el pH-metre amb els tampons, seguint les instruccions de l'aparell. A continuació es renta l'elèctrode amb aigua destil·lada i es procedeix a la mesura de la mostra.

S'agafen 10 g de sòl i s'introdueixen en un matràs d'Erlenmeyer, a continuació s'afegeixen 25 mL d'aigua destil·lada o KCl 0.1 M, segons procedisca i s'agita 10 minuts. Després d'aquest temps es deixa reposar la mostra 30 minuts i es realitza la mesura del pH. Per a realitzar-ho és necessari agitar la suspensió immediatament abans d'introduir l'elèctrode, aquest s'ha de posar en contacte amb el líquid sobrenedant, evitant la formació de bombolles. El valor que s'obté s'anota.

Els resultats s'expressen de la manera següent:

pH mesurat en suspensió sòl/solució KCl 0.1 M (1/2.5) = K.

pH mesurat en suspensió sòl /aigua destil·lada (1/2.5) = K.

Sent K les unitats de pH a la temperatura en què es va efectuar la mesura.

3. MATERIALS I MÈTODES

3.5 DETERMINACIÓ DE LA CONDUCTIVITAT ELÈCTRICA DEL SÒL

Es denomina conductivitat elèctrica d'un extracte de sòl a l'aptitud d'aquest per a transmetre el corrent elèctric.

La mesura de la conductivitat elèctrica donarà la concentració total dels constituents ionitzats, és a dir, de les sals dissoltes. La conductivitat depèn de l'activitat, tipus de ions dissolts i de la temperatura a la qual es realitza la mesura.

Per a mesurar la conductivitat es fa ús d'un pont de Whetstone i una cèl·lula de conductivitat apropiada. Es determina la conductivitat elèctrica per comparació, a la mateixa temperatura de la mostra i de la dissolució valorada de clorur potàssic, referint-se el resultat a 25 °C degut a que la conductivitat de les dissolucions aquoses augmenta amb la temperatura (MAPA, 1994).

Es va emprar un extracte (1:5) sòl/aigua.

3.5.1 Materials i aparells en la determinació de la conductivitat elèctrica del sòl

Els materials necessaris per a determinar la conductivitat són un conductímetre portàtil amb una cèl·lula de conductivitat de grafit amb un compensador automàtic de temperatura, agitador mecànic, matràs d'Erlenmeyer de 100 mL, embut de vidre i paper de filtre Whatman 42 de 12.5 cm de diàmetre.

Els reactius en la determinació de la conductivitat elèctrica del sòl son:

- Aigua destil·lada.
- Dissolució de KCl 0.1 M.
- Dissolució de KCl 0.01 M.
- Dissolució de hexametafosfat sòdic al 0.1%.

3.5.2 Mètode experimental en la determinació de la conductivitat elèctrica del sòl

Es pesen 10 g de sòl i s'afegeixen 50 mL d'aigua destil·lada i s'agita durant mitja hora amb una agitador mecànic.

3. MATERIALS I MÈTODES

A continuació es filtra la suspensió amb paper de filtre i s'afegeix una gota d'hexametafosfat sòdic al 0.1% per cada 25 mL de filtrat, per evitar la precipitació de CaCO_3 . L'extracte preparat d'aquesta manera es denomina extracte sòl-aigua 1:5.

Per a determinar la conductivitat elèctrica primerament es calibra el conductímetre amb els patrons de concentracions 0.1 M i 0.01 M de KCl, que tenen uns valors de conductivitat elèctrica d' $11.67 \mu\text{S cm}^{-1}$ i $1278 \mu\text{S cm}^{-1}$, respectivament. A continuació s'introdueix la cel·la conductimètrica en aigua destil·lada.

Si la mesura no s'ha realitzat a la temperatura indicada, s'haurà de referir a 25 °C, per açò s'utilitzarà una taula de correcció de les dades a la temperatura de 25 °C, convertint així els valors de la conductivitat a 25 °C.

S'anoten els resultats obtinguts de la lectura del conductímetre, expressant-se en $\mu\text{S cm}^{-1}$.

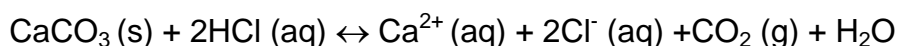
3.6 DETERMINACIÓ DEL CONTINGUT EN CARBONATS TOTALS DEL SÒL

El carboni inorgànic es presenta en els sòls en manera de carbonats, i especialment com a carbonats poc solubles d'elements alcalinoterris.

En la fase de solució del sòl es troben quantitats variables de CO_2 , H_2CO_3 i dels ions HCO_3^- i CO_3^{2-} .

La quantitat de carbonat que es solubilitza a partir de qualsevol dels seus minerals depèn, a més a més, del seu producte de solubilitat, de la pressió parcial de CO_2 en equilibri amb la solució del sòl i de la força iònica de la dissolució. Un augment de la pressió parcial de CO_2 augmenta la quantitat de Ca^{2+} i/o Mg^{2+} que passa a la dissolució.

Tractant els carbonats amb un àcid es produeix el despreniment de CO_2 .



Mesurant en condicions idèntiques de pressió i temperatura, la quantitat de CO_2 després per un pes de sòl i per una quantitat coneguda de CaCO_3 pur,

3. MATERIALS I MÈTODES

es determinen els carbonats sòlids del sòl expressats en CaCO_3 per 100 g de sòl.

3.6.1 Materials i aparells en la determinació dels carbonats totals del sòl

Per a l'anàlisi dels carbonats totals en el sòl es necessita un calcímetre de Bernard i un recipient adequat per a ficar-hi la mostra de sòl, en aquest cas s'empraren matrassos bola.

Els reactius en la determinació dels carbonats totals del sòl son:

- Aigua destil·lada.
- Àcid clorhídric al 50%.
- CaCO_3 pur.

3.6.2 Mètode experimental en la determinació dels carbonats totals del sòl

Es pesen 2 g de sòl i es posen en un matràs d'Erlenmeyer, en el qual també s'introdueix el tub que acompanya el calcímetre, en el qual, prèviament, s'hauran posat 2 mL d'HCl. Mantinent la pressió atmosfèrica en l'interior del matràs d'Erlenmeyer, es tapa amb un tap de goma que està travessat per un tub que el connecta al calcímetre. A continuació es desplaça el dipòsit, pujant-lo o baixant-lo segons calga per tal d'enrasar a zero el nivell del líquid en la bureta.

Una vegada apuntat el valor inicial, s'agita el matràs d'Erlenmeyer i a mesura que baixa el nivell de líquid en la bureta, es fa descendir el dipòsit de manera que estiguen al mateix nivell els dos. Llavors s'apunta la segona lectura.

Es fa també una prova en blanc amb uns 200 mg de carbonat càlcic polvoritzat.

Amb les dades obtingudes es calcula el contingut del sòl en carbonats i s'expressa el resultat com a percentatge de carbonat càlcic. Per a realitzar-ho s'utilitza la següent expressió:

$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{P' \times V_{\text{CO}_2}}{(V \times P)} \times 100$$

3. MATERIALS I MÈTODES

on:

P' = g de CaCO_3 usats en l'anàlisi.

V = volum (mL) de CO_2 alliberats per la mostra en blanc.

V_{CO_2} = volum (mL) de CO_2 alliberats per la mostra de sòl.

P = g de sòl utilitzats en l'anàlisi.

3.7 DETERMINACIÓ DEL NITROGEN TOTAL DEL SÒL

Per a la determinació del nitrogen total en sòls s'ha emprat el sistema automàtic Kjelttec. Es tracta d'un desenvolupament del mètode convencional de Kjeldhal, amb el qual es realitza un assaig més ràpid, amb major capacitat de treball i una gran exactitud en els resultats.

La digestió té lloc en medi àcid, en un bacteri de digestió a 420 °C, amb uns tubs especialment resistents a temperatures altes i a la corrosió. La destil·lació es du a terme en la unitat de destil·lació, la qual aporta el volum de NaOH fixat i recull l'amoni alliberat en la destil·lació sobre àcid bòric de forma automàtica.

Seguidament es determina el producte de la destil·lació volumètricament.

3.7.1 Materials i aparells en la determinació del nitrogen total del sòl

S'ha emprat una bateria de digestió amb el respectiu suport porta tubs, tubs de vidre corresponents, equip automàtic de destil·lació, matràs d'Erlenmeyer de 250 mL i les habituals eines per a una valoració volumètrica (bureta...). Els reactius en la determinació del nitrogen total del sòl son:

- Mescla de catalitzadors: K_2SO_4 , CuSO_4 i Se, en proporció de pes 10/1/0.1, homogeneïtzada i polvoritzada en un molí elèctric.
- Aigua oxigenada de 110 volums.
- Mescla àcida: 5 parts de H_3PO_4 concentrat ($\rho=1.75$ g/mL) per cada 100 parts de H_2SO_4 concentració ($\rho=1.82$ g/mL), parts volumètriques.
- Mescla d'àcid bòric + indicador al 2% i àcid sulfúric 0.01N.

3. MATERIALS I MÈTODES

3.7.2 Mètode experimental en la determinació del nitrogen total del sòl

Hi ha 3 passos clarament diferenciats en el procés de la determinació del nitrogen total: digestió, destil·lació i valoració.

Digestió: Es pesen 0.5 g de sòl sec, apuntant sempre la xifra exacta, i s'introdueix en el tub especial, on s'afegeix 4 g de catalitzador. Seguidament afegim 10 mL de la mescla d'àcids mesurats amb els dosificadors i sulfúric i ortofosfòric. Cal fer-ho dins de la mampara per a evitar la inhalació de vapors nocius. Finalment s'addiciona amb cura al tub 10 mL d'aigua oxigenada alhora que s'agita suaument el tub digestor. Després de deixar-ho reposar un parell de minuts es posen els tubs durant un hora a 420 °C.

Destil·lació: En finalitzar la digestió, es treuen els tubs amb el suport del porta tubs i es deixen refredar un temps raonable. Passat aquest temps s'hi afegeixen 50 mL d'aigua destil·lada i es passen els tubs un a un a la unitat de destil·lació, prèviament preparada i ajustada, on es ficarà un matràs d'Erlenmeyer de 250 mL amb 15 mL de la mescla d'àcid bòric - indicador.

Una vegada feta la destil·lació, es procedeix a valorar.

Valoració: S'ajusta la bureta i es valora el producte de la destil·lació amb H₂SO₄ 0.01 N, quan el color verd dona lloc a un roig pàl·lid, s'haurà finalitzat la valoració.

El nitrogen total s'expressa en tant per cent sobre la matèria seca, utilitzant la següent expressió:

$$\text{Nitrogen Total (\%)} = \frac{(V_m - V_b) f N 100}{P_m} * 14$$

On:

V_m = volum de H₂SO₄ (mL) gastats en la mostra.

V_b = volum de H₂SO₄ (mL) gastats en el blanc.

f = factor del H₂SO₄.

N = concentració normal del H₂SO₄.

P_m = pes (g) de la mostra.

3. MATERIALS I MÈTODES

3.8 DETERMINACIÓ DEL FÒSFOR ASSIMILABLE DEL SÒL

El fòsfor directament aprofitable per les arrels de les plantes és el que es troba formant part de l'ió ortofosfat en dissolució, valor sempre xicotet per la baixa solubilitat dels fosfats del sòl.

El fòsfor és extret del sòl amb una dissolució de NaHCO_3 0.5 M ajustada a pH 8.5.

La determinació del fòsfor en l'extracte es realitza per espectrofotometria UV-visible, mesurant l'absorció de llum visible monocromàtica de 660 nm pel compost blau de molibdè que resulta de la reducció per Sn^{2+} del complex format per la reacció de l'ió fosfat amb anió molibdat (Pérez Gracia *et al.*, 1991).

3.8.1 Materials i aparells en la determinació de fòsfor assimilable del sòl

El material emprat ha de ser rentat amb detergent lliure de fòsfor. Els materials que es necessiten per a l'anàlisi són matràs d'Erlenmeyer de 250 mL, agitador mecànic, matràs aforat de 50 mL, espectrofotòmetre UV-visible, paper de filtre sense fòsfor.

Els reactius en la determinació de fòsfor assimilable del sòl son:

- NaHCO_3 0.5 M a pH 8.5.
- Carbó actiu lliure de fòsfor.
- Reactiu àcid cloro molíbdic a l'1.5%. Per a preparar-lo es dissolen 15 g de molibdat amònic, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, en uns 300 mL d'aigua destil·lada calenta a uns 50 °C, si cal es filtra la mescla i a continuació es deixa refredar. Per últim s'ha d'afegir, a poc a poc, 342 mL d'HCl concentrat i s'ha d'agitar contínuament, després s'ha de diluir fins un litre en una matràs aforat. S'ha de guardar en un flascó de topazi amb tap de vidre. Esta dissolució conté 50 mL d'excés d'HCl concentrat per a neutralitzar el NaHCO_3 contingut en 5 mL d'alíquota. La dissolució ha de ser canviada cada dos mesos.
- Dissolució concentrada de SnCl_2 : es prepara dissolent 10 g de $\text{SnCl}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$ en 25 mL d'HCl concentrat, calfant si és necessari. Aquesta

3. MATERIALS I MÈTODES

dissolució s'ha de guardar en nevera i ha de ser canviada cada dos mesos. Per a preparar el $\text{SnCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, s'han de preparar 0.5 mL de SnCl_2 i dissoldre's en 66 mL d'aigua.

- Dissolució mare de P de 100 mg L^{-1} : es prepara dissolent 0.4393 g de fosfat mono potàssic dessecat en 500 mL de bicarbonat sòdic, es dissol i dilueix a 1 L. Cal afegir-hi 5 gotes de toluè per a disminuir l'activitat microbiana. Es prepara una dissolució de 2 mg L^{-1} de P a partir de la dissolució mare.

3.8.2 Mètode experimental en la determinació de fòsfor assimilable del sòl

L'extracció de P es realitza afegint en un matràs d'Erlenmeyer de 250 mL, 5 g de sòl, dos cullerades de carbó actiu i 100 mL de NaHCO_3 0.5 M.

A continuació, s'agita 30 minuts i es filtra la suspensió amb paper de filtre sense fòsfor. Si el filtrat no ix clar, s'hi afeg un poc més de carbó actiu.

Després s'agafa una alíquota de 5 mL i es posa en un aforat de 50 mL, s'afegeix a poc a poc 10 mL d'àcid cloro molíbdic i quan ha acabat el despreniment de CO_2 , es meneja per a barrejar-ne el contingut, s'enrasa a 50 mL i s'afegeixen 2 mL de SnCl_2 i ja es pot mesurar amb l'espectrofotòmetre a una longitud d'ona de 660 nm.

Per a preparar els patrons de la corba de calibrat es pren el volum corresponent de la dissolució mare de 100 mg L^{-1} per a preparar una corba amb 0, 0.5, 1, 1.5 i 2 mg L^{-1} de P i es posa en un aforat de 50 mL. Després s'afegeixen 5 mL de NaHCO_3 , 10 mL d'àcid cloro molíbdic i s'enrasa fins a 50 mL amb aigua destil·lada. Després s'afegeixen els 2 mL de SnCl_2 .

El fòsfor extret s'expressa en mg de P per kg de sòl. Per açò cal realitzar una recta de regressió amb els valors obtinguts dels patrons. L'absorbància obtinguda per la mostra s'interpel·la en l'equació de la recta de calibrat i s'obté la concentració de l'element en mg L^{-1} .

3. MATERIALS I MÈTODES

3.9 DETERMINACIÓ DE SODI, POTASSI, CALCI I MAGNESI ASSIMILABLES DEL SÒL, EXTRETS AMB ACETAT AMÒNIC

Per a la determinació de Na, K, Ca i Mg assimilables cal preparar un extracte d'igual forma per als quatre tot i que, després, s'analitzaran per separat.

Primerament es necessita acetat amònic 1 N a pH 7, que es preparà de la següent forma:

Es pesen 77.08 g d'acetat amònic i es dilueixen en 800 mL d'aigua destil·lada. Després es procedeix a ajustar-lo a pH 7, emprant NH_3 diluït o H_2SO_4 concertat, en funció del pH inicial. Finalment s'enrasa a 1 L amb aigua destil·lada, es mescla bé i es conserva a 4 °C.

Segonament, per a preparar l'extracte es tara un matràs d'Erlenmeyer de 250 mL on es pesen 10 g de sòl; la xifra exacta s'anota. Després s'afegeix 100 mL del reactiu que primerament s'ha preparat, es sacsa 15 minuts i es filtra. A partir d'aquest extracte es treballa individualment en funció de l'element a analitzar.

La determinació de sodi i potassi es realitza per fotometria de flama, una vegada s'han extret per agitació els elements assimilables en una dissolució neutra d'acetat amònic 1 N. La fotometria de flama és una tècnica instrumental basada en la mesura de la radiació emesa pels àtoms al tornar al seu estat fonamental després d'haver sigut excitats tèrmicament. Aquesta radiació és directament proporcional a la concentració de l'element en la mostra en un determinat interval (MAPA, 1994).

La determinació de calci i magnesi es realitza per absorció atòmica.

3.9.1 Materials i aparells en la determinació de sodi, potassi, calci i magnesi assimilables del sòl

Per a la dita determinació s'ha emprat: agitador magnètic, fotòmetre de flama, espectrofotòmetre d'absorció atòmica, matrassos aforats, matrassos d'Erlenmeyer de diferents capacitats, paper de filtre Whatman 40, embuts, ph-metre.

3. MATERIALS I MÈTODES

Els reactius en la determinació de potassi, magnesi, calci i sodi assimilables del sòl són:

- Dissolució $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 1 N a pH 7, ajustada amb NaOH 1 M o H_2SO_4 concentrat. Per a la determinació de sodi la variació de pH s'ajustarà amb NH_4OH . La dissolució mare de potassi es prepara dissolent en aigua destil·lada 0.9533 g de KCl dessecat, fins 500 mL, aquesta solució contindrà 1000 mg/L de K i cal conservar-la a 4 °C.
- Dissolució patró de 1000 mg L⁻¹ Na⁺ a partir de NaCl.
- Dissolució patró de 1000 mg L⁻¹ K⁺ a partir de KCl dessecat.
- Àcid acètic glacial ($\rho=1.05$).
- Dissolució d'amoníac ($\rho=0.91$).
- Àcid clorhídric concentrat.
- Dissolució patró de calci i magnesi.
- Dissolució de lantà.

La dissolució de lantà es prepara introduint en un matràs d'Erlenmeyer de 250 mL 7.35g de La_2O_3 , 50 mL d'aigua destil·lada i 20 mL d'àcid clorhídric concentrat, que s'ha d'afegir poc a poc. Cal agitar fins la seua total dissolució i finalment s'afora a 1 L.

Per preparar la dissolució patró de calci cal agafar un matràs aforat d'1 L de capacitat i introduir 2.4973 g de CaCO_3 que prèviament s'han secat en l'estufa a 105 °C. A continuació s'afegeixen uns mL d'aigua destil·lada i 10 mL de HCl concentrat, una vegada estiga dissolta la sal s'enrasa amb aigua destil·lada. Aquesta dissolució conté 1 g de Mg L⁻¹.

La dissolució patró de magnesi es prepara introduint en un matràs aforat d'1 L: 1000 mg de fil metàl·lic de magnesi netejat prèviament i 5 mL de HCl concentrat. Una vegada està totalment dissolt, cal enrasar a 1 L amb aigua destil·lada. Aquesta dissolució conté 1 g de Mg L⁻¹.

3. MATERIALS I MÈTODES

3.9.2 Mètode experimental en la determinació de sodi i potassi assimilables del sòl

Per a realitzar l'extracció es col·loquen 5 g de sòl en un matràs d'Erlenmeyer de 50 mL, s'afegeixen 100 mL de NH_4Ac i s'agita durant 15 minuts. Seguidament es filtra la dissolució amb paper de filtre Whatman 40.

Es preparen els patrons a partir de la dissolució mare, amb un contingut en sodi de 0, 1, 2, 3, 4, 5 i 6 mg/L i un contingut en potassi de 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50 i 60 mg/L, s'agafen en cada cas el volum necessari de la solució mare i s'enrasen a 100 mL amb acetat amònic (NH_4Ac) en el matràs aforat.

Es determina el contingut de l'element en l'extracte de sòl comparant-lo amb l'emissió produïda per les dissolucions patrons en el fotòmetre de flama.

Seguidament s'ajusta la lectura del blanc a zero i es va anotant la intensitat de l'emissió obtinguda pels patrons. A continuació es fa el mateix amb l'extracte de les mostres de sòl.

Mitjançant l'ajust per mínims quadrats s'obté la recta de calibrat. Després la intensitat de l'emissió obtinguda per la mostra s'interpolava amb l'equació de la recta, i d'aquesta manera s'obté la concentració d'ions dels element del sòl analitzat, en mg/L. Les dades obtingudes s'expressen en mg de l'element per kg de mostra de sòl.

3.9.3 Mètode experimental en la determinació de calci i magnesi assimilables del sòl

Per a l'extracció del calci i magnesi es pesen 5 g de sòl i s'introdueixen en un matràs de 250 mL. Després hi afegim 50 mL de la dissolució d'acetat amònic 1M. A continuació es deixen sacsant a l'agitador durant 30 minuts per després filtrar-les.

En el cas que el sòl siga poc ric en calci i magnesi solubles, s'agafen 5 mL de l'extracte i es dilueixen a 25 mL amb la dissolució de lantà. Si pel contrari es tracta d'un sòl ric en calci i magnesi, s'agafa una alíquota de l'extracte i es dilueix amb la pròpia dissolució extractora. Després s'agafen 5 mL d'aquest extracte diluït i es duen a 25 mL amb la dissolució de lantà.

3. MATERIALS I MÈTODES

Les corbes patró del calci i magnesi es realitzen preparant les dissolucions necessàries a partir de les dissolucions mare i aforant amb la dissolució extractora. A continuació s'agafen 5 mL de cadascuna de les dissolucions preparades i es duen a 25 mL amb la dissolució de lantà. Com a blanc s'usa 5 mL de la dissolució extractora enrasada a 25 mL amb la dissolució de lantà.

El calci i magnesi extrets s'expressa en meq de Ca o Mg per 100 g de sòl. Per fer açò cal realitzar una recta de regressió amb els valors obtinguts dels patrons. L'absorbància obtinguda per a la mostra s'interpolava en l'equació de la recta de calibrat i s'obté la concentració d'ions de l'element en mg L^{-1} .

3.10 DETERMINACIÓ DEL FERRO, COURE I ZINC ASSIMILABLES DEL SÒL

Lindsay y Norwell (1978) desenvoluparen un mètode d'extracció usant un agent quel.lant (DTPA) amb capacitat d'extreure els quatre micronutrients catiónics (Zn, Fe, Cu) la disponibilitat dels quals pot trobar-se limitada en sòls calcaris.

Escolliren aquest agent quel.lant (DTPA) per ser el que proporciona una combinació més favorable de constants d'estabilitat per als quatre nutrients.

La dissolució de carbonat càlcic es preveu amb l'addició de Ca en forma de clorur i tamponant la dissolució extractant a pH 7.3 amb trietanolamina. Aquesta dissolució extractant té l'avantatge que cap dels seus components produeix interferències en l'absorció atòmica.

3.10.1 Materials i aparells en la determinació de ferro, coure i zinc assimilables del sòl

Per a les diverses determinacions s'ha emprat espectrofotòmetre d'absorció atòmica, tub de centrífuga de 100 mL, paper de filtre.

Els reactius en la determinació de ferro, coure i zinc assimilables del sòl son:

- trietanolamina (TEA)
- àcid dietilèntriaminopentaacètic (DPTA)

3. MATERIALS I MÈTODES

- clorur càlcic
- dissolució de HCl 6 M

Per a la preparació de la solució extractant es dissolen 14.91 g de TEA, 1.967 de DPTA i 1.11 g de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en aproximadament 100 mL d'aigua destil·lada. Quan s'ha dissolt el DPTA, es dilueix fins poc menys de 1 L amb aigua destil·lada. Finalment s'ajusta a pH 7.3 amb HCl 6 M i s'enrasa a 1 L.

3.10.2 Mètode experimental en la determinació de ferro, coure i zinc assimilables del sòl

Es pesen 10 g del sòl en un matràs d'Erlenmeyer de 100 mL prèviament tarat, s'afegeixen 40 mL de la dissolució extractant i es sacsa durant 90 minuts a temperatura ambient.

Seguidament es centrifuga fins que el sobredrenant queda net i es filtra a través del paper de filtre. Finalment es prepara una solució de 5/25 del filtrat usant la solució extractant com diluent i es mesura la concentració per absorció atòmica.

El Fe, Cu, i Zn extret s'expressa en mg/100 g de sòl, per fer-ho ens cal realitzar una recta de regressió amb els valors obtinguts pels patrons de cada element. L'absorbància obtinguda per a la mostra s'interpol·la en l'equació de la recta de calibrat i d'aquesta manera s'obté la concentració d'ions de l'element en mg/L.

3.11 DETERMINACIÓ DE LA MATÈRIA ORGÀNICA DEL SÒL

El mètode emprat per a la determinació de la matèria orgànica en el sòl, es basa en l'oxidació de carboni orgànic d'un sòl mitjançant la utilització d'agents oxidants forts ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) en mig àcid.

El contingut de carboni orgànic del sòl pot expressar-se directament com percentatge de carboni o ser calculat en manera de matèria orgànica multiplicant per un factor convencional (1.724) per a passar de carboni orgànic a matèria orgànica, ja que la matèria orgànica del sòl conté un 58% de carboni.

El mètode de *Walkey i Black*, utilitzat en la determinació, consisteix en l'oxidació amb dicromat potàssic, utilitzant el calor de reacció de l'àcid sulfúric.

3. MATERIALS I MÈTODES

Posteriorment es realitza la valoració de l'excés amb sulfat de ferro, realitzant una prova en blanc per a cada determinació (MAPA, 1994).

3.11.1 Materials i aparells en la determinació de la matèria orgànica del sòl

Els materials utilitzats per a la determinació de la matèria orgànica són els freqüents per a una valoració volumètrica (bureta, matràs d'Erlenmeyer, etc...).

Els reactius en la determinació de la matèria orgànica del sòl són:

- H_2SO_4 concentrat. (àcid sulfúric).
- Indicador de ferroina o ortofenantrolinaferrosa 0.025 M.
- $\text{Fe}(\text{NH}_4)\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.5 N (sal de Mohr).
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1 N. (dicromat potàssic)

3.11.2 Mètode experimental en la determinació de la matèria orgànica del sòl

Es pesa 1 g de la mostra de sòl i es passa a un matràs d'Erlenmeyer de 250 mL, s'afegeixen 10 mL de dicromat potàssic 1 N i s'agita la mescla uns minuts. A continuació s'afegeixen 20 mL d'àcid sulfúric concentrat, mesclant a continuació el contingut i agitant el matràs. Es deixa reposar 30 minuts. Una vegada transcorregut el temps s'afegeixen 100 mL d'aigua destil·lada i s'agita uns minuts per a evitar el sobreescalfament local i es deixa refredar.

Per últim s'afegeixen 4 o 5 gotes d'indicador i es valora seguidament amb sal de Mohr 0.5 N fins que el color canvie de verd a roig.

El factor de recuperació de carboni orgànic és d'1.30, per tant el percentatge de matèria orgànica del sòl serà:

$$\% \text{CO} = \frac{((V' \times f' \times N')_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} - (V \times f \times N)_{\text{FeSO}_4})}{g_{\text{SS}}} \times 1.30 \times 0.003 \times 100$$

Sent: g_{SS} = g de sòl sec

3. MATERIALS I MÈTODES

Com que el contingut en carboni de la matèria orgànica és el 58%, açò fa que per a passar del % de carboni al de matèria orgànica s'aplique el factor 1.724, es a dir $\%MO = \%CO \times 1.724$

3.12 DETERMINACIÓ DE L'ACTIVITAT ENZIMÀTICA DEL SÒL

Aquesta anàlisi consisteix en el càlcul de la massa total microbiana del sòl. Aquest factor és d'interès ja que permet tenir un coneixement aproximat de la capacitat del sòl per a la retenció i transformació dels nutrients i l'energia, activitats que són dutes a terme per l'anomenada fauna microbiana.

El mètode emprat per a l'anàlisi de l'activitat enzimàtica és el de la fosfatassa alcalina (Tabatabai i Bermner, 1969).

3.11.1 Materials i aparells en la determinació de l'activitat enzimàtica del sòl

Per a realitzar l'anàlisi es necessita un matràs d'Erlenmeyer de 50 mL amb tancament esmerilat, incubador, agitador mecànic, paper de filtre Whatman 40 i un espectrofotòmetre UV/V.

Els reactius en la determinació de l'activitat enzimàtica del sòl són:

- Tampó primari per a àcids [Britton-Robinson(Tris(hidroximetil)aminometà) (THAM)].
- Àcid maleic.
- Àcid cítric.
- Àcid bòric.
- Dissolucions de NaOH 1 N i 0.5 N.
- Dissolució de *p*-nitrofenil fosfatdisòdic hexahidratat 0.025 M: es prepara dissolent 0.232 g de *p*-nitrofenilfosfat en 250 mL de H₂O.
- Dissolució estàndard de 1000 mg L⁻¹ de *p*-nitrofenol.
- Dissolució de CaCl₂ 0.5 M.
- Dissolució patró de MUB: es dissolen 12.1 g de THAM, 11.6 g d'àcid maleic, 14.4 g d'àcid cítric i 6.3 g d'àcid bòric (H₃BO₃) en

3. MATERIALS I MÈTODES

488 mL de NaOH 1 *N* i es du a un litre amb aigua destil·lada. És necessari guardar-la en la nevera fins a la seua utilització.

- Tampó de MUB a pH 11: es prepara posant en un matràs de 500 mL, 200 mL de MUB i agitant. A continuació, es valora la dissolució a pH 11 utilitzant NaOH 0.1 *N* i es du el volum a un litre amb aigua destil·lada.

3.12.2 Mètode experimental en la determinació de l'activitat enzimàtica del sòl

En un matràs d'Erlenmeyer de 50 mL es posa 1 g de sòl, s'afegeixen 0.2 mL de toluè, 4 mL de MUB pH 11.0, 1 mL de dissolució de *p*-nitrofenilfosfat i s'agita manualment durant uns segons. A continuació, es tapa i es posa en l'incubador a 37 °C durant una hora. Transcorregut aquest temps es trau i s'afegeix 1 mL de CaCl₂ 0.5 *M* i 4 mL de NaOH 0.5 *M*, s'agita manualment i es filtra la suspensió per mitjà d'un paper de filtre Whatman 40.

Per últim es mesura l'absorbància en l'espectrofotòmetre a la longitud d'ona de 400 nm.

De la mateixa manera i al mateix temps que es preparen les mostres de sòl es preparen tres mostres en blanc.

Es necessari preparar una corba de calibrat que servisca de referència per a comparar en les mostres el contingut de *p*-nitrofenol.

Es preparen els patrons amb les següents concentracions de *p*-nitrofenol a partir de la dissolució estàndard: 10,20,30,40,50 mg/mL. Aquests patrons es llegeixen a l'espectrofotòmetre, comprovant que les dades s'ajusten suficientment a una recta.

Si la intensitat de color del filtrat (figura 6) supera els 50 mg mL⁻¹ de *p*-nitrofenol, es diluirà amb aigua una alíquota del mateix, fins que la intensitat de color es troben dins del rang de la corba de calibrat. En tots el casos les mostres no han entrat directament dins de la corba, per la qual cosa ha calgut de fer dilucions.

3. MATERIALS I MÈTODES

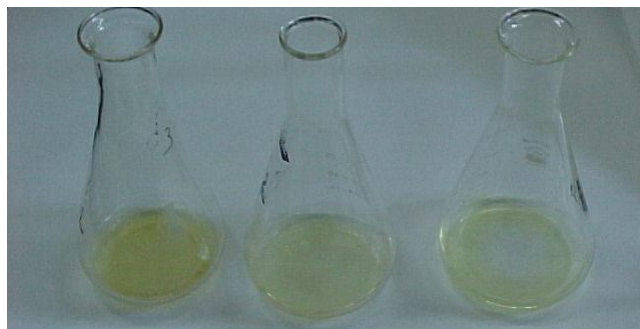


Figura 6. Mostres per a la determinació de l'activitat enzimàtica

El càlcul de *p*-nitrofenol es realitza per referència a la corba de calibrat. Per a la preparació de la corba de calibrat es realitzaran els patrons de 0, 10, 20, 30, 40, i 50 mg mL⁻¹ de *p*-nitrofenol a partir de la dissolució estàndard i es procedeix com es descriu per a l'anàlisi de *p*-nitrofenol en les mostres.

Les dades obtingudes de les mostres s'interpel·len en l'equació de la recta de calibrat i els resultats s'expressen en mg de *p*-nitrofenol per gram de sòl sec i hores d'incubació.

Els resultats finals s'obtenen restant els mg del blanc als mg de *p*-nitrofenol de la mostra de sòl.

3.13 ANÀLISI ESTADÍSTICA

A fi de fer una anàlisi dels resultats, es va usar el programa Statgraphics Plus versió 5.1 per fer una comparació estadística dels paràmetres respecte del temps. S'entén el temps com un període on succeeixen diversos canvis al sòl de l'hivernacle, aquests són: les accions dels agricultors sobre els conreus o el propi creixement vegetal de les espècies amb el consum de nutrients que això comporta.

Aquesta comparació pel mètode de l'anova factorial permet comprovar si hi ha alguna diferència significativa entre les mitjanes de la sèrie de dades analitzades. Com a resultat ens dona un valor estadístic que pot afirmar, amb un 95% de confiança, si hi ha diferències significatives entre els paràmetres i el temps, és a dir, si el temps té una influència significativa en la variació dels valors dels diferents paràmetres. Aquesta qualificació de la influència del temps en els paràmetres la podem mesurar amb el *p*-valor.

3. MATERIALS I MÈTODES

El p-valor mostra la probabilitat d'haver obtingut el resultat si se suposa que la hipòtesi nul·la és certa. La hipòtesi nul·la de partida correspon a que els paràmetres comparats es comporten d'igual forma. Un p-valor inferior al nivell de significació establert (convencionalment 0.05) indica que el més probable és que la hipòtesi de partida (nul·la) siga falsa, pel que es pot rebutjar, és a dir, hi ha diferències estadísticament significatives entre les variables. L'altra opció que es pot donar és que el p-valor siga superior o igual a 0.05, cosa que vol dir que no es pot rebutjar la hipòtesi nul·la, és a dir, que no hi ha diferències estadísticament significatives entre les mitjanes de les variables comparades (Schervish, 1996).

4. RESULTATS I DISCUSIÓ

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

En aquest apartat s'avaluaran els resultats de les característiques físiques i químiques del sòl objecte d'estudi, en cadascun dels moments analitzats, per tal de conèixer-ne les propietats essencials i així poder establir una referència de l'evolució al llarg de tot el període d'estudi. Els resultats analítics de cada paràmetre es mostren en l'annex.

4.1 ANÀLISI DESCRIPTIVA DELS SÒLS

La fertilitat potencial d'un sòl és la seua capacitat per posar a disposició de les plantes els nutrients necessaris. Es determina mitjançant l'anàlisi del sòl, que ens informa sobre els aspectes físics, químics i biològics.

En un sentit ampli, l'anàlisi del sòl comprèn les següents operacions: presa de mostres i el seu estudi físic i químic, interpretació dels resultats i recomanacions o conclusions donades a partir dels dits resultats. Interpretar els resultats significa comparar-los amb unes escales de valors obtingudes mitjançant la recopilació de dades, observacions i experiències realitzades.

4.1.1 Avaluació de la textura del sòl

La textura del sòl descriu l'abundància relativa de les diferents fraccions sòlides, segons la grandària de les partícules minerals individualitzades. La classificació més soma divideix els sòls en tres tipus: sòls pesats o argilosos, sòls mitjans o llimosos i sòls lleugers o arenosos. Els sòls amb una proporció equilibrada d'arena, llim i argila (sense arribar a ser idèntica) reben el nom de sòls francs. La capacitat de retenció d'aigua i nutrients, la capacitat de saturació del sòl i l'aireig són propietats que depenen de la textura.

La grava i altres trossos de pedres majors de 2 mm no es consideren com a part de la textura del sòl. En canvi, sí en formen part i afecten al seu ús.

Els percentatges de les tres fraccions granulomètriques més importants del sòl permeten concloure que el sòl estudiat presenta una classe textural franco-arenosa, amb una alta proporció d'arena.

Segons el percentatge de partícules de què està format el sòl, es pot conèixer quines són les característiques pel que fa a la capacitat de retenció d'aigua, densitat aparent, saturació, etc. La taula 2 mostra les característiques físiques obtingudes a partir dels percentatges de partícules que conformen la

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

textura per al sòl que ha sigut estudiat. Les característiques físiques obtingudes indiquen que es tracta d'un sòl amb unes adequades capacitats per al moviment de l'aigua, atès que no dona lloc a la formació de bassals.

Taula 2. Característiques físiques del sòl

Paràmetre	Valors del sòl
Punt de marciment permanent (cm^3 aigua/ cm^3 sòl)	0.13
Capacitat de camp (cm^3 aigua/ cm^3 sòl)	0.26
Densitat aparent (g/cm^3)	1.40
Saturació (cm^3 aigua / cm^3 sòl)	0.47
Conductivitat hidràulica saturada (cm/h)	0.75
Aigua disponible (cm^3 aigua / cm^3 sòl)	0.13

4.1.2 Avaluació del pH del sòl

El pH indica la concentració, en forma logarítmica, de ions H^+ d'una solució aquosa que s'ha mantingut en contacte amb el sòl el temps suficient per assolir l'equilibri.

El pH en H_2O (també conegut com pH actual) fa referència als cations H^+ que té la solució aquosa del sòl. Són aquells que no estan retinguts en el complex de canvi. Generalment el pH en H_2O sempre és superior al pH en KCl.

El pH en KCl (també conegut com pH potencial) reflecteix l'acidesa intercanviable del sòl. En sòls calcaris aporta informació sobre el complex de canvi que, en aquests sòls, es troba saturat, és a dir, pràcticament no conté ions H^+ perquè l'ió predominant sol ser Ca^{2+} (Moore y Loeppert, 1987).

La mitjana dels valors de pH actual del sòl de l'hivernacle és de 7.96 unitats, sense existir diferències significatives (al 95% de confiança) entre els valors de pH actual en funció del període analitzat. La mitjana dels valors de pH potencial del sòl és de 7.84 unitats. Atès que el p-valor és inferior a 0.05, cal dir que existeixen diferències estadísticament significatives entre els diferents valors de pH potencial en funció del moment analitzat.

La taula 3 mostra les mitjanes dels resultats de pH actual (H_2O) i del pH potencial (KCl) obtinguts al sòl en diferents moments. Es mostra també la mitjana dels nivells de pH i el p-valor, que permet establir els nivells de significació de l'efecte del pH en funció del moment de mostreig.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Taula 3. Mitjanes del pH actual i del pH potencial en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.

MOMENT		pH actual (H ₂ O)	pH potencial (KCl)
1	8 desembre 2005	7.95	7.84
2	12 gener 2006	7.91	7.82
3	1 febrer 2006	7.94	7.72
4	8 març 2006	7.88	7.62
5	27 abril 2006	8.10	8.04
6	1 juny 2006	8.01	7.94
7	5 setembre 2006	7.95	7.88
Mitjana		7.96	7.84
p-valor		0.2369	0.0012

Els valors de pH en H₂O varien des de 7.88, obtingut en el sòl per al mostreig del 8 de març, fins el valor de 8.1, obtingut en el sòl mostrejat el 27 d'abril, cosa que indica que les diferències més extremes entre els valors de pH actual en els sòls de l'hivernacle no superen el 2.8%. Cal remarcar que en el cinquè moment de presa de mostres (corresponent al 27 d'abril de 2006) es produeix una lleugera pujada del pH possiblement provocada pel tractament preventiu fungicida, que es va realitzar poc abans del dit moment, polvoritzat a baixes concentracions. A partir del mostreig 5, els valors de pH actual comencen un lleuger descens per acabar assolint el nivell de pH tamponat que presenta com a mitjana. D'altra banda, no hi ha diferències significatives entre els valors de pH en H₂O per als diferents moments de mostreig, cosa que manifesta que des del primer moment de presa de mostres l'hivernacle presentava valors de pH adequats per al cultiu.

En la figura 7 es mostren els resultats del valor del pH actual (H₂O) al llarg del període d'estudi del present treball. També es mostren els intervals de significació existents en funció del moment d'anàlisi del sòl de l'hivernacle.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

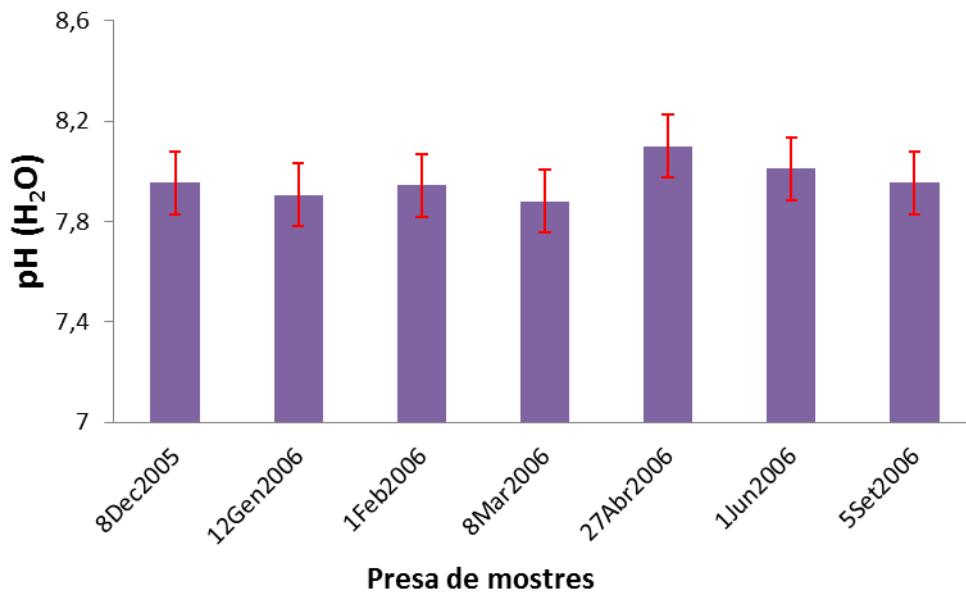


Figura 7. Mitjanes de pH actual, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.

En la figura 8 es mostren els resultats de pH potencial (KCl) al llarg del període d'estudi del present treball. També es mostren els intervals de significació existents en funció del moment d'anàlisi del sòl de l'hivernacle.

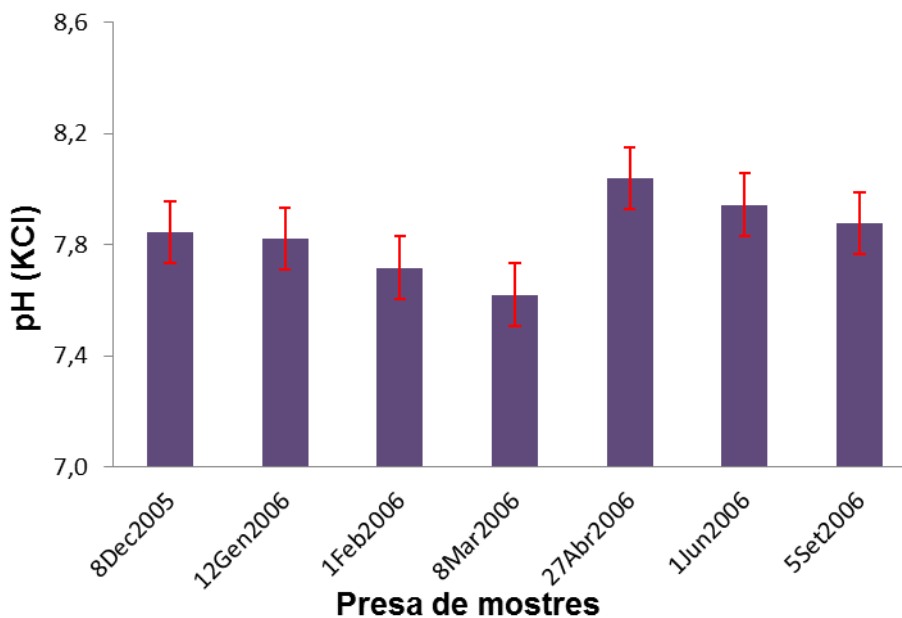


Figura 8. Mitjanes de pH potencial, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

S'aprecien dos períodes diferenciats en el valor de pH potencial del sòl de l'hivernacle, en funció del moment d'anàlisi. Per una part, el període comprès entre el primer moment de presa de mostres (8/12/2005) i el quart moment de presa de mostres (8/03/2006), on s'adverteix una disminució progressiva del pH. S'arriba al moment de pH més baix en el moment 4, on el sòl experimenta el valor mínim de pH (7.62). D'altra banda, el període comprès entre el cinquè moment de presa de mostres (27/04/2006) i el setè moment de presa de mostres (5/09/2006), on es torna a apreciar un altra baixada dels nivells de pH, arribant al moment de pH més baix en l'última presa de mostres, on el sòl experimenta un valor de 7.94.

Aquesta primera tendència descendent en el valor del pH pot ser deguda a la contínua intervenció sobre els conreus que es va realitzar durant en període d'anàlisi: en el moment 2 es va adobar foliament amb un producte que contenia un 20% de matèria orgànica, i en els moments 3 i 6 (després de les collites) es varen incorporar les restes de la collita al sòl mitjançant l'acció del rotocultor. Aquestes incorporacions de matèria orgànica expliquen les baixades en els dits parcials, atès que la matèria orgànica té un marcat caràcter acidificant sobre el sòl (Oades, 1984).

Es produeix un canvi bruscat en la tendència descendent dels valors de pH potencial en el moment 5 de presa de mostres, que correspon al 27 d'abril de 2006. Aquest salt en els valors de pH, també observable en el cas de pH actual però d'una forma més atenuada, es pot atribuir al tractament contra el oïdi que es realitzà entre els moments 4 i 5.

En el període comprès entre el cinquè (27/04/2006) i el setè (5/09/2006) moment de presa de mostres, es repeteix la tendència de baixada dels valors de pH potencial, per recuperar els valors tamponats del pH del sòl.

En tot cas, els valors de pH en clorur potàssic varien des de 7.62, obtingut en el sòl per al mostreig del 8 de març, fins el valor de 8.04 obtingut en el sòl mostrejat el 27 d'abril, cosa que indica que les diferències més extremes entre els valors de pH potencial del sòl són del moment 1 i 2 front als valors del moment 5 i entre els valors del pH potencial del sòl en els moments 3 i 4, front als valors dels moments 5, 6 i 7.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

La mitjana dels valors de pH actual del sòl de l'hivernacle és de 7.96 i el valor del pH potencial és de 7.84, lleugerament més baix. El valor del pH en aigua és alt, pràcticament igual a 8, pel que si interpretem els resultats segons els criteris USDA (Cescas, 1978; Porta *et al.*, 1986) es tracta d'un sòl moderadament bàsic per trobar-se en el rang de pH 7.8-8.5. Aquest valor de pH podria produir problemes per deficiències en l'absorció de Fe, Mn, B i Zn.

Seguint la interpretació dels resultats del valor del pH potencial, en aquest cas segons l'escala francesa (Quéméner, 1985), s'observa que el sòl presenta un pH bàsic ja que és superior a 7.7

L'alt valor del pH no es preocupant a no ser que els cultius a conrear en l'hivernacle no el toleren o que estiga associat als alts continguts en carbonat càlcic, en aquest segon cas podrien donar-se com a conseqüència l'aparició de clorosis induïdes per l'excés de cal. D'altra banda, la diferència entre el pH en aigua i el pH en KCl és inferior a 0.5 unitats, pel que es tracta d'un sòl poc saturat (Clerc *et al.*, 1982), on el sòl no conté partícules de carbonats minerals en la seua composició, i per tant serà fàcil que es produïska un descens bruscat del pH actual.

4.1.3 Avaluació de la conductivitat elèctrica del sòl

La conductivitat elèctrica d'un extracte aquós del sòl és un paràmetre orientatiu sobre el contingut en sals del sòl. Quan es donen valors elevats de conductivitat en el sòl, les plantes que hi viuen tenen dificultats per desenvolupar-se correctament, ja que una elevada quantitat de sals dissoltes en la dissolució del sòl dificulta l'absorció d'aigua per part de les plantes (Campos *et al.*, 2000).

Per considerar un determinat sòl lliure de problemes de salinitat cal que la conductivitat elèctrica no supere els 0.3-0.35 dS m⁻¹ (Villalbí y Vidal, 1988).

La taula 4 mostra les mitjanes dels resultats de conductivitat elèctrica obtinguts als sòls en els diferents moments de presa de mostres. També es mostra la mitjana de la conductivitat elèctrica, així com el p-valor que permet establir els nivells de significació de l'efecte de la conductivitat, en funció del moment de mostreig.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

**Taula 4. Mitjanes de la conductivitat elèctrica en els diferents mostreigs.
Nivells de significació estadística al 95% de confiança.**

MOMENT		Conductivitat elèctrica ($\mu\text{S/cm}$)
1	8 desembre 2005	1037.33
2	12 gener 2006	1080.67
3	1 febrer 2006	860.67
4	8 març 2006	809.67
5	27 abril 2006	916.00
6	1 juny 2006	959.00
7	5 setembre 2006	1031.67
Mitjana		956.43
p-valor		0.7176

La mitjana dels valors de valor de la conductivitat elèctrica al sòl és de 956.43 $\mu\text{s/cm}$. Atès que el p-valor és superior a 0.05, cal dir que no existeixen diferències estadísticament significatives (al 95% de confiança) entre els diferents valors de conductivitat elèctrica en funció del moment de mostreig.

S'observa que els sòls estudiats en el present treball presenten en tot moment valors de conductivitat elèctrica per damunt dels adequats (Cros, 1983). De fet, excepte en els moments 3 i 4, els valors dels sòls estudiats arriben a triplicar els valors considerats com a lliures de problemes per salinitat. Tot i això, els cultius es desenvoluparen sense cap problema relacionable amb la conductivitat elèctrica i/o salinitat, i s'obtingueren hortalisses amb grandàries correctes i uns rendiments acceptables referits als esperats.

És possible que la proximitat a la costa, 0.5 km en línia recta, influeisca en els alts valors de conductivitat elèctrica. També cal valorar l'herència de l'hivernacle, que abans del primer moment analitzat i des de la seua construcció havia sigut conreat de forma convencional, amb els problemes d'acumulació de sals que açò comporta (Haynes y Naidu, 1998). La recuperació de sòls afectats per sals generalment es antieconòmica, però es poden aplicar practiques integrals com l'ús d'esmenes orgàniques o l'ús adequat del drenatge superficial del sòl.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

En la figura 9 es mostren els resultats del valor de la conductivitat elèctrica al llarg del període d'estudi del present treball. També es mostren els intervals de significació existents en funció del moment d'anàlisi del sòl de l'hivernacle.

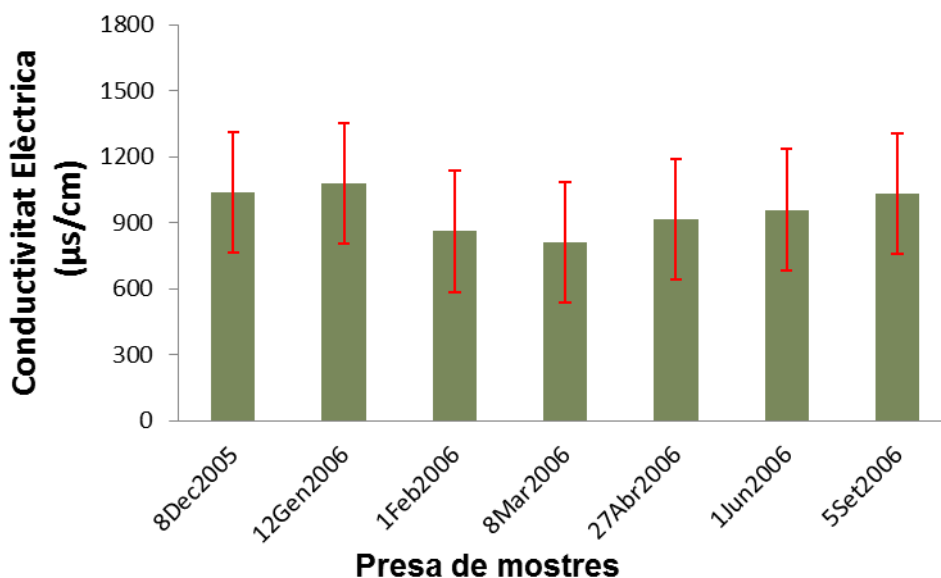


Figura 9. Mitjanes de conductivitat elèctrica, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.

Els valors de conductivitat elèctrica van baixant lleugerament del moment 2 (12 gener 2006, quan s'aporta adob foliar) al 4 (8 març 2006, quan es planta el meló i es polvoritza amb sofre banyat). A partir del quart moment de presa de mostres, es pot veure com canvia la dinàmica de la conductivitat, que descriu una trajectòria ascendent fins l'últim dia de presa de mostres. Aquest canvi es dona després del moment 4, quan es realitzen els tractaments al conreu, i per tant quan hi ha aportacions de sals. Després es va aportar matèria orgànica provinent de les restes de la collita arreplegada en el moment 6 (1 juny 2006).

Els valors de conductivitat elèctrica varien des de 809.67 µs/cm, obtinguts en el sòl per al mostreig del 8 març de 2006, fins 1037.33 µs/cm, obtinguts en el sòl mostrejat el 12 gener de 2006, cosa que indica que la diferència més extrema entre els valors de conductivitat elèctrica en els sòls de

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

l'hivernacle és del 25.08%, cosa que unida al fet que no existeixen diferències estadísticament significatives entre els valors de conductivitat dels diferents moments analitzats, permet concloure que els sòls analitzats no han tingut cap evolució negativa en el període de conversió.

4.1.4 Avaluació del contingut de carbonats totals del sòl

Els carbonats del sòl afecten a la pròpia estructura, a més de a l'activitat biològica del sòl i a la capacitat d'emmagatzemament i assimilació de nutrients. Es termes generals es considera: nivell baix de carbonats entre un 5 i un 10%; nivell normal de carbonats entre un 10 i un 20%; nivell alt de carbonats entre un 20 i un 40% (Martínez Suller, 2011).

L'excés en el contingut de carbonats dificulta la capacitat nutricional del sòl, tot i que a tot sòl li cal una reserva de carbonats per tal de tindre unes bones característiques sempre i quan no siga excessiva (Saña *et al.*, 1996).

La taula 5 mostra les mitjanes dels percentatges de carbonats obtinguts als sòls en els diferents moments. Es mostra també la mitjana dels percentatges de carbonats i el p-valor, que permet establir els nivells de significació dels carbonats en funció del moment de mostreig.

Taula 5. Mitjanes del contingut en carbonats del sòl en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.

MOMENT		Carbonats (%)
1	8 desembre 2005	31.07
2	12 gener 2006	33.90
3	1 febrer 2006	33.23
4	8 març 2006	33.23
5	27 abril 2006	33.07
6	1 juny 2006	36.40
7	5 setembre 2006	35.60
Mitjana		33.79
p-valor		0.2829

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

La mitjana dels valors de contingut en carbonats del sòl és de 33.79%. Atès que el p-valor és superior a 0.05, cal dir que no existeixen diferències estadísticament significatives (al 95% de confiança) entre els diferents continguts de carbonats en funció del moment de mostreig.

En termes generals es pot considerar que els sòls analitzats en el present treball tenen un percentatge de lleugerament alt a alt (Yanez, 1989; Martínez Suller, 2011).

En la figura 10 es mostren els resultats dels percentatges de carbonats al llarg del període d'estudi del present treball. També es mostren els intervals de significació existents en funció del moment d'anàlisi del sòl de l'hivernacle.

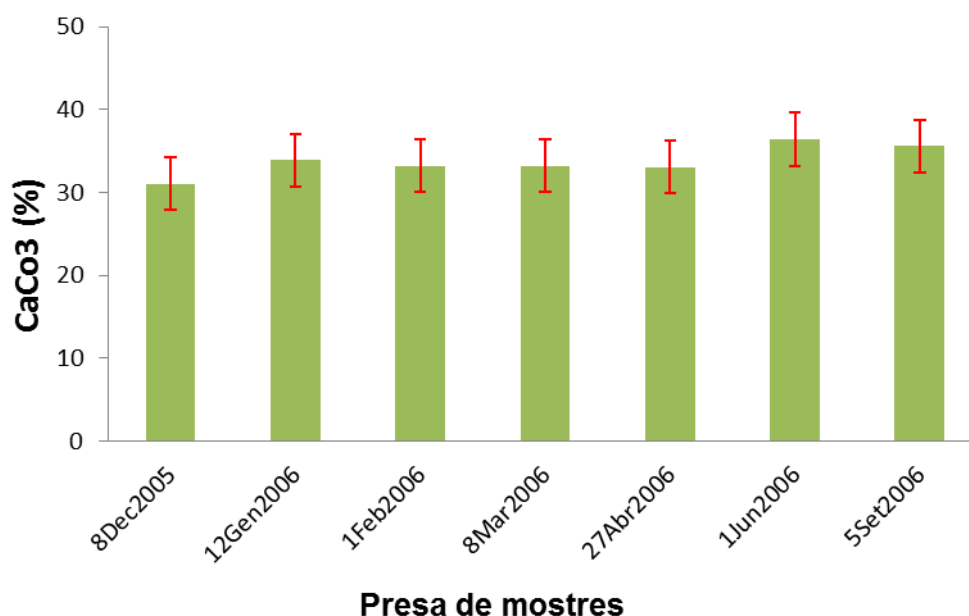


Figura 10. Mitjanes de carbonats, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.

Els valors de carbonats van des de 31.07% obtingut en el sòl per al mostreig del 8 desembre 2005 (primera presa de mostres) fins 36.40% obtingut en el sòl mostrejat el 1 juny 2006 (penúltima presa de mostres). Se'n pot extreure que les diferències més extremes entre percentatges de carbonats no superen el 13%.

Els valors dels carbonats totals (CaCO₃) es mantenen prou estables al llarg del període d'anàlisi (figura 10). Els nivells inicials de carbonats es poden considerar prou alts, i al llarg del període d'anàlisi es pot apreciar com la

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

variació del percentatge de carbonats és molt lleugera, tot i que en els dos darrers moments de presa de mostres hi ha un lleu augment dels dits percentatges de carbonats.

En conclusió es pot dir que les propietats físiques del sòl no es modifiquen en el temps de la reconversió de l'hivernacle a la producció ecològica.

4.1.5 Avaluació del contingut de nitrogen total del sòl

El contingut en nitrogen total d'un sòl és un paràmetre que engloba el nitrogen orgànic i l'amoniacal. El nitrogen orgànic és la forma de nitrogen predominant en el terra, però no és susceptible d'ésser assimilat en aquesta forma. Les plantes només poden absorbir el nitrogen en forma nítrica i en menor grau en forma amoniacal. El nitrogen amoniacal (NH_4^+) es forma a partir de la mineralització de la matèria orgànica i el nitrogen nítric (NO_3^-) es forma a partir de la mineralització de les formes amoniacals (Tietema *et al.*, 1992).

Aquest paràmetre per si sol no indica si el contingut en nitrogen del sòl és adequat o no, ja que com ja s'ha esmentat també inclou el nitrogen orgànic que no és assimilable per la planta. En canvi, la interpretació conjunta del nitrogen total i la matèria orgànica (relació C/N) és un mètode per a l'avaluació de l'estat de la matèria orgànica.

La mitjana de percentatges de nitrogen total és de 0.202%. Atès que el p-valor és inferior a 0.05, cal dir que existeixen diferències estadísticament significatives (al 95% de confiança) entre els diferents percentatges de nitrogen total en funció del moment de mostreig.

La taula 6 mostra les mitjanes dels percentatges de nitrogen total obtinguts al sòl en diferents moments. Es mostra també la mitjana dels percentatges de nitrogen total i el p-valor, que permet establir els nivells de significació dels percentatges de nitrogen en funció del moment de mostreig.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Taula 6. Mitjanes del contingut en nitrogen total en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.

MOMENT		Nitrogen total (%)
1	8 desembre 2005	0.191
2	12 gener 2006	0.185
3	1 febrer 2006	0.187
4	8 març 2006	0.225
5	27 abril 2006	0.210
6	1 juny 2006	0.213
7	5 setembre 2006	0.204
Mitjana		0.202
p-valor		0.0469

En la figura 11 es mostren els resultats dels percentatges de nitrogen total al llarg del període d'estudi del present treball. També es mostren els intervals de significació existents en funció del moment d'anàlisi del sòl de l'hivernacle.

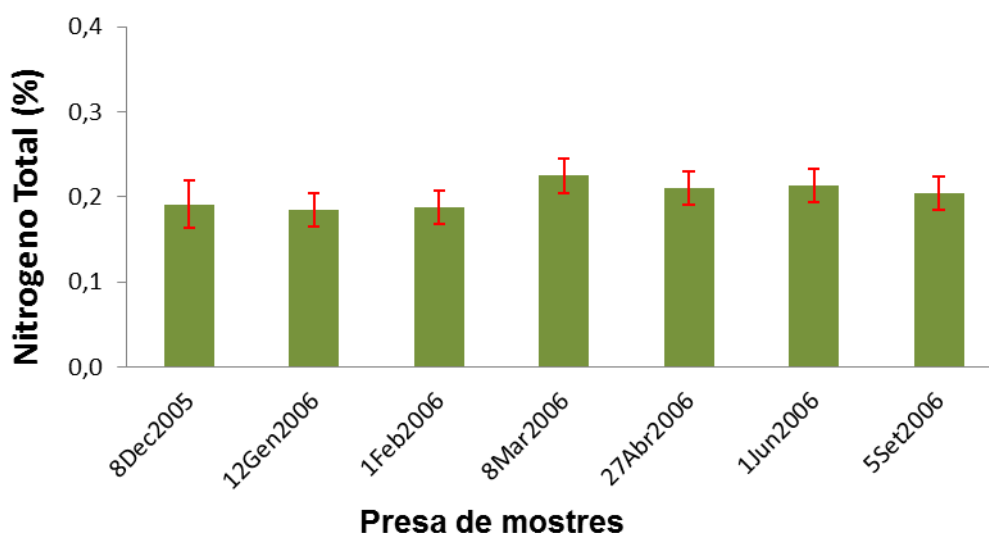


Figura 11. Mitjanes de nitrogen total, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Els percentatges de nitrogen total varien des de 0.185% obtingut en el sòl per al mostreig del 12 gener 2006 (moment 2), fins el valor de 0.225%, obtingut en el sòl mostrejat el 8 març 2006 (moment 4), cosa que indica que les diferències més extremes entre els percentatges de nitrogen total en els sòls de l'hivernacle no superen el 9.5%. S'observa que existeixen diferències estadísticament significatives (al 95% de confiança) entre el nivells de nitrogen total del sòl en els moments 2 y 3 en front dels nivells del moment 4.

En tots el moments analitzats el nivells del nitrogen total del sòl de l'hivernacle estan catalogats com a valors alts de nitrogen (Legaz *et al.*, 1995).

Els conreus necessiten nitrogen per al seu desenvolupament, especialment en la primera part del seu creixement per tant és lògic que el nivell de nitrogen es veja afectat pel consum per part dels conreus. Entre els moments 1 i 2 i entre els moments 3 i 4, es produeix el consum més fort per part de les plantes, coincideix amb el període que va des de l'inici del cicle dels conreus fins mitjan conreu.

Cal esmentar que la pujada del nivell de nitrogen al moment 4 (8 març 2006) pot ser deguda a les aportacions de les restes de conreus que al mineralitzar-se alliberen nitrogen al sòl. També cal tindre en consideració que en el moment 2 (12 gener 2006) es va adobar foliarment amb un producte ecològic que té un contingut d'1% de nitrogen, aquest adob és absorbit per les fulles però no en la seua totalitat ja que una petita porció arriba a la terra. En el moment 3 es cull i es deixen restes de collita en el camp, que després s'incorporen al sòl per l'acció del rotocultor. Açò fa que s'aireje la terra i li dona més restes orgàniques (que havien estat adobades foliarment feia menys d'un mes) per a la mineralització, provocant després del guaret de 5 setmanes un augment del nitrogen total en el sòl plausible en el moment 4.

4.1.6 Avaluació del contingut en fòsfor assimilable del sòl

Gran part del fòsfor que es troba en el sòl és en forma orgànica, ja siga associat a la matèria orgànica o formant part dels organismes vius del sòl, especialment dels microorganismes. El contingut de fòsfor dels microorganismes pot ser de vegades superior al contingut normal de les plantes.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

El fòsfor pot fixar-se mitjançant la seua adsorció en superfícies col·loïdals o formant compostos més o menys solubles. El fòsfor és molt poc mòbil en el sòl, de fet només es considera important el moviment per difusió (Domínguez Vivancos, 1997).

Les formes de fòsfor mono (HPO_4^{2-}) i bibàsic (H_2PO_4^-) són les més importants de les presents en la solució del sòl, ja que són les formes assimilables pels cultius. La predominança d'una o altra forma la determina el valor del pH (Soltner, 1990).

La taula 7 mostra les mitjanes dels valors de fòsfor obtinguts al sòl en diferents moments. Es mostra també la mitjana dels valors de fòsfor i el p-valor, que permet establir els nivells de significació dels percentatges de fòsfor en funció del moment de mostreig.

Taula 7. Mitjanes dels nivells de fòsfor assimilable en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.

MOMENT		Fòsfor assimilable (mg P/kg de sòl)
1	8 desembre 2005	132.00
2	12 gener 2006	117.33
3	1 febrer 2006	148.00
4	8 març 2006	130.67
5	27 abril 2006	138.00
6	1 juny 2006	130.67
7	5 setembre 2006	154.00
Mitjana		135.81
p-valor		0.6208

La mitjana dels valors de contingut en fòsfor assimilable al sòl de l'hivernacle és de 135.81 mg P/kg de sòl, cosa que s'interpreta com un valor molt alt (Saña *et al.*, 1996), possiblement ocasionat per la baixa mobilitat del fòsfor al sòl i a l'alta concentració d'aquest element en les aportacions de fertilitzants realitzades anteriorment al sòl. Com que el p-valor és superior a 0.05, cal dir que no existeixen diferències estadísticament significatives (al 95%

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

de confiança) entre els diferents percentatges de nitrogen total en funció del moment de mostreig.

En la figura 12 es mostren els resultats dels nivells de fòsfor al llarg del període d'estudi del present treball. També es mostren els intervals de significació existents en funció del moment d'anàlisi del sòl de l'hivernacle.

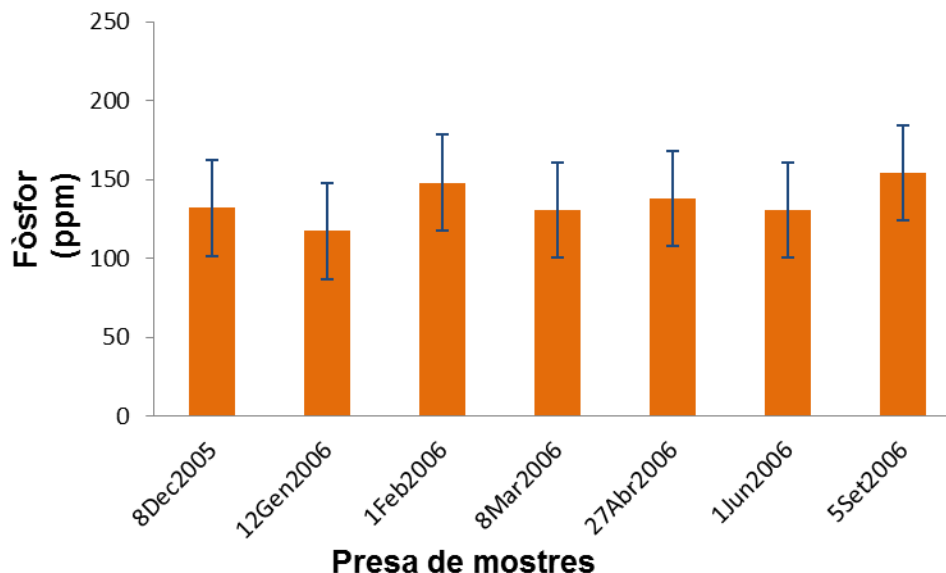


Figura 12. Mitjanes contingut de fòsfor, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.

El fòsfor es un element important per al desenvolupament de les plantes ja que és un dels elements bàsics de l'adobat dels conreus.

Els valors del contingut de fòsfor al sòl varien des de 117.3 ppm, obtingut en el sòl per al mostreig del 12 gener 2006, fins 154.0 ppm, obtingut en el sòl mostrejat el 5 setembre 2006, cosa que indica que les diferències més extremes entre els valors de pH actual en els sòls de l'hivernacle gairebé arriben al 25%.

Hi ha un increment de fòsfor al sòl entre el moments 2 i 3, açò es pot relacionar directament amb en el fet que al moment 2 (12 gener 2006) es va adobar foliarment amb un producte que té un 1% de P_2O_5 , i açò es manifesta a la següent presa de mostres, que es va realitzar el 1 de febrer de 2006.

L'altre increment de fòsfor es pot vore entre els moments 6 i 7, sent el moment 7 (5 setembre 2006) quan trobem el nivell més elevat de fòsfor (154 ppm). Açò pot ser degut a que en el moment 6 es va aportar les restes de la

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

collita del meló Gál·lia al terra mitjançant l'acció del rotocultor i es va deixar de cultivar a l'hivernacle durant els 3 mesos d'estiu, fent d'aquesta manera un guaret als calorosos mesos d'estiu. Durant aquest període és possible que la mineralització de la dita matèria orgànica aportada es manifeste en forma de l'augment de fòsfor fins el màxim del moment 7. La matèria orgànica del sòl pot augmentar la disponibilitat de fòsfor per reducció de la tendència de la fracció mineral a fixar el nutrient. Açò es degut a l'emascament dels llocs de fixació per l'humus, els àcids orgànics i els quelats de ferro i alumini. El retorn dels residus, incloent els adobs verds en les rotacions de conreu, el *mulching* amb diversos materials orgànics, i l'adició d'adobs d'origen animal i altres restes descomposables, puguen incrementar el fòsfor assimilable (Khasawneh *et al.*, 1980).

4.1.7 Avaluació del contingut en potassi assimilable del sòl

El potassi es troba en el sòl en forma de catió intercanviable, és a dir, absorbit per les argiles i la matèria orgànica en les seues d'intercanvi, i passa fàcilment al sòl per l'acció d'àcids dèbils (Garrido Valero, 1993).

El potassi afavoreix la formació d'hidrats de carboni i la seua acumulació al sòl. La mancança de potassi provoca una reducció de la collita, especialment en conreus on es recol·lecten els òrgans de reserva: té una influència directa sobre la mida i la qualitat dels fruits així com sobre el color i la fragància de les flors (Martínez Suller, 2011).

La taula 8 mostra les mitjanes dels valors de potassi assimilable obtinguts al sòl en diferents moments. Es mostra també la mitjana dels valors de potassi i el p-valor, que permet establir els nivells de significació dels percentatges de potassi en funció del moment de mostreig. Els valors obtinguts en potassi assimilable en el sòl estan considerats com molts alts (Rioja Molina, 2002) durant tot el període d'anàlisi. Aquests alts valors de potassi assimilable poden ser conseqüència de les aportacions d'adobs orgànics en forma de fem al sòl. S'ha comprovat que quan les aportacions de fem son elevades, el potassi es concentra en altes quantitats als sòls (Safón *et al.*, 2001).

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Taula 8. Mitjanes dels nivells de potassi assimilable en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.

MOMENT		K (meq K ⁺ /100 g)
1	8 desembre 2005	2.83
2	12 gener 2006	2.70
3	1 febrer 2006	2.22
4	8 març 2006	2.50
5	27 abril 2006	2.26
6	1 juny 2006	2.01
7	5 setembre 2006	2.03
Mitjana		2.36
p-valor		0.1137

En la figura 13 es mostren els resultats dels nivells de potassi assimilable al sòl i al llarg del període d'estudi del present treball. També es mostren els intervals de significació existents en funció del moment d'anàlisi del sòl de l'hivernacle.

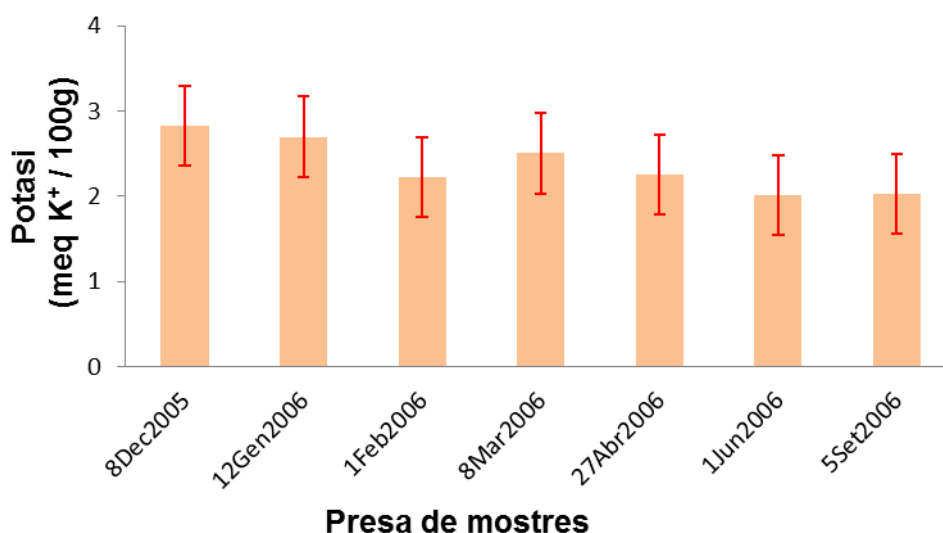


Figura 13. Mitjanes del nivell de potassi al sòl, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Els valors de potassi assimilable del sòl van des de 2.01 meq K^+ /100 g, obtingut en el sòl per al mostreig del 1 de juny de 2006 (moment 6), fins 2.83 meq K^+ /100 g, obtingut en el sòl per al mostreig del 8 de desembre de 2005 (moment 1). Se'n pot extreure que les diferències més extremes entre els nivells de potassi respecte del temps no són majors de 30%.

Pel que fa al comportament potassi (figura 13) s'observa que partint d'un nivell inicial màxim (2.83 meq K^+ /100 g) segueix una línia descendent, que podria explicar-se perfectament pel consum de nutrients de les collites. Aquesta dinàmica es trenca al moment 4 (8 de març de 2006) quan repunta un poc i assoleix un nivell prou similar a l'inicial (2.50 meq K^+ /100 g) com a conseqüència de l'aport de les restes de collita amb el rotocultor i el posterior guaret de 5 mesos que es produïren entre els moments 3 i el 4. Després d'aquesta pujada torna a repetir-se el comportament descendent fins l'última presa de mostres. Pareix estrany que després d'adobar foliarment amb un producte ecològic que tenia un 1% de K_2O , ve el mínim de contingut en potassi, possiblement per que la part de l'adob no es mineralitzà en la seua totalitat.

Generalment, el potassi té molt poca mobilitat al sòl i les pèrdues per llavat són baixes. Possiblement per aquesta raó no s'han trobat diferències significatives en els nivells de potassi assimilable als sòls del present treball cosa que manifesta que els nivells de potassi assimilable del sòl son bons al llarg del període de reconversió de l'hivernacle.

4.1.8 Avaluació del contingut en calci assimilable del sòl

El calci intervé en el creixement de les arrels i en l'absorció dels altres elements nutritius. Els principals problemes per deficiència de calci es manifesten principalment en sòls àcids, tot i que açò no vol dir que en sòls bàsics tot el calci estiga disponible per als conreus (Martínez Suller, 2011).

La taula 9 mostra les mitjanes dels valors de calci assimilable obtinguts al sòl en diferents moments. Es mostra també la mitjana dels valors de calci i el p-valor, que permet establir els nivells de significació dels percentatges de calci en funció del moment de mostreig.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Taula 9. Mitjanes dels nivells de calci assimilable en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.

MOMENT		Ca (meq Ca ²⁺ /100 g)
1	8 desembre 2005	88.27
2	12 gener 2006	94.71
3	1 febrer 2006	94.00
4	8 març 2006	91.87
5	27 abril 2006	91.81
6	1 juny 2006	92.69
7	5 setembre 2006	92.12
Mitjana		92.21
p-valor		0.2330

Tots sòl agrícola té calci provinent de les roques originàries, dominant entre la resta dels cations. La major o menor quantitat de calci es reflexa en el grau de saturació de l'argila. El calci s'absorbeix per les plantes en la forma catiónica (Ca²⁺) i és part constituent de les sals en la solució del sòl. Les concentracions de calci assimilable en el sòl, segons diferents autors (Legaz *et al.*, 1995; Cottenie, 1984), son excessives al ser superiors a 15 meq/100 g sòl. Per a tot moment de presa de mostres al llarg del període d'estudi el contingut en calci del sòl es pot considerar molt alt, cosa que lliga amb els alts continguts de carbonats trobats a les mostres del sòl.

Els valors de calci van des de 88.27 meq Ca²⁺/100 g, obtingut en el sòl per al mostreig del 1 de desembre de 2005 (moment 1), fins 94.71 meq Ca²⁺/100 g, obtingut en el sòl per al mostreig del 12 de gener de 2006 (moment 2). Se'n pot extreure que les diferències més extremes entre els nivells de calci respecte del temps no són majors de 7%.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

En la figura 14 es mostren els resultats dels nivells de calci al sòl al llarg del període d'estudi del present treball. També es mostren els intervals de significació existents en funció del moment d'anàlisi del sòl de l'hivernacle.

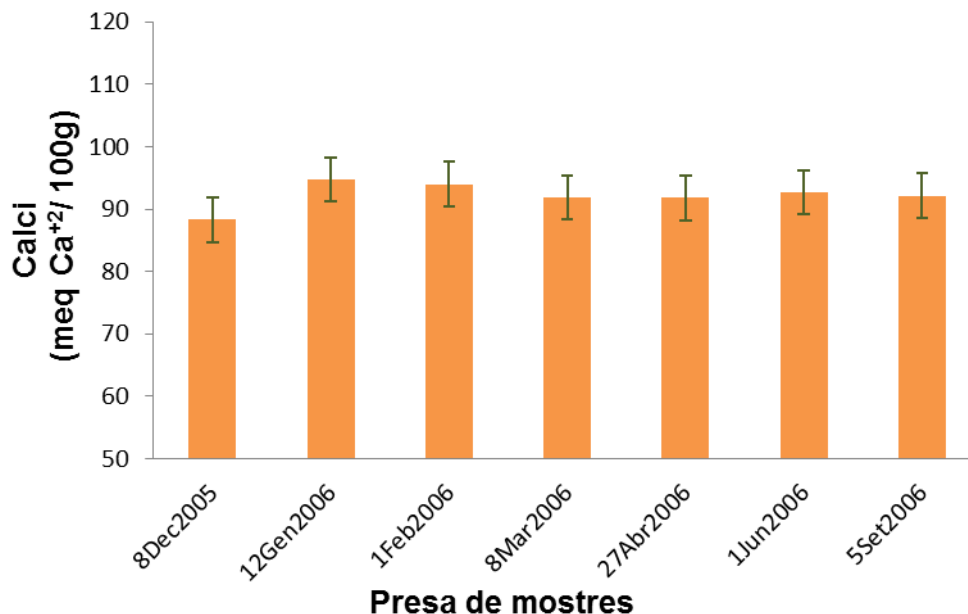


Figura 14. Mitjanes del nivell de calci al sòl, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.

4.1.9 Avaluació del contingut en magnesi assimilable del sòl

El magnesi és el component fonamental de la clorofil·la i si hi ha manca es pot veure reduït l'índex de fotosíntesi. El contingut total de magnesi en un sòl no és un índex de la seua disponibilitat, ja que aquesta no depèn només de la quantitat total de magnesi present, sinó també de la quantitat en relació a la capacitat d'intercanvi catiònic dels col·loides del sòl, així com també de la naturalesa dels ions complementaris. En sòls arenosos es llava fàcilment. (Hernández Gil, 2002).

La taula 10 mostra les mitjanes dels valors de magnesi assimilable obtinguts al sòl en diferents moments. Es mostra també la mitjana dels valors de magnesi i el p-valor, que permet establir els nivells de significació dels percentatges de magnesi en funció del moment de mostreig. El diagnòstic de la concentració de magnesi en el sòl de l'hivernacle, segons Cottenie (1984),

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

indica que es tracta d'un sòl amb nivells alts de magnesi, al presentar concentracions superiors a 2 meq/100 g sòl.

Taula 10. Mitjanes de magnesi assimilable en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.

MOMENT		Mg (meq Mg ²⁺ /100 g)
1	8 desembre 2005	2.58
2	12 gener 2006	2.71
3	1 febrer 2006	2.68
4	8 març 2006	2.60
5	27 abril 2006	2.61
6	1 juny 2006	2.60
7	5 setembre 2006	2.65
Mitjana		2.63
p-valor		0.0007

En la figura 15 es mostren els resultats dels nivells de magnesi al sòl i al llarg del període d'estudi del present treball. També es mostren els intervals de significació existents en funció del moment d'anàlisi del sòl de l'hivernacle.

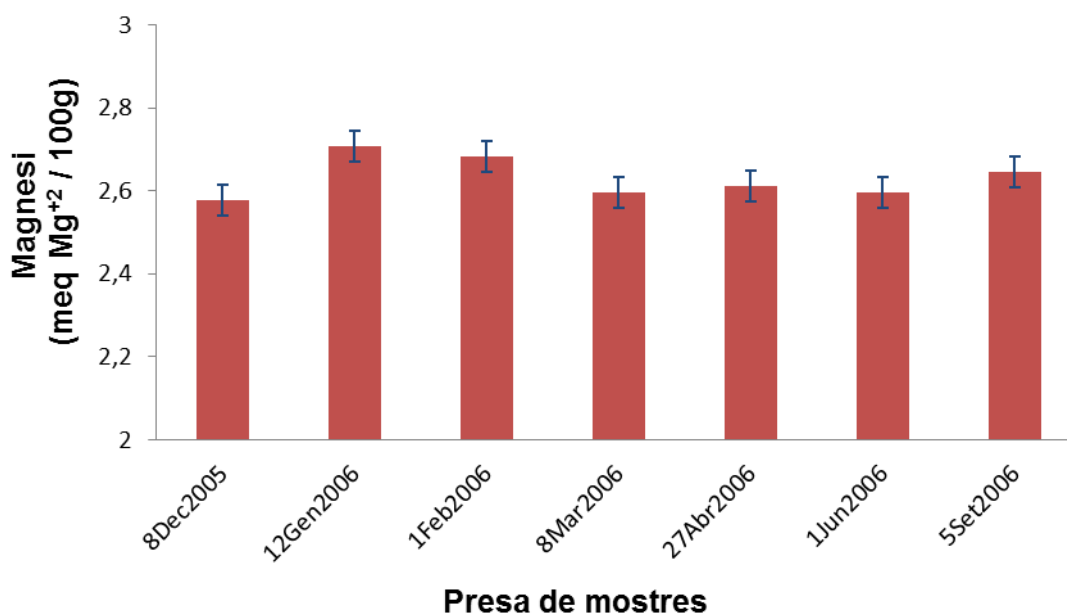


Figura 15. Mitjanes del nivell de magnesi al sòl, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Els valors de magnesi en el sòl de l'hivernacle van des de 2.58 meq $Mg^{2+}/100$ g, obtingut en el sòl per al mostreig del 8 de desembre de 2005 (moment 1), fins 2.71 meq $Mg^{2+}/100$ g, obtingut en el sòl per al mostreig del 12 de gener de 2006 (moment 2). Se'n pot extreure que les diferències més extremes entre els nivells de calci respecte del temps no són majors de 5%. Però aquestes diferències són significatives (al 95% de confiança) en el seu comportament al llarg del temps. Així, els continguts en magnesi dels moments 1, 4, 5 i 6 són els més baixos i estadísticament diferents als continguts en magnesi del sòl en els moments 2, 3 i 7.

Al igual que en el calci i els carbonats, el magnesi experimenta un augment del moment 1 (8 desembre 2005) al 2 (12 gener 2006). En el moment 2 es produeix l'adobament foliar, i el producte contenia un 0.4% de MgO, però açò no es reflexa als valors obtinguts en la resta dels anàlisis a partir del moment 3.

Entre el moment 3 (1 febrer 2006) i 4 (8 març 2006) hi ha un descens del magnesi, pot ser degut a que en el procés de mineralització de les restes de collita aportades al terra (moment 3) es capten els ions de magnesi per part del sòl, i ja no es trobe en estat assimilable per a la planta. L'absorció del magnesi es veu obstaculitzada en sòls amb una gran presència de potassi i calci (Hernández Gil, 2002). A partir del moment 4 el nivell de magnesi es manté pràcticament estable fins l'últim moment de presa de mostres.

4.1.10 Avaluació del contingut en sodi assimilable del sòl

El sodi és un element no principal per a la vida vegetal i no cal prestar-li massa atenció en el pla d'adobat. Cal saber però que l'excés de ions sodi desplaça el calci i el magnesi, a més de provocar la dispersió i degradació del sòl (Martínez Suller, 2011). Són considerats sòls sòdics aquells en els quals el sodi ocupa més del 15% de la capacitat de canvi catiònic.

Els valors de sodi van des de 2.99 meq $Na^{+}/100$ g, obtingut en el sòl per al mostreig del 1 de juny de 2006 (moment 6), fins 3.37 meq $Na^{+}/100$ g, obtingut en el sòl per al mostreig del 8 de març de 2006 (moment 4). Se'n pot

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

extreure que les diferències més extremes entre els nivells de sodi respecte del temps no són majors de 12%.

La taula 11 mostra les mitjanes dels valors de sodi assimilable obtinguts al sòl en els diferents moments de mostreig. Es mostra també la mitjana dels valors de sodi i el p-valor, que permet establir els nivells de significació dels percentatges de sodi en funció del moment de mostreig. El diagnòstic de la concentració de sodi en el sòl de l'hivernacle, segons Rioja Molina (2002), indica que es tracta d'un sòl amb alts nivells de sodi, ja que es donen concentracions superiors a 1.5 meq/100 g sòl.

Taula 11. Mitjanes dels nivells de sodi assimilable en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.

MOMENT		Na (meq Na ⁺ /100 g)
1	8 desembre 2005	3.26
2	12 gener 2006	3.09
3	1 febrer 2006	3.22
4	8 març 2006	3.37
5	27 abril 2006	3.18
6	1 juny 2006	2.99
7	5 setembre 2006	3.28
Mitjana		3.20
p-valor		0.9174

Comparant els valors obtinguts de sodi assimilable al sòl, es pot veure que els valors són molt alts durant tot el període d'anàlisi. Açò pot estar relacionat amb la conductivitat elèctrica, també molt elevada, i amb la proximitat del sòl de l'hivernacle a la mar (al voltant de 0.5 km en línia recta).

El sodi i el calci tenen un comportament homogeni al llarg del temps, el que ens permet dir que les diferents accions que s'han dut a terme a l'hivernacle no afecten a la quantitat de sodi ni de calci assimilable al sòl.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

En la figura 16 es mostren els resultats dels nivells de sodi al sòl i al llarg del període d'estudi del present treball. També es mostren els intervals de significació existents en funció del moment d'anàlisi del sòl de l'hivernacle.

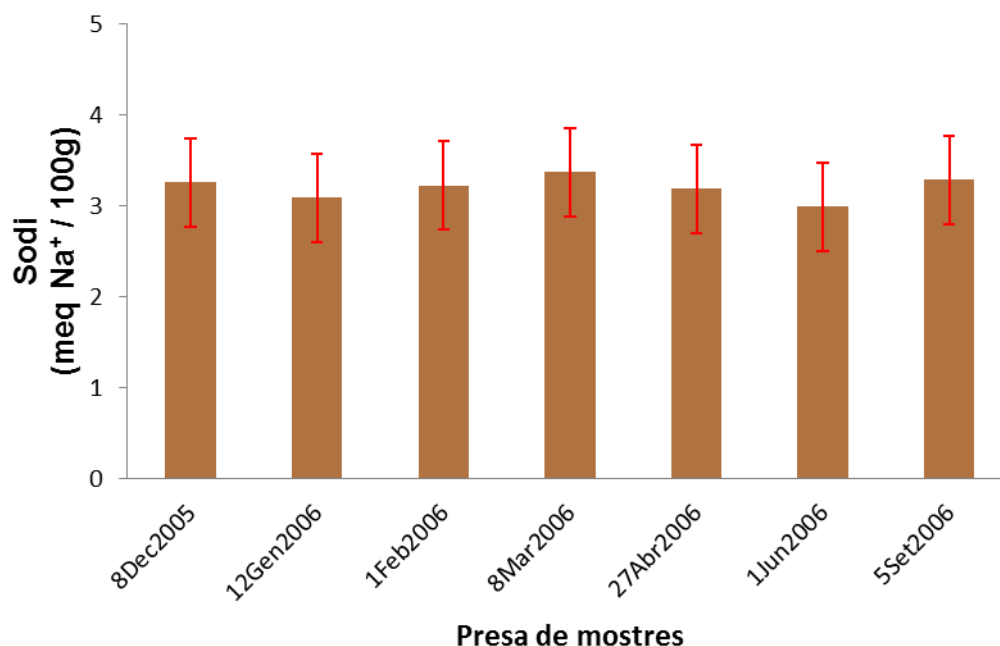


Figura 16. Mitjanes del nivell de sodi al sòl, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.

4.1.11 Avaluació del contingut en ferro assimilable del sòl

La naturalesa del sòl té una importància fonamental en la disponibilitat dels micronutrients. Les tres causes de deficiència dels micronutrients són: la baixa concentració d'un element, la presència d'una forma química no aprofitable per la planta i l'efecte antagònic entre distints elements. Les dites causes estan relacionades amb les propietats del sòl (Fancelli, 2006).

El ferro és un microelement essencial, forma part de citocroms, proteïnes i participa en reaccions d'oxidoreducció. Al sòl el ferro es troba en forma divalent i trivalent. Molts sòls conreats tenen un baix contingut en ferro dissolt en la solució del sòl i absorbit en forma intercanviable (Hernández Gil, 2002).

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Un problema estès en sòls carbonatats d'ambients àrids i semiàrids és la clorosi fèrrica, causada per deficiències de ferro (Martínez, 2000).

La taula 12 mostra les mitjanes dels valors de ferro assimilable obtinguts al sòl en diferents moments. Es mostra també la mitjana dels valors de ferro i el p-valor, que permet establir els nivells de significació dels percentatges de ferro en funció del moment de mostreig.

Taula 12. Mitjanes dels nivells de ferro assimilable en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.

MOMENT		Ferro (mg/kg de sòl)
1	8 desembre 2005	48.67
2	12 gener 2006	34.65
3	1 febrer 2006	44.00
4	8 març 2006	31.93
5	27 abril 2006	21.14
6	1 juny 2006	16.96
7	5 setembre 2006	22.03
Mitjana		31.34
p-valor		0.153

Els nivells de ferro en el sòl del hivernacle són, generalment, suficients i correctes per la pràctica agrícola; tot i que després del moment 4 (quan es va plantar el meló) el nivell de ferro en el sòl es pot considerar baix, sense arribar a detectar-se carències en el conreu del meló. En la resta de moments analitzats el nivell de ferro es correcte.

Els valors de ferro van des de 16.96 ppm, obtingut en el sòl per al mostreig del 1 de juny de 2006 (moment 6), fins 48.67 ppm, obtingut en el sòl per al mostreig del 8 de desembre de 2005 (moment 1). Se'n pot extreure que les diferències més extremes entre els nivells de ferro respecte del temps superen per poc el 65%, debut a la elevada variabilitat d'aquest element al sòl de l'hivernacle al llarg del temps.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

En la figura 17 es mostren els resultats dels nivells de ferro al sòl i al llarg del període d'estudi del present treball. També es mostren els intervals de significació existents en funció del moment d'anàlisi del sòl de l'hivernacle.

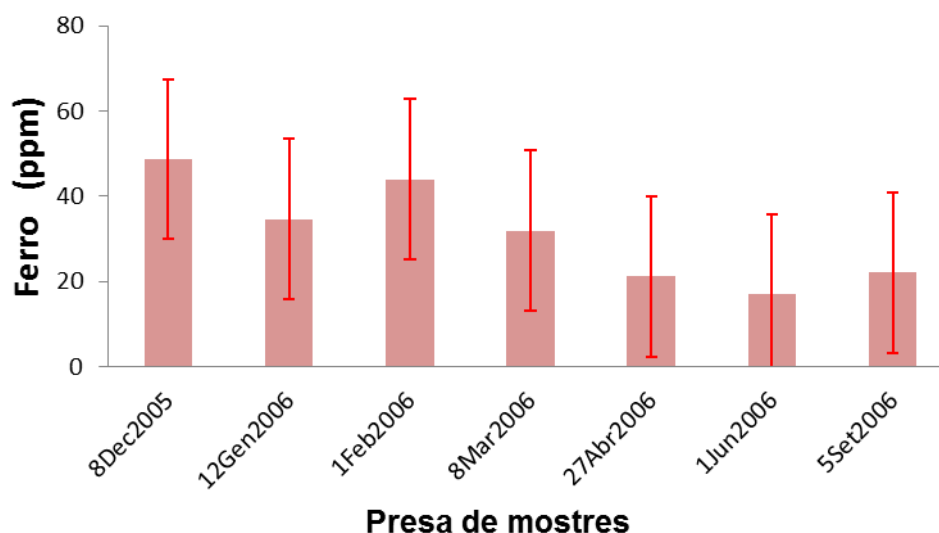


Figura 17. Mitjanes del nivell de ferro, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.

El contingut de ferro assimilable en el sòl té un comportament general descendent degut al consum per part de les plantes durant el seu creixement. Només en el moment 3 hi ha un trencament d'aquesta tendència (es produeix una lleugera pujada), probablement deguda a l'aportació d'adob via foliar que es va dur a terme entre el moment 2 i el 3, aquest producte té un 0.27% de ferro.

4.1.12 Avaluació del contingut en coure assimilable del sòl

El coure és un microelement que constitueix certs enzims, com per exemple l'oxidasa de l'àcid ascòrbic (Vitamina C), la tirosinasa o la plastocianina que és una proteïna blava que es troba als cloroplasts. Als sòls es troba en forma divalent principalment (Hernández Gil, 2002).

Els valors de coure van des de 24.98 ppm, obtingut en el sòl per al mostreig del 1 de juny de 2006 (moment 6), fins 36.75 ppm, obtingut en el sòl

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

per al mostreig del 8 de desembre de 2005 (moment 1). Se'n pot extreure que les diferències més extremes entre els nivells de coure respecte del temps són de poc més del 30%.

La taula 13 mostra les mitjanes dels valors de coure assimilable obtinguts al sòl en diferents moments. Es mostra també la mitjana dels valors de coure i el p-valor, que permet establir els nivells de significació dels percentatges de coure en funció del moment de mostreig.

Taula 13. Mitjanes dels nivells de coure assimilable en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.

MOMENT		Coure (mg/kg de sòl)
1	8 desembre 2005	36.75
2	12 gener 2006	33.78
3	1 febrer 2006	35.44
4	8 març 2006	28.94
5	27 abril 2006	29.82
6	1 juny 2006	24.98
7	5 setembre 2006	26.79
Mitjana		30.93
p-valor		0.022

En la figura 18 es mostren els resultats dels nivells de coure al sòl i al llarg del període d'estudi del present treball. També es mostren els intervals de significació existents en funció del moment d'anàlisi del sòl de l'hivernacle.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

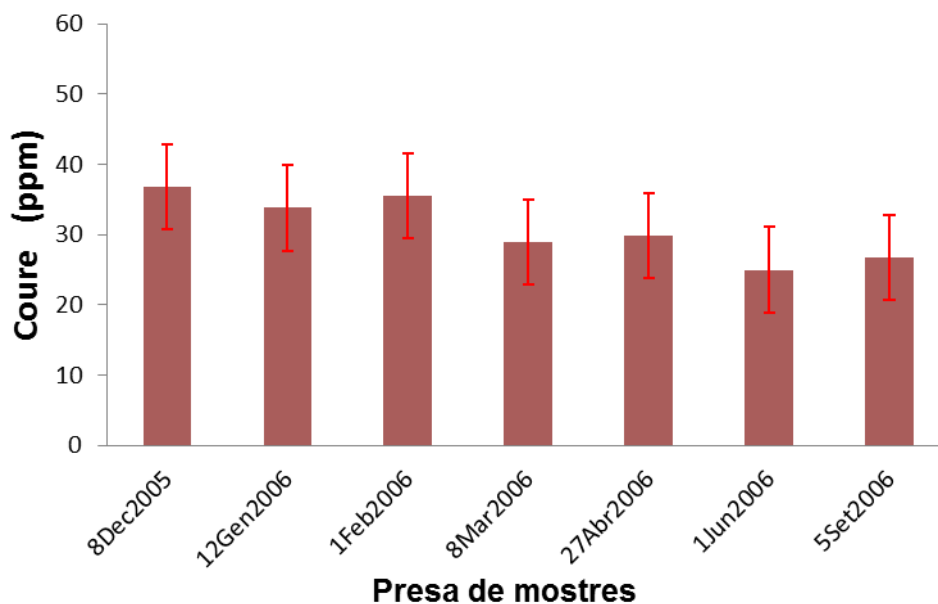


Figura 18. Mitjanes del nivell de coure al sòl, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.

No s'observen diferències estadísticament significatives en els continguts de coure. Tot i així, els baixos nivells de coure del moment 6 són bastant diferents als nivells de coure del moment 1.

El nivell de coure al sòl analitzat es pot considerar moderat-baix. A l'inici de l'estudi el sòl de l'hivernacle tenia un nivell moderat de coure, més aviat just. Al llarg del període d'anàlisi es produeix una baixada constant del nivell de coure al sòl, segurament explicable pel consum de micronutrients dels conreus. Com el ferro després de plantar el meló en el moment 4, els nivells de coure al sòl passen a ser baixos, sense arribar a ésser crítics per a l'explotació.

El comportament del coure assimilable en el sòl és molt paregut al del ferro, tot i que d'una forma més atenuada. De nou s'aprecia una tendència general descendent deguda al consum de nutrients per part del conreu que es veu trencada al moment 3 després de la incorporació de l'adob foliar que té un 0.23% de coure.

4.1.13 Avaluació del contingut en zinc assimilable del sòl

El Zinc estimula moltes reaccions enzimàtiques en les plantes. És un antagonista biològic del ferro i a sovint forma sinèrgies amb el Mg. Un alt

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

contingut en fòsfor dificulta la translocació del zinc des de les arrels a la part aèria de les plantes. El zinc es troba en els sòls en la forma divalent (Hernández Gil, 2002).

Els valors de zinc van des de 15.537 ppm, obtingut en el sòl per al mostreig del 1 de juny de 2006 (moment 6), fins 20.257 ppm, obtingut en el sòl per al mostreig del 1 de febrer de 2006 (moment 3). Se'n pot extreure que les diferències més extremes entre els nivells de coure respecte del temps superen el 20%. Les diferències observats son estadísticament significatives (al 95% de confiança).

La taula 14 mostra les mitjanes dels valors de zinc assimilable obtinguts al sòl en diferents moments. Es mostra també la mitjana dels valors de zinc i el p-valor, que permet establir els nivells de significació dels percentatges de zinc en funció del moment de mostreig.

Taula 14. Mitjanes dels nivells de zinc assimilable en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.

MOMENT		Zinc (mg/kg de sòl)
1	8 desembre 2005	18.47
2	12 gener 2006	18.06
3	1 febrer 2006	20.26
4	8 març 2006	17.20
5	27 abril 2006	18.54
6	1 juny 2006	15.54
7	5 setembre 2006	15.88
Mitjana		17.70
p-valor		0.073

En la figura 19 es mostren els resultats dels nivells de zinc al sòl i al llarg del període d'estudi del present treball. També es mostren els intervals de significació existents en funció del moment d'anàlisi del sòl de l'hivernacle.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

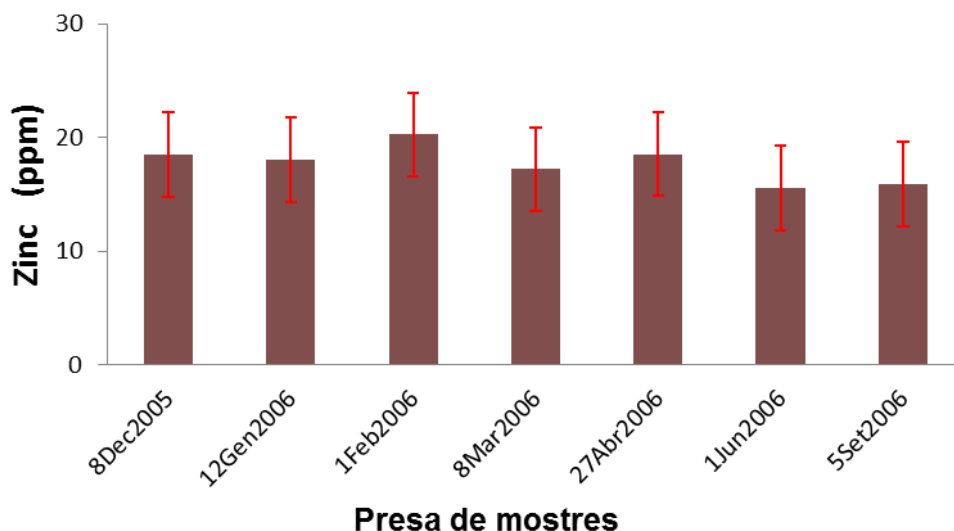


Figura 19. Mitjanes del nivell de zinc al sòl, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.

Hi ha una pujada dels nivells de zinc del moment 2 al 3, que com en els casos dels altres oligoelements (ferro i coure) es podria explicar per l'aport de l'adob foliar (0.48% de Zn) que es va produir en el moment 2.

4.1.14 Avaluació del contingut en matèria orgànica del sòl

La matèria orgànica del sòl que prové de restes dels vegetals i animals, és generada inicialment pels organismes productors (plantes i microflora autòtrofa) que a partir del diòxid de carboni, l'aigua, els nutrients minerals i l'energia solar transformen les dites restes en carbohidrats i altres composts orgànics més complexos, donant lloc als components estructurals dels òrgans vegetals. En el sòl els residus orgànics pateixen una sèrie de processos: despolimerització o descomposició, mineralització primària, humificació i mineralització secundària (Labrador, 2002).

La matèria orgànica és una de les fraccions més importants del sòl, atès que esta relacionada amb les seues característiques físiques, químiques i biològiques. La seua presència augmenta l'adsorció de nutrients en el sòl, incrementant la capacitat d'intercanvi catiònic i aniònic dels sòls. Alhora augmenta l'acidesa del sòl donat es produeixen ions hidrogen (Guerrero i Raigón, 2004).

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Per a la conservació i la millora de la qualitat del sòl en les seues diverses funcions (productivitat biològica, qualitat ambiental i sanitat vegetal/animal), la matèria orgànica té una importància crucial (Reeves, 1997).

Les mitjanes dels continguts de matèria orgànica és del 4.11%, mentre que la del carboni orgànic és del 2.38%. Atès que el p-valor és en ambdós casos superior a 0.05, es pot dir que no existeixen diferències estadísticament significatives (al 95% de confiança) entre els diferents percentatges de matèria orgànica i carboni orgànic en funció del moment de mostreig.

La taula 15 mostra les mitjanes dels percentatges de matèria orgànica i carboni orgànic obtinguts als sòls en els diferents moments de presa de mostres. També es mostra les mitjanes dels percentatges de matèria orgànica i carboni orgànic, així com el p-valor que permet establir els nivells de significació de l'efecte del contingut en matèria orgànica, en funció del moment de mostreig.

Taula 15. Mitjanes dels nivells de matèria orgànica i carboni orgànic en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.

MOMENT		Matèria orgànica (%)	Carboni Orgànic (%)
1	8 desembre 2005	3.8	2.187
2	12 gener 2006	3.8	2.178
3	1 febrer 2006	4.0	2.337
4	8 març 2006	4.3	2.477
5	27 abril 2006	4.4	2.527
6	1 juny 2006	4.4	2.527
7	5 setembre 2006	4.2	2.417
Mitjana		4.11	2.38
p-valor		0.0803	0.0768

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Els nivells de matèria orgànica obtinguts per al sòl estudiat son elevats (Guigou *et al.*, 1989; Yanez, 1989). Cal valorar aquesta dada en funció del contingut de carbonats, que en el cas del sòl estudiat en el present estudi es poden considerar alts. En sòls amb alt contingut de carbonats la matèria orgànica humificada es mineralitza molt lentament, i per tant si en aquest cas esta sotmès a aportos orgànics acumularà en el temps més matèria orgànica (Saña *et al.*, 1996). Cal per tant no oblidar els aportos orgànics en aquests casos, ja que si hi ha més matèria orgànica mineralitzable s'està assegurant l'energia necessària per una adequada activitat vital de la biomassa edàfica, que s'encarrega d'alliberar els nutrients necessaris per a la planta. Per tant tot i que en valor absolut es pot considerar alt el nivell de matèria orgànica, donada l'alta presència de carbonats al sòl, es pot considerar que el nivell és adequat.

En la figura 20 es mostren els resultats dels continguts de matèria orgànica al llarg del període d'estudi del present treball. També es mostren els intervals de significació existents en funció del moment d'anàlisi del sòl de l'hivernacle.

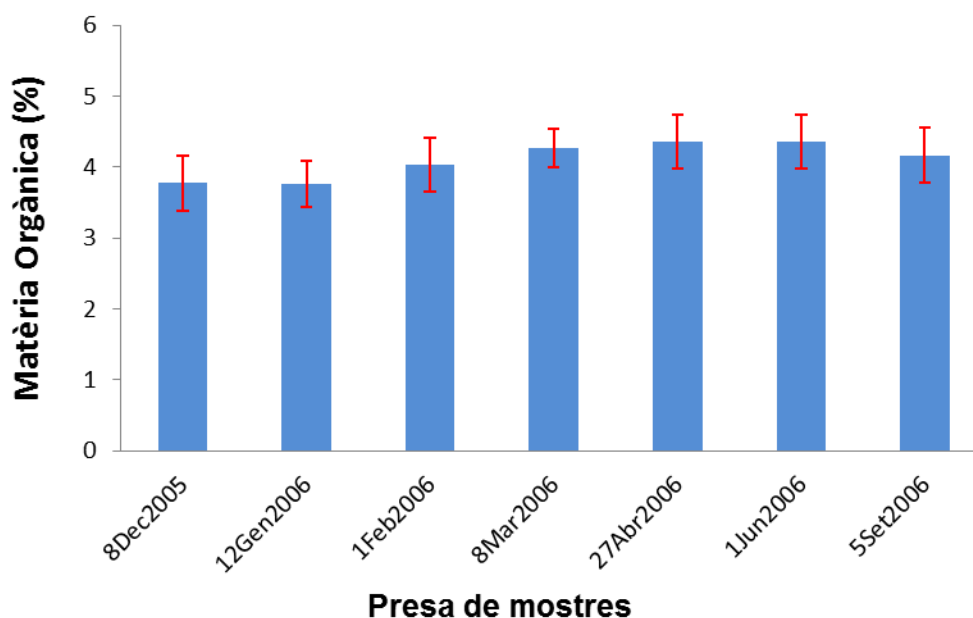


Figura 20. Mitjanes dels percentatges de matèria orgànica, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Els valors obtinguts de matèria orgànica varien des de 3.8%, obtingut en el sòl per al mostreigs 1 (8 desembre 2005) i 2 (12 gener 2006), fins 4.4 %, obtingut en el sòl mostrejat al cinquè i sisè moment. Per tant les diferències més extremes entre els valors matèria orgànica en els sòls de l'hivernacle no superen 14%.

Els nivells de matèria orgànica segueixen una tendència lleugerament ascendent durant el període d'anàlisi, tot i que en l'última presa de mostres pateixen un lleu descens. Açò pot semblar contradictori ja que hi ha consum de la part mineralitzada de matèria orgànica per part de les plantes al llarg del seu cicle de cultiu. Possiblement existeix un equilibri entre l'aport i el consum de matèria orgànica, cosa que sembla molt adequada ja que es millora la qualitat del sòl sense deixar d'alimentar als conreus.

Cal dir que en el moment 2 (12 gener 2006) es produeix un aport via foliar d'adob amb un producte que té un 20% de matèria orgànica. En el moment 3 (1 febrer 2006) i en el moment 6 (1 juny 2006) es deixen totes les restes vegetals derivades de la collita i es passa el rotocultor per tal d'incorporar-les a la terra. Ambdós efectes incrementen els nivells de matèria orgànica al sòl.

Lògicament el carboni orgànic segueix la mateixa dinàmica que la matèria orgànica, ja que es calcula directament a partir dels seus valors. Però l'avaluació de la bioestabilitat dels materials orgànics es pot dur a terme, entre d'altres metodologies, mesurant la variació de la relació carboni-nitrogen (C/N) (Lemaire, 1996).

La taula 16 mostra les mitjanes de la relació C/N obtinguts al sòl en diferents moments. Es mostra també la mitjana de la relació C/N en funció del moment de mostreig.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Taula 16. Mitjanes de la relació C/N en els diferents mostreigs.

MOMENT		Relació C/N
1	8 desembre 2005	11.45
2	12 gener 2006	11.77
3	1 febrer 2006	12.50
4	8 març 2006	11.02
5	27 abril 2006	12.04
6	1 juny 2006	11.86
7	5 setembre 2006	11.84
Mitjana		11.78

La relació C/N es pot considerar, per al període d'estudi en el sòl analitzat, com a lleugerament alta per a tots els moments analitzats, i per tant per a les mitjanes comparades (Saña *et al.*, 1996). Això indica que la proporció de nitrogen es baixa front a la concentració de carboni orgànic del sòl, i que la mineralització de la matèria orgànica es lenta en el sòl de l'hivernacle.

4.1.15 Avaluació del nivell de l'activitat enzimàtica del sòl

La determinació de l'activitat biològica proporciona una valuosa informació sobre l'estat de la fertilitat d'un sòl, donada la gran importància de l'activitat biològica en l'estructura i els processos bioquímics dels sòls, especialment els ecològics. La mesura de l'activitat enzimàtica és una de les ferramentes emprades en la valoració de l'activitat biològica del sòl (Garmendia Salvador *et al.*, 2002).

En aquest treball s'ha estudiat l'activitat enzimàtica mitjançant la determinació de la fosfatasa alcalina, que esta relacionada amb el cicle del fòsfor. La determinació de l'activitat enzimàtica del sòl junt amb l'ús d'altres paràmetres generals del sòl pot ser una bona forma per avaluar l'estat de l'activitat biològica del sòl (Nannipieri *et al.*, 1990).

La taula 17 mostra les mitjanes dels valors per a l'activitat enzimàtica obtinguts als sòl en els diferents moments. Es mostra també la mitjana de

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

l'activitat enzimàtica i el p-valor, que permet establir els nivells de significació dels nivells de l'activitat enzimàtica del sòl en funció del moment de mostreig.

Taula 17. Mitjanes dels nivells de l'activitat enzimàtica en els diferents mostreigs. Nivells de significació estadística al 95% de confiança.

MOMENT		Activitat enzimàtica (μg p-nitrofenol/g sòl sec i h incubació)
1	8 desembre 2005	328.76
2	12 gener 2006	332.18
3	1 febrer 2006	345.19
4	8 març 2006	398.73
5	27 abril 2006	358.21
6	1 juny 2006	349.104
7	5 setembre 2006	392.65
Mitjana		357.84
p-valor		0.5803

La mitjana dels continguts de l'activitat enzimàtica és de 357.84 μg p-nitrofenol/g ss i h d'incubació. Com que el p-valor és superior a 0.05, cal dir que no existeixen diferències estadísticament significatives (al 95% de confiança) entre els valors de l'activitat enzimàtica en funció del moment de mostreig al sòl de l'hivernacle.

En la figura 21 es mostren els resultats dels valors de l'activitat enzimàtica al llarg del període d'estudi del present treball. També es mostren els intervals de significació existents en funció del moment d'anàlisi del sòl de l'hivernacle.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

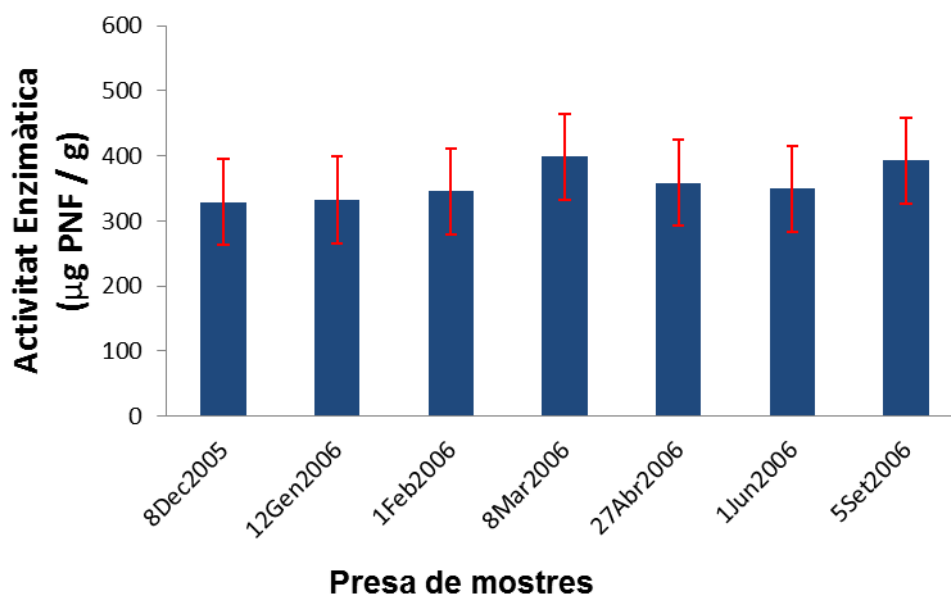


Figura 21. Mitjanes dels valors de l'activitat enzimàtica, per a cada moment de presa de mostres. Diferències estadístiques al 95% de confiança.

Al observar l'evolució dels valors de l'activitat enzimàtica al llarg del temps i es veu que existeix un augment progressiu de l'activitat enzimàtica fins al moment 4 (8 març 2006), on es troba el valor màxim (398,735 µg PNF/g). Açò potser conseqüència de la matèria orgànica incorporada en el moment 2 (en forma d'adob foliar ecològic amb un 20% de matèria orgànica) i en el moment 3 (es varen incorporar les restes de la collita al terra). En el moment 5 (27 abril 2006) es produeix una lleugera baixada que es manté durant la següent presa de mostres. Al moment 7 es torna a recuperar els valors alts de l'activitat enzimàtica (392,647 µg PNF/g), de fet és el segon valor més alt de totes les mostres. Aquesta última recuperació es pot explicar pel mateix motiu que la del moment 4, donat que en moment 6 també es produeix un aport de matèria orgànica provinent de les restes de la collita amb la posterior acció del rotocultor que afavoreix l'airejament de la terra i per tant promou l'activitat biològica al sòl.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

4.2 ESTUDI DE RELACIONS ENTRE ELS PARÀMETRES DEL SÒLS

En aquest apartat s'han estudiat les relacions entre els diferents paràmetres del sòl analitzats en el present estudi i que son independents en l'anàlisi, a fi d'establir les possibles relacions i influències entre ells. Per al dit estudi s'ha emprat el mètode de regressió múltiple amb el programa informàtic Statgraphics Plus 5.1, observant els nivells de significació obtinguts en les anàlisis estadístiques de regressió múltiple.

La taula 18 mostra els p-valors obtinguts amb l'anàlisi de regressió múltiple realitzat entre tots els paràmetres del sòl estudiats. Aquells valors que tenen una relació estadísticament significativa per a un interval de confiança del 95% es mostren en verd, mentre que aquells que tenen un interval de confiança del 99% es mostren en blau.

Taula 18. p-valors entre els paràmetres estudiats obtinguts amb l'anàlisi de regressió múltiple.

p-valor	pH KCl	pH H ₂ O	CE	N tot	CaCO ₃	MO	AE	K	Na	P	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn
pH KCl	-	0.00	0.69	0.79	0.06	0.97	0.79	0.029	0.02	0.83	0.49	0.11	0.01	0.09	0.06
pH H ₂ O	-	-	0.10	0.42	0.21	0.61	0.75	0.19	0.06	0.70	0.40	0.17	0.027	0.08	0.57
CE	-	-	-	0.35	0.79	0.07	0.61	0.01	0.013	0.12	0.60	0.14	0.95	0.84	0.63
N tot	-	-	-	-	0.11	0.00	0.03	0.68	0.44	0.15	0.29	0.12	0.20	0.01	0.70
CaCO ₃	-	-	-	-	-	0.13	0.17	0.48	0.57	0.41	0.39	0.43	0.00	0.00	0.03
MO	-	-	-	-	-	-	0.03	0.95	0.20	0.58	0.70	0.58	0.43	0.03	0.95
AE	-	-	-	-	-	-	-	0.19	0.39	0.85	0.88	0.62	0.14	0.01	0.32
K	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.12	0.26	0.33	0.15	0.13	0.01
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.97	0.23	0.07	0.72	0.69	0.15
P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.83	0.96	0.69	0.55	0.13
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.16	0.52	0.84
Mg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.84	0.95	0.20
Fe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.01
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

De les 105 regressions realitzades, 22 d'elles han donat un p-valor < 0.05, és a dir un 20.95% mentre que 83 d'elles han donat p-valor ≥ 0.05, és a dir un 79.05%. Es detallen i comenten de forma individual les relacions entre

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

paràmetres que mostren diferències estadísticament significatives, amb un mínim del 95% de confiança, mostrant les respectives gràfiques de regressió.

4.2.1 Relació entre l'activitat enzimàtica i el contingut en nitrogen, coure i matèria orgànica del sòl

En la figura 22 es pot observar la relació existent entre l'activitat enzimàtica i el nitrogen que presenta un p-valor inferior a 0.05 cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 95%. De fet existeix una relació positiva, ja que quan augmenta l'activitat enzimàtica, la concentració de nitrogen total al sòl s'incrementa. S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió baix (0.1878), segurament a causa del baix número de dades, però la relació es caracteritza per l'equació:

$$AE=162.477 + 992.29*N \text{ total}$$

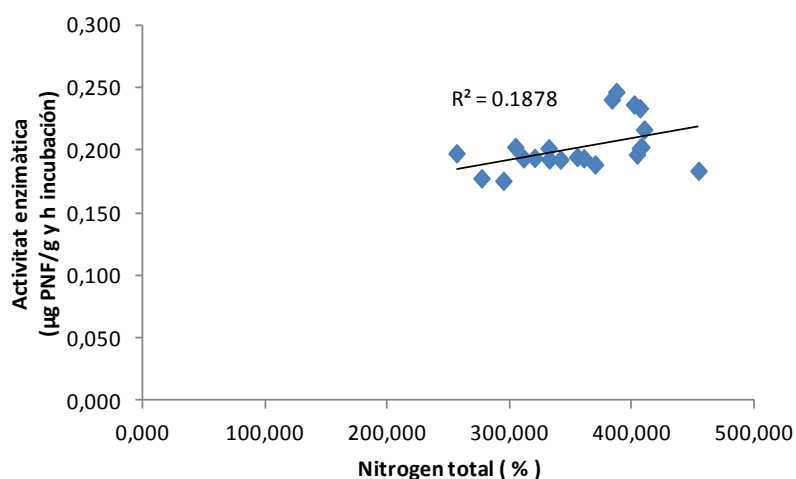


Figura 22. Relació entre activitat enzimàtica i nitrogen total en el sòl de l'hivernacle.

En la figura 23 es pot observar la relació existent entre l'activitat enzimàtica i el coure que presenta un p-valor inferior a 0.05 cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 95%. S'observa que existeix una relació negativa, ja que quan augmenta la concentració de coure, els nivells de l'activitat enzimàtica del sòl disminueixen, possiblement degut l'efecte inhibidor del coure en la activitat biològica (Amram *et al.*, 1981). S'observa que la relació presenta un coeficient

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

de regressió baix (0.2167), segurament a causa del baix número de dades, però la relació es caracteritza per l'equació:

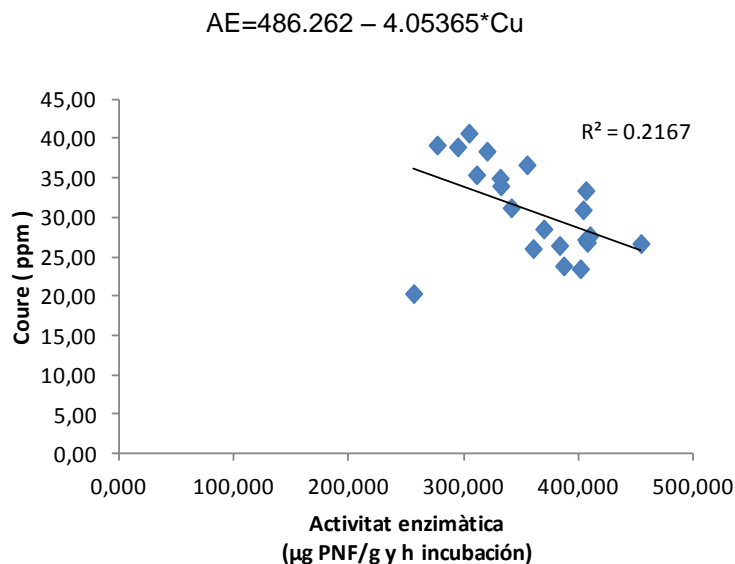


Figura 23. Relació entre activitat enzimàtica i la concentració de coure en el sòl de l'hivernacle.

En la figura 24 es pot observar la relació existent entre l'activitat enzimàtica i el contingut en matèria orgànica, que presenta un p-valor inferior a 0.05 cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 95%. Existeix una relació positiva, ja que quan el contingut en matèria orgànica del sòl s'incrementa, augmenta l'activitat enzimàtica (Powlson *et al.*, 1987). S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió baix (0.1374), segurament a causa del baix número de dades, però la relació es caracteritza per l'equació:

$$AE=137.368 + 54.786 \cdot MO$$

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

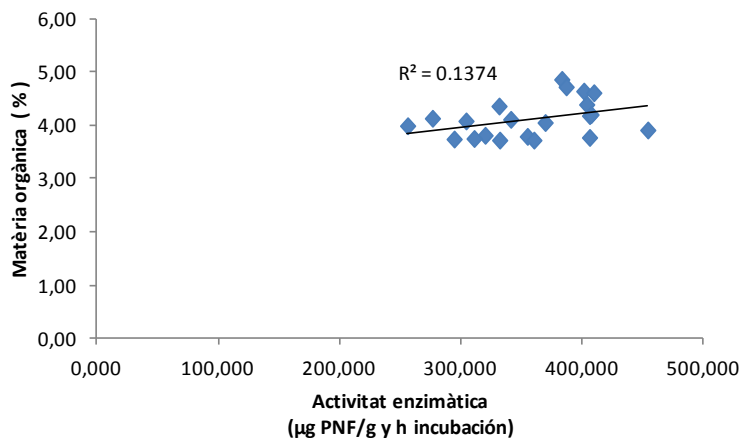


Figura 24. Relació entre activitat enzimàtica i matèria orgànica en el sòl de l'hivernacle.

4.2.2 Relació entre el pH i el contingut en ferro, sodi i potassi del sòl

En la figura 25 es pot observar la relació existent entre el pH (H₂O) o actual i la concentració en ferro al sòl, que presenta un p-valor inferior a 0.05, cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 95%. Es pot veure que existeix una relació negativa, ja que quan el pH actual del sòl s'incrementa, disminueix la concentració de ferro assimilable (Patra y Mohanty, 1994). S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió baix (0.1487), segurament a causa del baix número de dades i a la relativa dispersió de les dades, però la relació es caracteritza per l'equació:

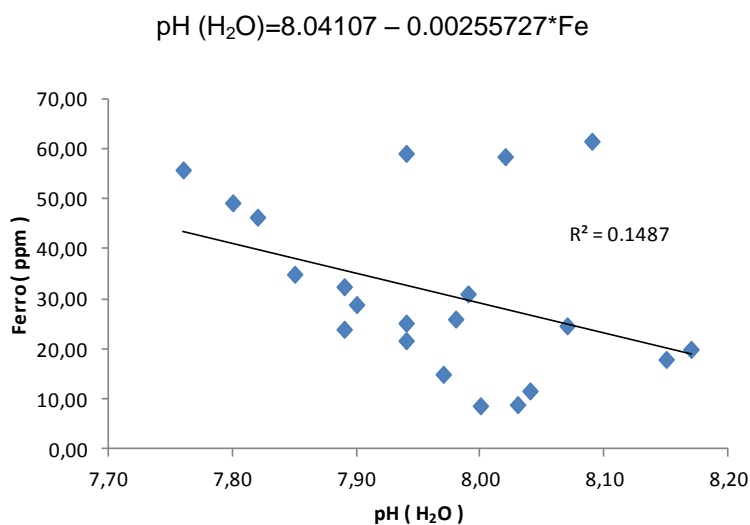


Figura 25. Relació entre pH (H₂O) i ferro en el sòl de l'hivernacle.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

També existeix una relació entre el pH (KCl) o potencial i la concentració en ferro del sòl, que presenta un p-valor inferior a 0.01 cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 99%. La relació presenta una tendència també negativa i quan el pH potencial al sòl s'incrementa, disminueix la concentració de ferro assimilable. S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió baix (0.1883), segurament a causa del baix número de dades, però la relació es caracteritza per l'equació:

$$\text{pH (KCl)} = 7.97822 - 0.0043078 * \text{Fe}$$

En la figura 26 es pot observar la relació existent entre pH (KCl) o potencial i la concentració en sodi que presenta un p-valor inferior a 0.05 cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 95%. De fet que existeix una relació negativa, ja que quan el pH potencial al sòl s'incrementa, disminueix la concentració de sodi assimilable. S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió baix (0.148), segurament a causa del baix número de dades, però la relació es caracteritza per l'equació:

$$\text{pH (KCl)} = 8.47858 - 0.195325 * \text{Na}$$

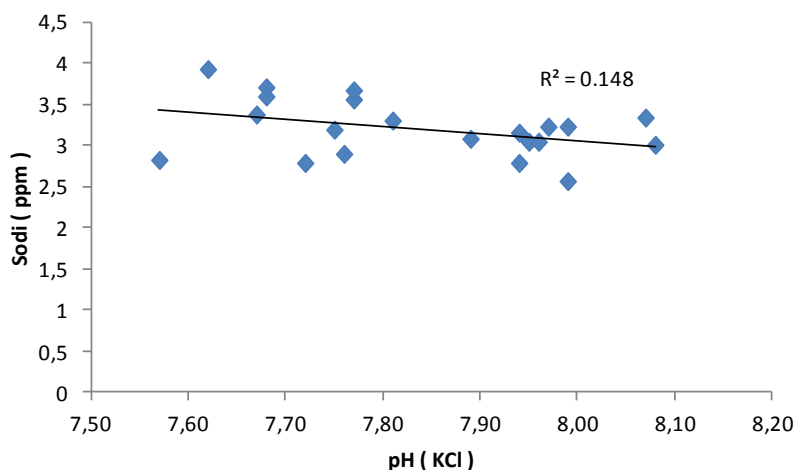


Figura 26. Relació entre pH (KCl) i sodi en el sòl de l'hivernacle.

La relació existent entre pH (KCl) i el potassi presenta un p-valor inferior a 0.05 cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 95%; de manera que existeix una relació negativa, ja que quan el pH potencial al sòl s'incrementa, disminueix la

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

concentració de potassi assimilable. S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió baix (0.100), segurament a causa del baix número de dades, però la relació es caracteritza per l'equació:

$$\text{pH (KCl)}=8.16068 - 0.134228 \cdot K$$

4.2.3 Relació entre la conductivitat elèctrica i el contingut en sodi i potassi del sòl

En la figura 27 es pot observar la relació existent entre la conductivitat elèctrica i el sodi que presenta un p-valor inferior a 0.05 cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 95%. Es pot observar que existeix una relació positiva, ja que quan el contingut en sodi assimilable al sòl s'incrementa, augmenta la conductivitat elèctrica i el contingut en sals al sòl (Shainberg *et al.*, 1980). S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió baix (0.1975), segurament a causa del baix número de dades, però la relació es caracteritza per l'equació:

$$\text{CE}=29.2401 + 294.48 \cdot \text{Na}$$

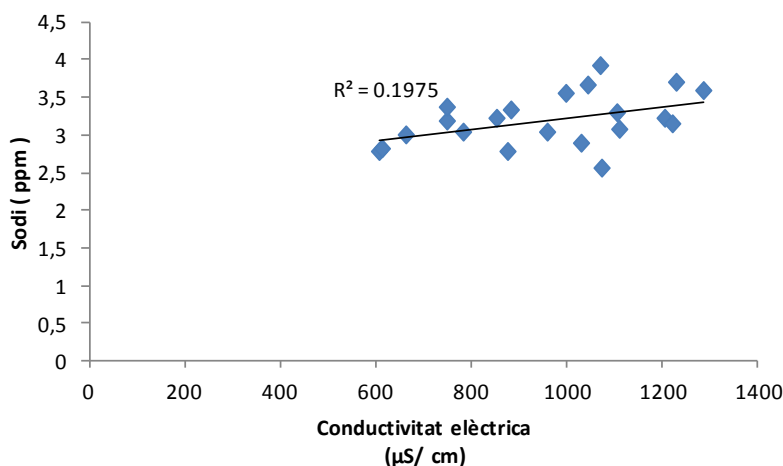


Figura 27. Relació entre conductivitat elèctrica i sodi en el sòl de l'hivernacle.

En la figura 28 es pot observar la relació existent entre la conductivitat elèctrica i el potassi que presenta un p-valor inferior a 0.01 cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 99%. De manera similar al sodi assimilable, existeix una

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

relació positiva ja que quan el contingut en potassi assimilable al sòl s'incrementa, augmenta la conductivitat elèctrica i el contingut en sals al sòl (Shainberg *et al.*, 1980). S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió mitjà (0.3436), i la relació es caracteritza per l'equació:

$$CE=398.603 + 250.518*K$$

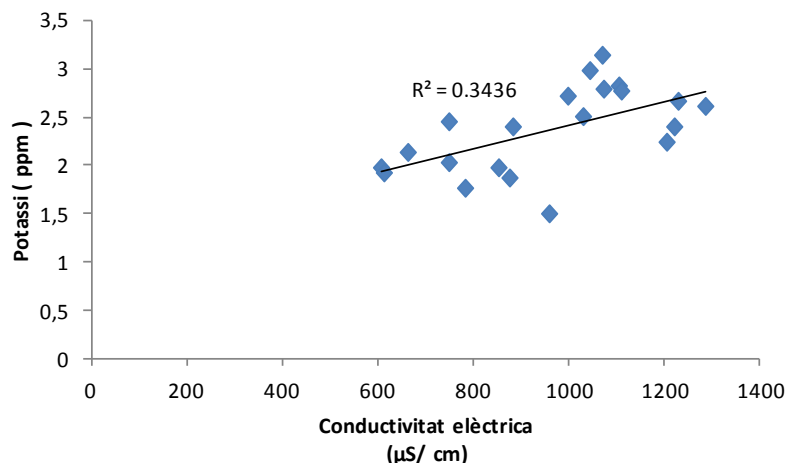


Figura 28. Relació entre conductivitat elèctrica i potassi en el sòl de l'hivernacle.

4.2.4 Relació entre els nivells de carbonats totals i el contingut en ferro, coure i zinc del sòl

En la figura 29 es pot observar la relació existent entre els carbonats i el contingut en ferro que presenta un p-valor inferior a 0.01 cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 99%. Existeix una relació negativa, ja que quan el nivell en carbonats totals al sòl s'incrementa, disminueix la concentració en ferro assimilable al sòl. Aquesta relació ha sigut esmentada per altres autors (Loepperta, 1986). S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió mitjà (0.4338), i la relació es caracteritza per l'equació:

$$CaCO_3=37.76683 - 0.11926*Fe$$

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

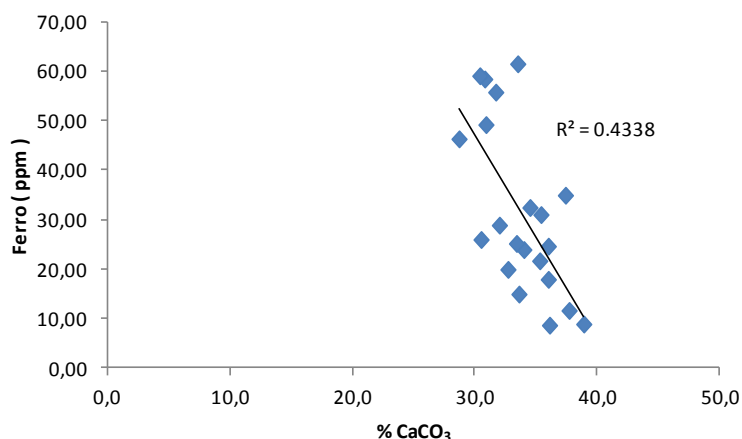


Figura 29. Relació entre carbonats totals i ferro en el sòl de l'hivernacle.

En la figura 30 es pot observar la relació existent entre carbonats i coure que presenta un p-valor inferior a 0.01 cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 99%. De manera similar al ferro assimilable, existeix una relació negativa ja que quan el contingut en carbonats totals al sòl s'incrementa, disminueix la concentració en coure assimilable al sòl. Aquesta relació ha sigut esmentada per altres autors (Loepperta, 1986). S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió alt (0.5554), i la relació es caracteritza per l'equació:

$$\text{CaCO}_3 = 45.2937 - 0.366882 \cdot \text{Cu}$$

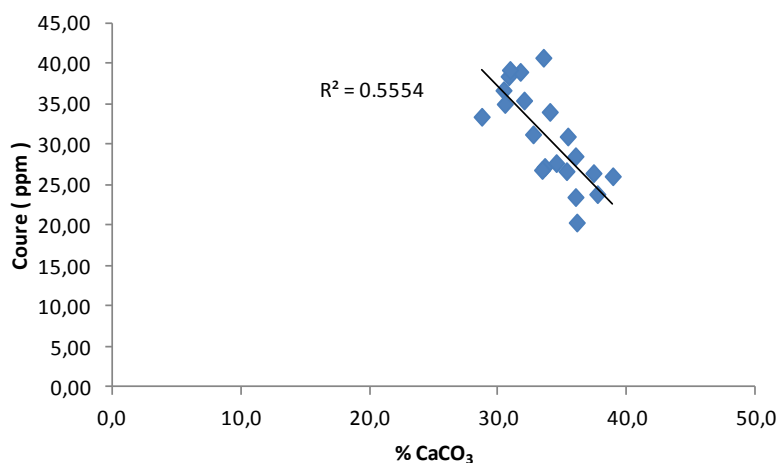


Figura 30. Relació entre carbonats totals i coure en el sòl de l'hivernacle.

En la figura 31 es pot observar la relació existent entre carbonats i zinc que presenta un p-valor inferior a 0.05 cosa que mostra una relació

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 95%. Existeix una relació negativa ja que quan el contingut en carbonats totals al sòl s'incrementa, disminueix la concentració en zinc assimilable al sòl. S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió baix (0.1519), però la relació es caracteritza per l'equació:

$$\text{CaCO}_3 = 44.4434 - 0.583298 * \text{Zn}$$

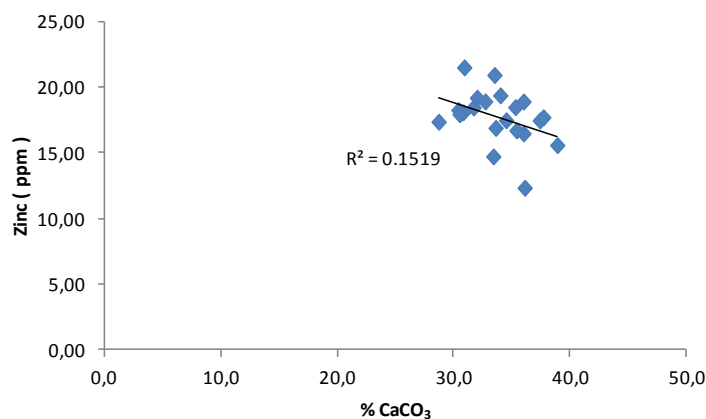


Figura 31. Relació entre carbonats totals i el zinc (ppm) en el sòl de l'hivernacle.

4.2.5 Relació entre els nivells de matèria orgànica i el contingut en nitrogen i coure del sòl

En la figura 32 es pot observar la relació existent entre la concentració en nitrogen total del sòl i els nivells de matèria orgànica, que presenta un p-valor inferior a 0.01 cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 99%. De fet existeix una relació positiva, ja que quan el contingut en matèria orgànica al sòl s'incrementa, augmenten els nivells de nitrogen total al sòl, cosa que indica la forta dependència entre el contingut en nitrogen del sòl i el contingut en matèria orgànica aportada (Jenkinson *et al.*, 1990). S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió alt (0.5949) i la relació es caracteritza per l'equació:

$$\text{N total} = 0.024784 + 0.0431665 * \text{MO}$$

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

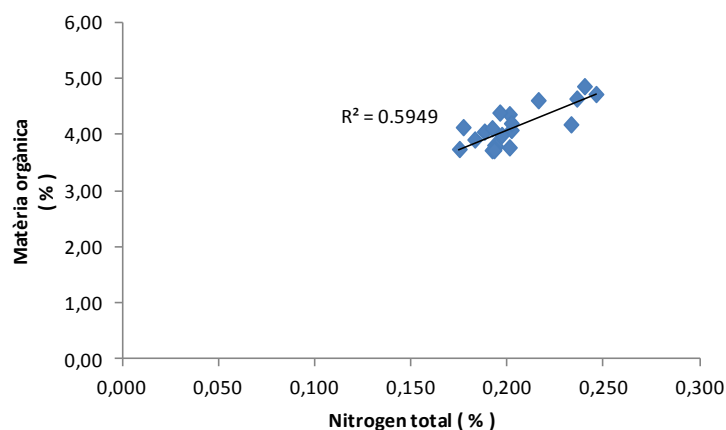


Figura 32. Relació entre nitrogen total i matèria orgànica en el sòl de l'hivernacle.

En la figura 33 es pot observar la relació existent entre la matèria orgànica i la concentració de coure al sòl d'hivernacle, que presenta un p-valor inferior a 0.05 cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 95%. S'observa que existeix una relació negativa, ja que quan augmenta la concentració de coure, els nivells de matèria orgànica del sòl disminueixen. Açò és molt semblant al que li passa al nitrogen amb la relació de l'activitat enzimàtica. S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió baix (0.1626) i la relació es caracteritza per l'equació:

$$\text{Cu} = 56.2078 - 6.33421 * \text{MO}$$

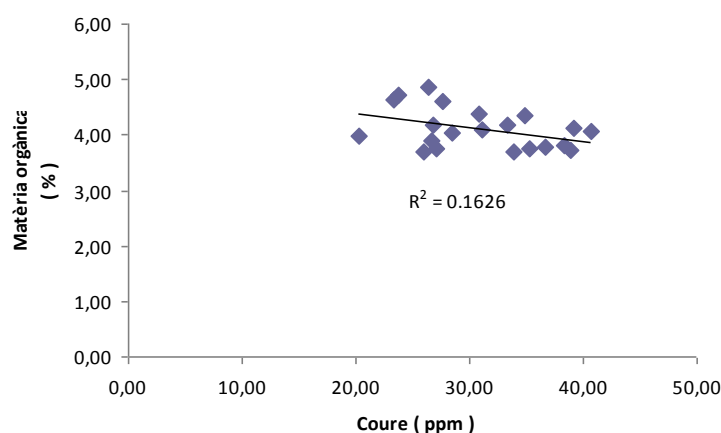


Figura 33. Relació entre matèria orgànica i coure en el sòl de l'hivernacle.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

4.2.6 Relació entre els elements minerals del sòl

En la figura 34 es pot observar la relació existent entre el contingut en nitrogen total del sòl d'hivernacle i la concentració de coure, que presenta un p-valor inferior a 0.01 cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 99%. S'observa que existeix una relació negativa, ja que quan augmenta la concentració de coure, el contingut en nitrogen total del sòl disminueix; açò és molt semblant al que passa li passa al coure amb la relació amb l'activitat enzimàtica i els nivells de matèria orgànica. S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió baix (0.2139) i la relació es caracteritza per l'equació:

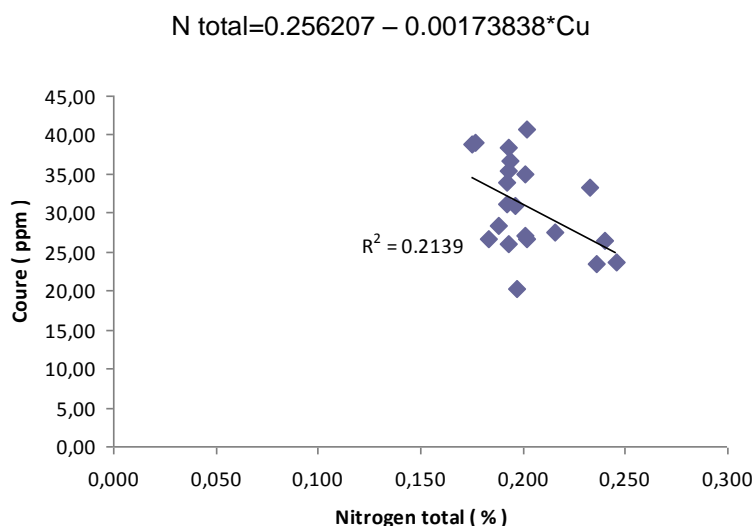


Figura 34. Relació entre nitrogen total i coure en el sòl de l'hivernacle.

En la figura 35 es pot observar la relació existent entre les concentracions de sodi i de potassi assimilable del sòl de l'hivernacle que presenta un p-valor inferior a 0.01 cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 99%. Existeix una relació positiva, ja que quan la concentració de potassi assimilable del sòl s'incrementa, augmenta la concentració en sodi assimilable al sòl, possiblement degut a l'efecte sinèrgic existent en alguns sòls entre aquests cations (Daliparthy *et al.*, 1994). S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió mitjà (0.3166), i la relació es caracteritza per l'equació:

$$Na = 2.28696 + 0.398317 * K$$

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

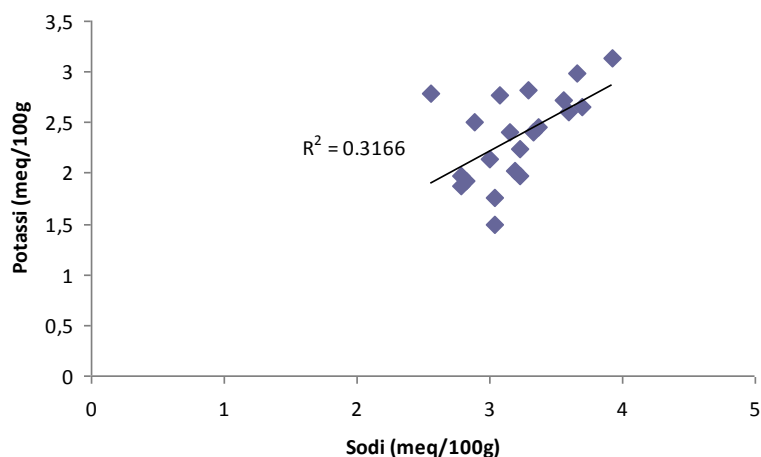


Figura 35. Relació entre sodi assimilable i potassi assimilable en el sòl de l'hivernacle.

En la figura 36 es pot observar la relació existent entre les concentracions de potassi i de zinc assimilable del sòl de l'hivernacle, que presenta un p-valor inferior a 0.01, cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 99%. Existeix una relació positiva ja que quan el contingut en potassi al sòl s'incrementa, augmenta la concentració en zinc assimilable al sòl, manifestant la importància de la concentració en potassi assimilable del sòl per obtenir valors òptims de zinc al sòl. S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió baix (0.1818), però la relació es caracteritza per l'equació:

$$K = 0.176937 + 0.121518 \cdot Zn$$

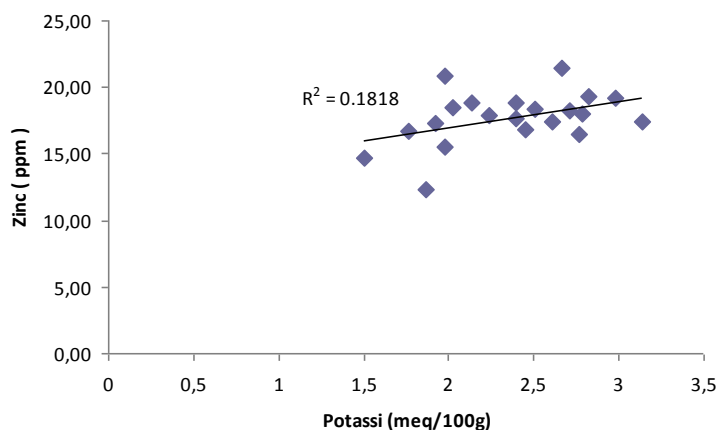


Figura 36. Relació entre potassi i zinc en el sòl de l'hivernacle.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

En la figura 37 es pot observar la relació existent entre el calci i el magnesi que presenta un p-valor inferior a 0.01 cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes dos variables per un nivell de confiança del 99%. De fet que existeix una relació positiva, ja que quan el contingut de calci al sòl s'incrementa, augmenten els nivells de magnesi al sòl. S'observa que la relació presenta un coeficient de regressió alt (0.4558) i la relació es caracteritza per l'equació:

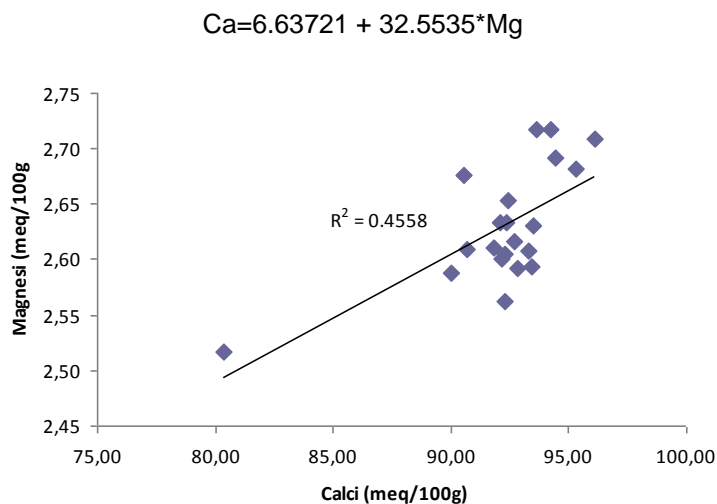


Figura 37. Relació entre calci i magnesi en el sòl de l'hivernacle.

Per últim, s'observa una marcada relació entre els microelements del sòl de l'hivernacle (taula 19). Les relacions existents presenten un p-valor inferior a 0.01 cosa que mostra una relació estadísticament significativa entre aquestes variables per un nivell de confiança del 99%.

Taula 19. Relacions entre el microelements del sòl de l'hivernacle.

Relació	Coeficient de regressió	Equació de regressió
Fe/Cu	0.7064	$Fe=-44.6993 + 2.45981*Cu$
Fe/Zn	0.2748	$Fe=-49.6244 + 4.52399*Zn$
Cu/Zn	0.4720	$Cu=-4.37881 + 1.97631*Zn$

5. CONCLUSIONS

5. CONCLUSIONS

Las principals conclusions del present treball són:

1. La millora i condicionament del sòl de l'hivernacle és possible mitjançant les pràctiques agrícoles, que en un breu període de temps es prepara per obtindre conreus de qualitat.
2. La gran majoria de paràmetres del sòl de l'hivernacle es mantenen estables durant el temps d'estudi, pel que el període de reconversió a l'agricultura ecològica, que comença amb l'aport de matèria orgànica i la biofumigació del sòl i que finalitzarà als tres anys, du una evolució adequada amb valors apropiats dels paràmetres que defineixen les característiques físiques, químiques i biològiques del sòl.
3. Les diferències estadístiques observades en els nivells de nitrogen total del sòl així com en algun catió assimilable del sòl es corresponen amb les diverses pràctiques realitzades en l'hivernacle, com les incorporacions de restes de collites i els aportos d'adobs orgànics via foliar.
4. Existeix una forta relació positiva entre els nivells de matèria orgànica, activitat enzimàtica i nitrogen total en el sòl de l'hivernacle; de manera que un alt contingut en matèria orgànica en el sòl es correspon amb alts nivells d'activitat enzimàtica, que afavoreix la mineralització de la pròpia matèria orgànica i per tant la concentració de nitrogen en el sòl.
5. L'alt contingut en carbonats del sòl de l'hivernacle alenteix la mineralització de la matèria orgànica, que es acumulada al sòl. Tot i que des del punt de vista ecològic interessa tindre valors alts de matèria orgànica mineralitzable que asegure l'energia necessària per la activitat de la biomassa edàfica i així compensar el baix ritme de mineralització, es recomana disminuir les dosis d'adobat orgànic, com pot ser deixar de incorporar les restes de collites al llarg d'una campanya per evitar la dita acumulació.

6. BIBLIOGRAFIA

6. BIBLIOGRAFIA

- ALIA, M.A.** (1993). Effects of cultural practices on reducing field infestation of potato tuber moth (*Phthorimaea operculella*) and greening of tubers in the Sudan. *The Journal of Agricultural Science*, 121: 187-192.
- ALTIERI, M.A.** (1999). Agroecología. Bases científicas de la agricultura sustentable. Ed. Nordan-comunidad. 235 pp.
- AMRAM, S.; MORDECHAI, C.; CZAPSKI, G.** (1981). *J. Biol. Chem.*, 256: 12632-12639.
- AUBERT, C.** (2003). El huerto ecológico. Revista Integral. Editorial Barcelona. 5a edició. 304 pp.
- BELLAPART, C.** (1996). Nueva agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química. Ed. Mundi-Prensa. Barcelona. 300 pp.
- BIOT GIMENO, C.** (1998). La agricultura ecológica, alternativa para la preservación de la huerta valenciana. Conselleria de Agricultura, Pesca i Alimentación. Generalitat Valenciana. 112 pp.
- BUENO, M.** (1999). El huerto familiar ecológico: la gran guía práctica del cultivo natural. Ed. Integral D.L. 415 pp.
- CAMPOS, C.; RAIGÓN, M.D.; DOMÍNGUEZ, A.; CAROT, J.M.** (2000). Estudio comparativo de diversos parámetros en suelos de Agricultura ecológica y convencional. Trabajo final de carrera. Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia. 124 pp.
- CANOVAS, A.F.; HILGERS, M.; JIMÉNEZ, R.; MENDIZÁBAL, M.; SÁNCHEZ, F.** (1993). La planta, el suelo y el abonado en Tratado de agricultura ecológica. Cuadernos monográficos 23. Instituto de Estudios almerienses. Diputación provincial de Almería: 21-24.
- CERISOLA, C.I.** (1989). Lecciones de agricultura biológica. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 113 pp.
- CESCAS, M.P.** (1978). Table interprétative de la mesure du pH des sols du Québec par quatre méthodes différentes. *Naturalise Can.* 105: 259-263.
- CLERC, M.; COLLAND, G.; MATHALER, F.** (1982). La fumere dirigée. Centrale des moyens d'enseignement agricole, Zollikofen.

6. BIBLIOGRAFIA

COIACC Colegio oficial de Ingenieros Agrónomos de centro y canarias. (1996). Manual de prácticas y actuaciones agroambientales. Ediciones Agrícola Española y Mundi-Prensa. Madrid. 310 pp.

COTTENIE, A. (1984). Los análisis de suelos y de plantas como base para formular recomendaciones sobre fertilizantes. Boletín de suelos de la FAO. 38/2.

COYNE, M. (2000). Microbiología del suelo: un enfoque exploratorio. Ed. Paraninfo. Madrid. 416 pp.

CRADDOCK, V.M. (1983). Nitrosamines and human cancer: proof of an association? Nature (London), 96: 366-369.

CROS, S.A. (1983). Manual de suelos, vegetales y aguas de riego. Servicio agronómico.

CHAPMAN, H.D.; PRATT, P.F. (1961). Methods of analysis for soils plants and water. University of California. Division of agricultural sciences. 233-234 pp.

DALIPARTHYA, J.; BARKERA, A.V.; MONDALB, S.S. (1994). Potassium fractions with other nutrients in crops: A review focusing on the tropics. Journal of Plant Nutrition, 17 (11): 1859-1886.

DÁVILA ZURITA, M.M. (1990). Las prácticas agrícolas y el medio ambiente. Hojas divulgadores 9/90 HD, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Secretaria General de Estructuras Agrarias.

DE SILGUY, C. (1999). La agricultura biológica. Técnicas eficaces y no contaminantes. Ediciones Acribia, S.A. Zaragoza. 129 pp.

DEL CASTILLO, J.A.; URIBARRI, A.; SÁDABA, S.; AGUADO, G.; SANZ, J. (2004). Consideraciones sobre el cultivo ecológico en invernadero. ITgA Navarra. Navarra Agraria: septiembre-octubre, 11 pp.

DEL CASTILLO, J.A., URIBARRI, A., SÁDABA, S., AGUADO, G., SANZ, J. (2008). Invernaderos y su control biológico. ITgA Navarra. Navarra Agraria: enero-febrero, 29-31 pp.

6. BIBLIOGRAFIA

DOMÍNGUEZ GENTO, A; RAIGÓN, M.D.; SOLER SANGÜESA, D. (2003). Hacia la citricultura de calidad con la producción ecológica. *Vida Rural*, 15 mayo de 2003: 36-40.

DOMÍNGUEZ VIVANCOS, A. (1997). *Tratado de fertilización*. Madrid. 3era edición. Mundi-Prensa. 613 pp.

FANCELLI, A.L. (2006). *Micronutrientes en la agricultura*. M Vázquez(ed). Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos Aires, Argentina. 207 pp.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (1970). *Physical and chemical methods and water analysis*. Soils bulletin nº 10. Roma. 19 pp.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (1991). *Producción agrícola sostenible: Consecuencias para la conservación agraria internacional*. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. 129 pp.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (1996). *The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. FAO, Roma, Italia.

FUENTES YAGÜE, J.L. (1997). *Manual práctico sobre la utilización del suelo y fertilizantes*. Ediciones Mundi-Prensa. 155 pp.

GARMENDIA SALVADOR; A.; CRUZ HERNÁNDEZ, J.; DIEGO, C.; GUERRERO VALDEPEÑAS, C.; RAIGÓN, M.D. (2002). Efecto de la cubierta vegetal y la dosificación del estiércol sobre la actividad biológica en suelos cítricos ecológicos. *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. I Congreso Iberoamericano de Agroecología*. Septiembre 2002. Gijón (España).

GARRIDO VALERO, M.S. (1993). *Interpretación de análisis de suelos*. Ministerio de agricultura pesca y alimentación. hojas divulgadoras núm. 5/93 HD. 40 pp.

GAUCHER, G. (1971). *El Suelo y sus características agronómicas*. *Tratado Pedología Agrícola*. Editorial Omega. 647 pp.

6. BIBLIOGRAFIA

GIUSTI, A. M.; BIGNETTI, E.; CANNELLA, C. (2008). Exploring new frontiers in total food quality definition and assessment: from chemical to neurochemical properties. *Food & Bioprocess Technology*, 1 (2): 130-142.

GONZÁLEZ VIZCAÍNO, A.; REDONDO CARDADOR, F.; ARREBOLA MOLINA, F.; CASADO VERA, J.; CAMPS GUITERREZ, M.J.; RULL CAMACHO, P.; SÁNCHEZ CÁCERES, R. (2011). Manual de conversión a la producción ecológica. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera: Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación. 184 pp.

GUIGOU, B.; THONNELIER, B.; DUZAN, B.; FÉLIX-FAURE, B. (1989). Pour valoriser les analyses de sol. *Purpan* 134 pp. 3-88.

HAYNES, R.J.; NAIDU, R. (1998). Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 51 (2): 123-137.

HERNÁNDEZ GIL, R. (2002). Nutrición mineral de las plantas. Material didáctico. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de los Andes. Mérida 2002, Venezuela. www.forest.ula.ve/~rubenhg/nutricionmineral.

IFOAM. (2010). The IFOAM standard for organic production and processing Version 2010 – Draft version 0.1. Bonn. 59 pp.

ISART, J. (1996) Biodiversity and land use: the role of organic farming. First ENOF Workshop. Barcelona 3-4 October 1996. CSIC Barcelona.

JENKINSON, D.S.; ANDREW, S.P.S.; LYNCH, J.M.; GOSS, M.J.; TINKER, P.B. (1990). The Turnover of Organic Carbon and Nitrogen in Soil. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, 329: 361-368.

KHASAWNEH, F.E.; SAMPLE, E.C.; KAMPRATH, E.J. (1980). The role of phosphorus in agriculture. American Society of Agronomy, Inc. Crop Science of America, Inc. Soil Science Society of America. 910 pp.

LABRADOR, J. (2000). Conservación del suelo y gestión de la fertilidad. *Vida Rural*. Junio. Nº 110.

LABRADOR, J. (2002). La materia orgánica en los agrosistemas. Aproximación al conocimiento de la dinámica, la gestión y la reutilización de la

6. BIBLIOGRAFIA

materia orgánica en los agrosistemas. Coedición MAPA y Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 293 pp.

LABRADOR, J.; GUIBERTEAU, A. (1991). La agricultura ecológica. Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, nº 11/90. 43 pp.

LABRADOR, J; ALTIERI, M.A. (2001). Agroecología y desarrollo. Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de agrosistemas mediterráneos. Edita Universidad de Extremadura y Mundi-Prensa. Cáceres.; Madrid: 566 pp.

LABRADOR MORENO, J.; GUIBERTAU CABANILLES, A.; LÓPEZ BENÍTEZ, L.; REYES PABLOS, J.L. (1993). La materia orgánica en los sistemas agrícolas. Manejo y utilización. Hojas divulgadoras nº 3/93 HD. Secretaria General de Estructuras Agrárias del MAPA.

LAMPKIN, N. (1998). Agricultura ecológica. Ed. Mundi-prensa. 724 pp.

LEGAZ, F.; SERNA, M.D.; FERRER, P.; CEBOLLA, V.; PRIMO-MILLO, E. (1995). Análisis de hojas, suelo y aguas para el diagnóstico nutricional de plantaciones de cítricos. Procedimiento de toma de muestras. Hojas Divulgativas. Nº /95. HD. Conselleria de Agricultura Pesca y Alimentació. Generalitat Valenciana. 27 pp.

LEMAIRE, F. (1996). The problem of the biostability in organic substrates. Acta Hort., núm 450, p. 63-70.

LINDSAY, W.L., NORVELL, W.A. (1978). Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese, and Copper. Soil Science Society of America Journal, vol. 42 No. 3: 421-428.

LLORCA, F. (1991). Prácticas de edafología. Escuela Superior de Ingenieros agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia. SPUPV-91672.

LOEPPERTA, R.H. (1986). Reactions of iron and carbonates in calcareous soils. Journal of Plant Nutrition, 9 (3-7): 195-214.

MAPA. Ministerio de agricultura pesca y alimentación. (1994). Métodos oficiales de análisis. Tomo III. Ed. Secretaría General de Alimentación.

6. BIBLIOGRAFIA

Dirección general de política alimentaria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 662 pp.

MARTÍNEZ, R. (2000). Avaluació del risc de clorosi fèrrica a l'ambient edàfic de la vinya d'algunes zones de Catalunya. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona (UB): 127 pp.

MARTÍNEZ SULLER, L. (2011). Interpretació dels resultats de l'anàlisi de terra. Publicat per l'Unió de Pagesos de Mallorca: http://www.unio-pagesos.net/dades/docs73_564.pdf

MENDES, M.; COSTA, J. (1996). La contaminación por nitratos. Hortoinformación, 71: 38-40.

MOORE, T. J.; LOEPPERT, R.M. (1987). Significance of potassium chloride pH of calcareous soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 51: 908-912.

NANNIPIERI, P.; GRECO, S.; CECCANTI, B. (1990). Ecological significance of biological activity in soil. En Soil Biochemistry (Bollag, J.M.; Stotzky, G., eds.), Marcel Dekker Inc., New York Basel, Vol. 6: 293-355 pp.

OADES, J.M. (1984). Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. Plant and soil, 76 (1-3): 319-337.

PATRA, B.N.; MOHANTY, S.K. (1994). Effect of nutrients and liming on changes in pH, redox potential, and uptake of iron and manganese by wetland rice in iron-toxic soil. Biology and fertility of soils, 17 (4): 285-288.

PEREZ GARCIA, M.; PUCHADES, R.; MAQUIEIRA, A. (1991). Determination of asimilable phosphorus soils by reserved flow injection analysis. Soil Sci. 151: 349-354.

PLASTER, E.J. (1999). La ciencia del suelo y su manejo. Ed. Paraninfo, 419 pp.

PORTA, J.; LOPEZ-ACEVEDO, M.; RODRIGUEZ, R. (1986). Técnicas y experimentos en edafología. Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Cataluña.

POWLSON, D.S.; PROOKES, P.C.; CHRISTENSEN B.T. (1987). Soil Biology and Biochemistry, Volume 19, Issue 2, 1987, Pages 159-164

6. BIBLIOGRAFIA

QUEMENER, J. (1985). L'interprétation des analyses. Cultivar (dossier analyses), 184: 107-117.

RAIGÓN, M.D. (2007). Alimentos ecológicos, calidad y salud. Ed: Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). 192 pp.

RAIGÓN, M.D.; DOMÍNGUEZ GENTO, A.; CAROT SIERRA, J.M.; VIDAL, E. (2002). Comparación de Parámetros de Calidad en Hortalizas de Hoja Ancha bajo Sistemas de Producción Ecológica y Convencional. Agrícola Vergel, 241: 26-32.

RAIGÓN, M.D.; RODRÍGUEZ-BURRUEZO, A.; PROHENS, J. (2010). Effects of organic and conventional cultivation methods on composition of eggplant fruits. J. Agric. Food Chem., 58(11): 6833-6840.

REEVES, D.W. (1997). The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. Soil & Tillage Research, 43: 131-167.

RIOJA MOLINA, A. (2002). Apuntes de Fitotecnia General, E.U.I.T.A. Ciudad Real.

ROSELLÓ, J. (2002). Agricultura ecológica: la agricultura del siglo XXI. En: Apuntes curso de introducción a la agricultura ecológica. Organizado por la Conselleria de Agricultura Pesca y Alimentación. Generalitat Valenciana.

RUEDA, F.; LOBO, J.M. (1997). La vida en el suelo. Ed. Pentathlon. 128 pp.

SAFÓN, L.; RAIGÓN, M.D.; DOMÍNGUEZ-GENTO, A. (2001). Efecto de la cubierta vegetal, dosificación y fraccionamiento de abonos orgánicos en citricultura ecológica. Trabajo Final de Carrera, EUITA. Universidad Politécnica de Valencia. 121 pp.

SANS, F.X. (2008). L'agricultura ecològica: una eina per al desenvolupament rural sostenible. Revista Notes, 23: 153-159.

SAÑA, J.; MORÉ, J.C.; COHÍ, A. (1996). La gestión de la fertilidad de los suelos. Ed. MAPA. Madrid. 277 pp.

SCHERVISH, M.J. (1996). P Values: What They Are and What They Are Not. The American Statistician. American Statistical Association, 50 (3): 203-206.

6. BIBLIOGRAFIA

SHAINBERG, I.; RHOADES, J.D.; PRATHER, R.J. (1980). Effect of Exchangeable Sodium Percentage, Cation Exchange Capacity, and Soil Solution Concentration on Soil Electrical Conductivity. *Soil Science Society of America Journal*, 44 (3): 469-473.

SIMPSON, K. (1991). *Abonos y estiércoles*. Ediciones Acribia Zaragoza. 276 pp.

SOLTNER, D. (1990). *Les bases de la production végétale (I): le sol*. 18 ed. Coll. Sci. Tech. Agricoles.

TABATABAI, M.; BERMNER, J.M. (1969). Use of p-nitriphenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity. *Soil Biology and Biochemistry*, 1: 301-307.

THORSETH, I.H.; FURNES, H.; HELDAL, M. (1992). The importance of microbiological activity in the alteration of natural basaltic glass. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 56 (2): 845-850.

TIETEMA, A.; WARMERDAM, B.; LENTING, E.; RIEMER, L. (1992). Abiotic factors regulating nitrogen transformations in the organic layer of acid forest soils: moisture and pH. *Plant and Soil*, 147: 69-78.

VERKERKA, R.H.J.; LEATHERA, S.R.; WRIGHTA, D.J. (1998). The potential for manipulating crop-pest-natural enemy interactions for improved insect pest management. *Bulletin of Entomological Research*, 88: 493-501.

VIDAL, E.; RAIGÓN, M.D. (2000). *Comparación de diversos parámetros de calidad en hortazlizas de hoja ancha en agricultura ecológica y convencional*. Universidad Politécnica de Valencia Escuela Técnica Superior del Medio Rural y Enología Proyecto fin de carrera.

VILLALVA, S., FUENTES-PILA, J. (1993). *Agricultura Sostenible*. Hojas divulgadoras 7/93, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Secretaria General de Estructuras Agrarias.

VILLALBI FORCADELL, I.; VIDAL PERICAS, M. (1988). *Análisis de suelos y foliares: Interpretación y fertilización*. Ed. Fundación Caja Pensiones. 202 pp.

WRIGHT, S.; McCREA, D. (2000). *Handbook of organic food processing and production (2nd Edition)*. Blackwell Publishing. 228 pp.

6. BIBLIOGRAFIA

YANEZ, J. (1989). Análisis de suelos y su interpretación. Horticultura, 49: 75-89.

A continuació es mostren els resultats dels paràmetres físics, químics i biològics del sòl per als diferents moments d'anàlisi.

Taula 20. Evolució dels paràmetres estudiats al moment 1 del període d'estudi corresponent al 8 de desembre de 2005.

Paràmetres	Zones					Mitjanes
	1		2		3	
pH (KCl)	7.99	-	7.77	-	7.77	7.84
pH (H ₂ O)	8.02	-	7.94	-	7.90	7.95
C.E. (µS/ cm)	1072.00	-	997.00	-	1043.00	1037.33
Nitrogen total (%)	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
CaCO ₃ (%)	30.80	-	30.40	-	32.00	31.10
Matèria Orgànica (%)	3.80	-	3.78	-	3.74	3.77
Carboni Orgànic (%)	2.20	-	2.19	-	2.17	2.19
A.E. (µg PNF/g i hores incubació)	320.16	-	355.04	-	311.09	328.76
K (meq/100 g)	2.79	-	2.71	-	2.98	2.83
Na (meq/100 g)	2.56	-	3.55	-	3.66	3.26
P (ppm)	134.00	-	114	-	148.00	132.00
Ca (meq/100 g)	80.36	-	92.29	-	92.17	88.27
Mg (meq/100 g)	2.52	-	2.61	-	2.60	2.57
Fe (ppm)	58.30	-	58.96	-	28.74	48.67
Cu (ppm)	38.34	-	36.60	-	35.30	36.76
Zn (ppm)	18.04	-	18.21	-	19.15	18.47

Taula 21. Evolució dels paràmetres estudiats al moment 2 del període d'estudi corresponent al 12 de gener de 2006.

Paràmetres	Zones			Mitjanes	
	1	2	3		
pH (KCl)	7.81	-	7.76	7.89	7.82
pH (H ₂ O)	7.89	-	7.76	8.07	7.91
C.E. (µS/ cm)	1104.00	-	1029.00	1109.00	1080.67
Nitrogen total (%)	0.19	-	0.17	0.19	0.18
CaCO ₃ (%)	34.00	-	31.70	36.00	33.90
Matèria Orgànica (%)	3.71	3.56	3.73	4.04	3.80
Carboni Orgànic (%)	2.15	2.06	2.16	2.34	2.20
A.E. (µg PNF/g i hores incubació)	332.20	-	294.62	369.72	332.18
K (meq/100 g)	2.82	-	2.50	2.77	2.70
Na (meq/100 g)	3.29	-	2.89	3.07	3.09
P (ppm)	107.00	-	107.00	138.00	117.30
Ca (meq/100 g)	93.62	-	94.44	96.08	94.71
Mg (meq/100 g)	2.72	-	2.69	2.71	2.71
Fe (ppm)	23.80	-	55.65	24.49	34.65
Cu (ppm)	33.93	-	38.90	28.50	33.75
Zn (ppm)	19.33	-	18.41	16.43	18.06

Taula 22. Evolució dels paràmetres estudiats al moment 3 del període d'estudi corresponent a l'1 de febrer de 2006.

Paràmetres	Zones			Mitjanes
	1	2	3	
pH (KCl)	7.72	7.68	7.75	7.72
pH (H ₂ O)	8.09	7.80	7.94	7.94
C.E. (µS/ cm)	606.00	1228.00	748	860.67
Nitrogen total (%)	0.20	0.18	0.183	0.19
CaCO ₃ (%)	33.50	30.90	35.30	33.20
Matèria Orgànica (%)	4.07	4.12	3.90	4.03
Carboni Orgànic (%)	2.36	2.39	2.26	2.34
A.E. (µg PNF/g i hores incubació)	304.43	276.70	454.43	345.19
K (meq/100 g)	1.97	2.66	2.03	2.22
Na (meq/100 g)	2.78	3.70	3.18	3.22
P (ppm)	154.00	121.00	169.00	148.00
Ca (meq/100 g)	92.42	95.32	94.25	94.00
Mg (meq/100 g)	2.65	2.68	2.72	2.68
Fe (ppm)	61.38	49.08	21.53	44.00
Cu (ppm)	40.63	39.10	26.60	35.45
Zn (ppm)	20.88	21.46	18.43	20.26

Taula 23. Evolució dels paràmetres estudiats al moment 4 del període d'estudi corresponent al 8 de març de 2006.

Paràmetres	Zones					Mitjanes
	1		2		3	
pH (KCl)	7.67	-	7.57	-	7.62	7.62
pH (H ₂ O)	7.97	-	7.82	-	7.85	7.88
C.E. (µS/ cm)	748.00	-	612.00	-	1069.00	809.67
Nitrogen total (%)	0.20		0.23		0.24	0.22
CaCO ₃ (%)	33.60	-	28.70	-	37.40	33.2
Matèria Orgànica (%)	3.76	3.93	4.17	4.28	4.85	4.27
Carboni Orgànic (%)	2.18	2.28	2.42	2.48	2.81	2.47
A.E. (µg PNF/g i hores incubació)	406.37	-	406.38	-	383.45	398.73
K (meq/100 g)	2.45	-	1.92	-	3.14	2.50
Na (meq/100 g)	3.37	-	2.82	-	3.92	3.37
P (ppm)	97.00	-	134.00	-	161.00	130.70
Ca (meq/100 g)	92.67	-	92.29	-	90.65	91.87
Mg (meq/100 g)	2.62	-	2.56	-	2.61	2.60
Fe (ppm)	14.80	-	46.20	-	34.80	31.93
Cu (ppm)	27.12	-	33.30	-	26.40	28.94
Zn (ppm)	16.85	-	17.32	-	17.42	17.20

Taula 24. Evolució dels paràmetres estudiats al moment 5 del període d'estudi corresponent al 27 d'abril de 2006.

Paràmetres	Zones			Mitjanes
	1	2	3	
pH (KCl)	8.08	7.97	8.07	8.04
pH (H ₂ O)	8.17	7.98	8.15	8.10
C.E. (µS/ cm)	662.00	1204.00	882.00	916.00
Nitrogen total (%)	0.19	0.20	0.24	0.21
CaCO ₃ (%)	32.70	30.50	36.00	33.10
Matèria Orgànica (%)	4.10	4.35	4.63	4.36
Carboni Orgànic (%)	2.38	2.52	2.68	2.53
A.E. (µg PNF/g i hores incubació)	341.33	331.68	401.62	358.21
K (meq/100 g)	2.13	2.24	2.40	2.26
Na (meq/100 g)	3.01	3.22	3.33	3.18
P (ppm)	158.00	140.00	116.00	138.00
Ca (meq/100 g)	90.02	93.30	92.10	91.81
Mg (meq/100 g)	2.59	2.61	2.63	2.61
Fe (ppm)	19.79	25.84	17.78	21.14
Cu (ppm)	31.15	34.9	23.4	29.82
Zn (ppm)	18.87	17.89	18.86	18.54

Taula 25. Evolució dels paràmetres estudiats al moment 6 del període d'estudi corresponent a l'1 de juny de 2006.

Paràmetres	Zones			Mitjanes
	1	2	3	
pH (KCl)	7.94	7.95	7.94	7.94
pH (H ₂ O)	8.00	7.99	8.04	8.01
C.E. (µS/ cm)	875.00	782	1220.00	959.00
Nitrogen total (%)	0.20	0.20	0.25	0.21
CaCO ₃ (%)	36.10	35.40	37.70	36.40
Matèria Orgànica (%)	3.98	4.38	4.71	4.36
Carboni Orgànic (%)	2.31	2.54	2.73	2.53
A.E. (µg PNF/g i hores incubació)	256.23	404.02	387.07	349.10
K (meq/100 g)	1.87	1.76	2.40	2.01
Na (meq/100 g)	2.78	3.04	3.15	2.99
P (ppm)	162.00	140.00	90.00	130.70
Ca (meq/100 g)	92.80	93.43	91.85	92.69
Mg (meq/100 g)	2.59	2.59	2.61	2.60
Fe (ppm)	8.51	30.88	11.49	16.96
Cu (ppm)	20.25	30.90	23.80	24.97
Zn (ppm)	12.29	16.66	17.66	15.54

Taula 26 Evolució dels paràmetres estudiats al moment 7 del període d'estudi corresponent al 5 de setembre de 2006.

Paràmetres	Zones			Mitjanes
	1	2	3	
pH (KCl)	7.99	7.96	7.68	7.88
pH (H ₂ O)	8.03	7.94	7.89	7.95
C.E. (µS/ cm)	852.00	958	1285.00	1031.67
Nitrogen total (%)	0.19	0.20	0.22	0.20
CaCo ₃ (%)	38.90	33.40	34.50	35.60
Matèria Orgànica (%)	3.71	4.19	4.60	4.17
Carboni Orgànic (%)	2.15	2.43	2.67	2.42
A.E. (µg PNF/g i hores incubació)	360.45	407.60	409.89	392.65
K (meq/100 g)	1.97	1.50	2.61	2.03
Na (meq/100 g)	3.22	3.04	3.59	3.28
P (ppm)	166.00	144.00	152.00	154.00
Ca (meq/100 g)	93.49	92.36	90.52	92.12
Mg (meq/100 g)	2.63	2.63	2.68	2.65
Fe (ppm)	8.74	25.04	32.31	22.03
Cu (ppm)	25.97	26.80	27.60	26.77
Zn (ppm)	15.54	14.68	17.43	15.88