

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR DE GANDIA**  
Grau en Ciències Ambientals



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA  
SUPERIOR DE GANDIA

**“Fertilitat del sòls de dos parcel·les i la evolució de la humitat, conductivitat elèctrica i temperatura al llarg de tres mesos en la partida del Tossalet en Benicolet”**

**TREBALL FINAL DE GRAU**

**Autor:**

**Ausias Benavent Prats**

**Tutor:**

**Josep Vicent Llinares Palacios**

**GANDIA, 2018**

## **AGRAIMENTS**

En primer lloc agrair als meus pares per donar-me la possibilitat d'arribar fins ací i conseguir acabar els estudis.

Al meu tutor Josep Vicent per la paciència que ha tingut en tot moment amb mi i la seua ajuda i consells durant el temps que ha durat aquest estudi

A la meua parella Rebeca per la seua ajuda, ànims i suport que m'ha donat; i al meu company Carlos Sansaloni per tota la ajuda i companyia durant el temps que hem estat treballant junts al laboratori.

# Índex

1.	Introducció.....	7
1.1.	La fertilitat del sòl.....	7
1.1.1.	Factors que afecten la fertilitat del sòl.....	9
1.2.	El sòl com a medi de cultiu .....	10
1.2.1.	Els sòls sans són la base per a la producció d'aliments saludables .....	10
1.2.2.	Un sòl sa és un sòl viu .....	10
1.3.	Diferències entre cultius de secà i de regadiu.....	10
2.	Justificació i objectius .....	12
3.	Materials i mètodes.....	13
3.1.	Descripció de la zona d'estudi .....	13
3.1.1.	Localització.....	13
3.1.2.	Climatologia.....	13
3.1.3.	Geologia .....	18
3.1.4.	Hidrogeologia.....	19
3.1.5.	Edafologia.....	20
3.2.	Metodologia de treball .....	21
3.2.1.	Localització de les zones de mostreig .....	21
3.2.2.	Material emprat per al mostreig .....	22
3.2.3.	Metodologia emprada en el laboratori.....	22
3.2.4.	Seguiment amb el WET Sensor Kit .....	31
4.	Resultats i discussió .....	33
4.1.	Anàlisi de les propietats del sòl.....	33
4.1.1.	pH.....	33
4.1.2.	Conductivitat elèctrica .....	34
4.1.3.	Color .....	35
4.1.4.	Textura .....	36
4.1.5.	Carbonats.....	36
4.1.6.	Matèria Orgànica .....	37
4.2.	Extracte de pasta saturada .....	39
5.	Conclusions .....	41
6.	Bibliografia.....	42

## Índex de figures

Figura 1: Cicle de la matèria orgànica en el sòl.....	8
Figura 2: Situació dels nutrients en el sòl.....	8
Figura 3: Variació de temperatura durant el seguiment.....	16
Figura 4: Representació Diagrama de Gaussen.....	17
Figura 5: Mapa geològic de la zona d'estudi.....	18
Figura 6: Llegenda del mapa geològic de la zona d'estudi.....	18
Figura 7: Mapa de localització de les zones de mostreig.....	20
Figura 8: Procediment de mostreig.....	21
Figura 9: Procediment de mostreig.....	21
Figura 10: Preparació de les mostres.....	22
Figura 11: Sals solubles del sòl.....	23
Figura 12: Anàlisi del pH i la CE.....	23
Figura 13: Exemple de Taula Munsell de comparació de colors.....	24
Figura 14: Preparació de les mostres de sòl per determinar la textura.....	24
Figura 15: Preparació de les mostres de sòl per determinar la textura.....	25
Figura 16: Mesura del nivell de $\text{CaCO}_3$ del sòl.....	26
Figura 17: Preparació de les mostres de sòl per a la determinació de MO.....	26
Figura 18: Valoració de la MO amb sulfat ferrós.....	27
Figura 19: Preparació de les mostres per a anàlisi de CIC i Bases.....	28
Figura 20: Preparació de les mostres per a anàlisi de CIC i Bases.....	29
Figura 21: Preparació de la pasta saturada a partir de les mostres de sòl.....	30
Figura 22: Mesura en el camp amb el WET Sensor Kit.....	30
Figura 23: Mesura en el camp amb el WET Sensor Kit.....	31

## Índex de taules

Taula 1. Dades climatològiques de la zona obtingudes de la estació de Llutxent (V104). .....	14
Taula 2. Dades climatològiques de la zona durant els últims 3 anys obtingudes de la estació de Llutxent (V104).....	16
Taula 3. Taula de classificació bioclimàtica i índexs climàtics.....	17
Taula 4. Coordenades de les mostres de sòl.....	21
Taula 5. Resultats mesures pH de les mostres de sòl.....	34
Taula 6. Interpretació dels valors del pH.....	34
Taula 7. Valors de la CE de les mostres de sòl, prova prèvia de salinitat.....	34
Taula 8. Interpretació de la conductivitat elèctrica (prova prèvia). Font: Shaw et al. (1999).....	35
Taula 9. Color del sòl segons la Taula Munsell.....	35
Taula 10. Textura dels sòls analitzats.....	36
Taula 11. Percentatge de contingut en carbonats de les mostres de sòl analitzades.....	36
Taula 12. Percentatge de matèria orgànica en les mostres de sòl analitzades.....	37
Taula 13. Capacitat d'intercanvi catiònic en els sòls analitzats.....	38
Taula 14. Bases de canvi en els sòls analitzats.....	39
Taula 15. Paràmetres analitzats en l'extracte de pasta saturada del sòl.....	39

## Resum

Aquest treball consisteix en un estudi de la fertilitat del sòl de dues parcel·les de tipus de cultiu completament diferent a Benicolet, La Vall d'Albaida. Per tal de realitzar-lo, s'han pres vuit mostres de sòl, quatre de cada parcel·la i a més s'ha realitzat un seguiment al camp de la humitat, conductivitat elèctrica i temperatura del sòl amb una sonda WET. S'han realitzat anàlisis tant físics com químics de les mostres extretes, amb els que s'han determinat paràmetres com pH, conductivitat elèctrica, color, textura, carbonats, matèria orgànica, bases de canvi i capacitat d'intercanvi catiònic. Per a determinar correctament algun paràmetre també ha sigut necessari realitzar l'extracte de pasta saturada. Els resultats obtinguts dels paràmetres analitzats presenten, en la majoria d'ells, valors normals per a sòls agrícoles o per al tipus de sòl del que es disposa, amb la excepció de la matèria orgànica i del magnesi, que resulten més baixos que el habitual a sòls agrícoles. Pel que fa el seguiment amb el sensor WET, s'aprecia que hi ha una diferència sobretot en la humitat i la temperatura entre les dues parcel·les, ja que una és de cultiu de regadiu i l'altra de secà.

## Summary

This work consists of a study of the soil fertility of two completely different cultivation plots in Benicolet, La Vall d'Albaida. In order to carry it out, eight samples of soil have been taken, four of each plots and in addition it has been monitored in the field of humidity, electrical conductivity and soil temperature with a WET probe. Both physical and chemical analyzes of the extracted samples have been carried out, with which parameters such as pH, electrical conductivity, color, texture, carbonates, organic matter, bases of change and cation exchange capacity have been determined. To determine correctly some parameters, it was also necessary to perform the saturated paste extract. The results obtained from the analyzed parameters present, in most of them, the normal values for agricultural soils or for the type of soil available, with the exception of organic matter and magnesium, which are lower than the common in agricultural soils. As for the monitoring with the WET sensor, it is appreciated that there is a difference, above all, in the humidity and temperature between the two plots, since one is from irrigated land cultivation and the other dry land crop.

# 1. Introducció

El sòl és la capa superficial de l'escorça terrestre, habitada per nombrosos organismes i en la que creix la vegetació. És la estructura més important per al desenvolupament de la vida. El sòl serveix de suport a les plantes i conté els elements nutritius necessaris per al seu desenvolupament.

El sòl es forma al descompondre's les roques per canvis bruscs de temperatura i l'acció de la humitat, aire i éssers vius. Aquest procés tarda molts anys, raó per la qual els sòls són considerats recursos naturals no renovables.

El sòl està compost principalment per: matèria orgànica viva i morta, formada per restes de vegetals i animals, per fongs, cucs de terra, insectes i altres animals i per l'humus (part orgànica i fosca del sòl formada per l'alteració total o parcial de matèria orgànica d'origen vegetal i animal); i matèria inorgànica, produint així diferents quantitats de fòsfor, sofre i nitrogen, els quals determinen que un sòl siga fèrtil per a un tipus de cultiu.

Al sòl també s'emmagatzemen l'aigua, la presència de la qual és de imprescindible, ja que manté en solució els nutrients per a que siguin aprofitats per les plantes; i l'aire, que ocupa els porus que estan lliures d'aigua. Segons el seu estat físic, els components del sòl es poden trobar en: fase sòlida, líquida o gasosa.

Dins de les propietats físiques dels sòls es troben la textura, l'estructura, la porositat, la temperatura, la consistència i el color. Les seues propietats químiques es mostren en la transformació de les substàncies formadores del sòl; per exemple, en la presència de nutrients orgànics i inorgànics, l'intercanvi d'ions i l'acidesa del sòl.

Existeixen diverses classificacions dels sòls, que depenen dels criteris utilitzats per a realitzar-les; els petrogràfics, en els que es pren en compte el predomini d'un dels integrants de la fracció mineral d'aquests, d'on resulten sòls silícis, argilencs, calcaris, salins, etc. Els genètics, que prenen en compte el procés que els va donar origen, en els que trobem els autòctons i els al·lòctons. I finalment, els climàtics, on cadascun d'ells correspon a una zona climàtica de la Terra, com per exemple, el sòl de zona intertropical. (www.conceptodefinicion.de, 2018)

## 1.1. La fertilitat del sòl

Sabem que per a créixer les plantes precisen aigua i determinats minerals. Els absorbeixen del sòl per mitjà de les seues arrels. Des d'un punt de vista agrícola, un sòl és fèrtil quan té els nutrients necessaris, és a dir, pot proporcionar quantitats adequades de les substàncies indispensables per al desenvolupament de les plantes, açò es tradueix en major rendiment i qualitat de cultiu.

Les plantes aconseguen de l'aire i de l'aigua alguns elements que necessiten, com el carboni, l'hidrogen i l'oxigen. Altres nutrients essencials estan en el sòl: aquells que els vegetals requereixen en grans quantitats es diuen nutrients principals. Aquests són el nitrogen, el fòsfor, el potassi, el calci i el magnesi. Procedeixen de les roques que van donar origen al sòl i de la matèria orgànica que es troba al sòl descomposta pels microorganismes. Els nutrients han d'estar sempre presents en les quantitats i

proporcions adequades per al correcte desenvolupament de les plantes, ja que cada tipus de planta necessita diferents proporcions dels nutrients per al seu creixement.

Diem que un sòl és fèrtil quan:

- La seua consistència, estructura i profunditat permeten un bon desenvolupament i fixació de les arrels.
- Conté els nutrients que la vegetació necessita.
- És capaç d'absorbir i retindre l'aigua als seus porus, conservant-la disponible perquè les plantes la utilitzen.
- Està suficientment airejat, és a dir, no tots els seus porus estan plens d'aigua.
- No conté substàncies tòxiques.

Els sòls naturalment coberts de vegetació conserven la seua fertilitat. Com a exemple podem considerar el bosc: les arrels dels arbres subjecten la terra, el fullatge de les copes suavitza l'impacte de la pluja i la força del vent, de manera que al estar subjecte i cobert, està molt més protegit contra la erosió. Les fulles seques que cauen, juntament amb els animals morts i els seus excrements, són descompostes pels microorganismes, formant humus. L'humus és un abonament orgànic que enriqueix el sòl, augmenta la porositat superficial, absorbeix l'aigua lentament i la reté. Així, el sòl es pot mantindre humit durant més temps, l'aigua no s'escorre per la seua superfície i no es produeix arrossegament de terra.

L'ombra dels arbres permet el desenvolupament d'altres espècies vegetals que no poden sobreviure a ple sol, com les falgueres, orquídiades, molses i líquens, que necessiten de zones ombries per a créixer. Diversos insectes i ocells l'utilitzen com a refugi i lloc de reproducció, s'alimenten dels seus fruits i ajuden a la multiplicació de les plantes col·laborant en la pol·linització de les flors i en la disseminació de les llavors, afavorint així la expansió del bosc.

També protegeixen el sòl les prades de pastures baixes i espesses: les gotes de pluja i els vents arriben al sòl a través de les fulles que atenuen el seu impacte i la terra es manté entre les seues arrels entrelaçades. El sòl és ric en humus a causa de la constant aportació de matèria orgànica.

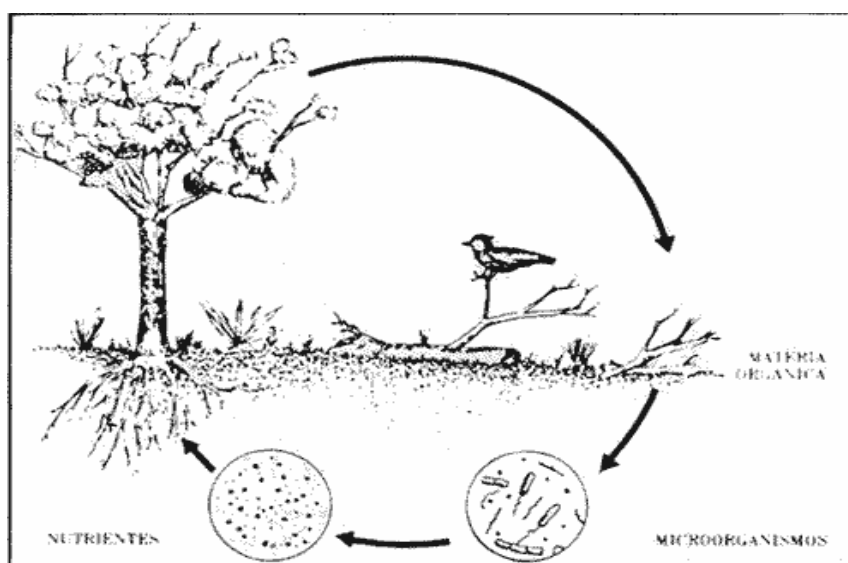


Figura 1: Cicle de la matèria orgànica en el sòl. Font: FAO



Els terrenys cultivats acaben lentament els seus nutrients i estan més exposats a la pèrdua de sòl. El sòl llaurat oposa menys resistència a ser arrossegat per l'aigua i el vent, ja que no té vegetació que el protegisca. L'erosió s'intensifica en terrenys en pendent i no protegits per cortines tallavents i tanques vives, formats per arbres i arbustos.

A més, el producte de la collita s'usa com a aliment o com a matèria primera per a algunes indústries i no torna al sòl per a enriquir-lo. Si no actuem per a reposar la fertilitat perduda, després de diversos anys de cultiu continu s'esgoten els nutrients de la terra. Per açò hem de cuidar el sòl que cultivem, incorporant abonament i matèria orgànica.

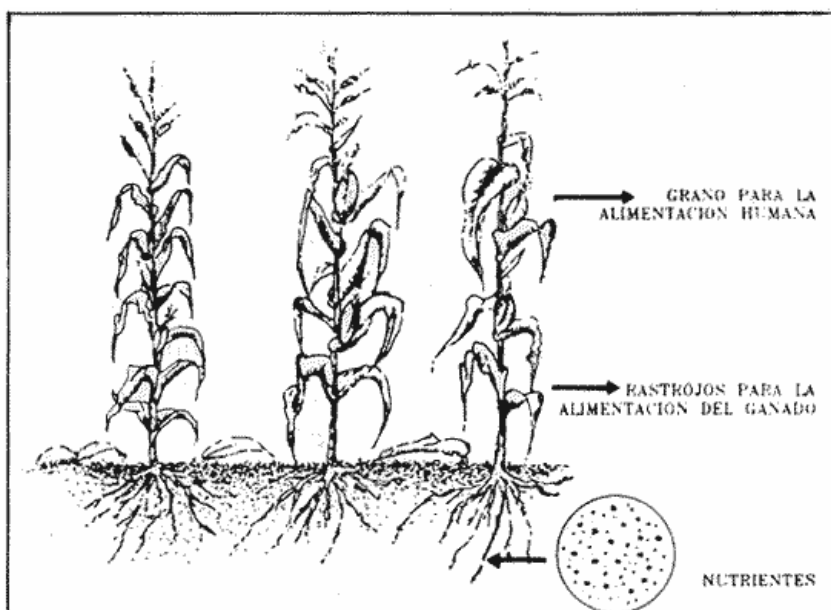


Figura 2: Situació dels nutrients en el sòl. Font: FAO

De manera que, si volem sostenir la nostra productivitat, base del nostre desenvolupament, hem de protegir el sòl. La seua degradació té nombroses causes, però les que esgoten ràpidament la terra són l'erosió, la contaminació, la sobreexplotació de les pastures i la destrucció dels boscos. (FAO, 2018).

### 1.1.1. Factors que afecten la fertilitat del sòl

Hi ha diversos factors que afecten sobre la fertilitat del sòl:

- **Composició mineral:** Al conèixer la composició mineral del sòl, podem predir la seua capacitat de retenir els nutrients que necessiten les plantes. Aquesta composició és determinada per la roca mare, clima, biologia i processos químics.
- Quan es parla dels nutrients minerals del sòl, existeix una gran diferència entre la quantitat total de nutrients en el sòl i la seua disponibilitat per a les plantes. De fet, només una xicoteta fracció dels minerals que componen el sòl estarà disponible per a les plantes.

- L'aplicació de fertilitzants i esmenes al sòl, és una eina clau per a la millora i conservació de la fertilitat del sòl i per tant, un programa de fertilització adequat és un dels factors de major influència en la fertilitat del sòl.
- **El pH del sòl:** És important per a mantenir la fertilitat adequada del sòl, ja que afecta a la disponibilitat dels nutrients del sòl. Un rang de pH entre 5.5-7 és el que es considera òptim per a la majoria de les plantes. (SMART Fertilizer Management, 2018).

## 1.2. El sòl com a medi de cultiu

### 1.2.1. Els sòls sans són la base per a la producció d'aliments saludables

S'estima que el 95% dels nostres aliments es produeixen directa o indirectament en els nostres sòls.

Els sòls sans són el fonament del sistema alimentari. Els nostres sòls són la base de l'agricultura i el mitjà en el qual creixen quasi totes les plantes destinades a la producció d'aliments. Els sòls sans produeixen cultius sans que alimenten a les persones i als animals. De fet, la qualitat dels sòls està directament relacionada amb la qualitat i la quantitat d'aliments.

Els sòls proporcionen els nutrients essencials, l'aigua, l'oxigen i la sustentació per a les arrels que les nostres plantes destinades a la producció d'aliments necessiten per a créixer i florir. A més, compleixen una funció d'amortiment en protegir les delicades arrels de les plantes de les fluctuacions de temperatura.

### 1.2.2. Un sòl sa és un sòl viu

Un sòl sa és un ecosistema viu i dinàmic, ple d'organismes microscòpics i de major grandària que compleixen moltes funcions vitals, entre elles transformar la matèria inerta i en descomposició, així com els minerals, en nutrients per a les plantes (cicle dels elements nutritius); controlar les malalties de les plantes, els insectes i males herbes; millorar l'estructura dels sòls amb efectes positius per a la capacitat de retenció d'aigua i nutrients dels sòls i, finalment, millorar la producció de cultius. (FAO, 2015)

## 1.3. Diferències entre cultius de secà i de regadiu

Existeixen diferents tipus de cultius segons les possibilitats que es tinguen per a regar o no el terreny.. El sistema que en el nostre país s'ha generalitzat més és el sistema de secà, sent aquest el que depèn bàsicament de les precipitacions atmosfèriques i que no es rega d'una altra manera.

D'altra banda estan els cultius de regadiu que a més d'aprofitar l'aigua de les precipitacions atmosfèriques, també es rega el terreny.

Entre els cultius de regadiu, destaquen els que es coneixen com a "cultius d'hivernacle" que tenen el seu propi sistema de regadiu i que a més del relatiu a

l'aigua, també són molt sensibles a les temperatures, motiu pel qual s'han de cultivar a l'interior d'una estructura de plàstic per a mantenir aqueixes temperatures òptimes per al cultiu.

Els cultius d'agricultura de regadiu són molt diferents als de secà. A més, aquest tipus de cultius a causa de la necessitat de les instal·lacions de regadiu requereix de major inversió per a la construcció dels diferents canals, o per a la instal·lació de sèquies. En els cultius més moderns podem trobar sistemes d'aspersió o degoteig, molt diferents als antics sistemes amb safaretjos.

Per tant, a més d'inversió econòmica també porta aparellada un avanç quant a un desenvolupament tècnic més avançat que en el cas dels cultius de secà, on únicament es rega per mitjà de les precipitacions atmosfèriques.

A Espanya, les zones més habituals de cultius de regadiu són les del Valle del Guadalquivir, també a través de tot el litoral i en la zona de la vega de Granada.

Els cultius més habituals en el nostre país i de regadiu són els fruiters, l'arròs, els cultius de cotó així com també la remolatxa i diversos tipus d'hortalisses.

D'altra banda, en la resta de zones on preval l'agricultura, és molt més habitual que s'hagen dedicat al cultiu de secà, a causa de les major dificultat per a obtenir aigua que es té. ([www.culturahidrica.wordpress.com](http://www.culturahidrica.wordpress.com), 2017)

## 2. Justificació i objectius

En el món de la agricultura és necessari conèixer les característiques d'un tipus de sòl, així com les carències i excessos d'alguns elements que puguen afectar al tipus de cultiu que es vulga realitzar. Depenent del tipus de cultiu i de reg utilitzat, un sòl pot sofrir alteracions que afecten de manera negativa al rendiment del nostre cultiu, com per exemple, en cultius de reg per degoteig, l'ús de certs fertilitzants pot provocar salinitat en el sòl.

Per tant, conèixer les característiques físiques i químiques d'un sòl és fonamental per a la correcta evolució d'allò que es vol cultivar en eixe sòl, ja que al conèixer-les es poden tindre en compte els nutrients que necessiten els nostres cultius, a l'igual que si s'ha produït algun tipus de degradació en el sòl, com la salinització per abús de fertilitzants.

L'objectiu principal d'aquest treball és estudiar la fertilitat del sòl en dues parcel·les de diferents tipus de cultiu en la localitat de Benicolet. Es tractarà de determinar les propietats físiques i químiques dels dos sòls. Per a aconseguir-ho s'han pres mostres dels sòls de les dues parcel·les i, a més, s'ha realitzat un seguiment de la humitat, conductivitat elèctrica i temperatura de les dues. Així s'ha pogut comparar la evolució d'un cultiu de secà i un de regadiu al llarg del temps d'estudi.

## **3. Materials i mètodes**

### **3.1. Descripció de la zona d'estudi**

#### **3.1.1. Localització**

La zona d'estudi està situada en el municipi de Benicolet, província de València. Es tracta d'una zona agrícola, on tradicionalment predominava el cultiu de secà però en els últims anys hi ha hagut nombrosos canvis en els cultius, augmentant de manera considerable el cultiu de regadiu, sobretot el de taronger.

El municipi de Benicolet està situat a una altitud de 241 m s.n.m., i té una superfície d'11,3 km<sup>2</sup>. Limita amb les localitats d'Aielo de Rugat, Almiserà, Llutxent, Montitxelvo i Terrateig, totes elles pertanyents a la comarca de La Vall d'Albaida.

El terme municipal se situa entre el Barranc dels Corralis, el Barranc de Xetà i el Riu Pinet. Els dos últims s'uneixen al sud-est del terme formant el Riu Vernissa.

#### **3.1.2. Climatologia**

Per a la obtenció de les dades meteorològiques s'utilitzà per proximitat a la zona d'estudi la estació meteorològica de Llutxent (V104), localitzada en el municipi de Llutxent segons les coordenades UTM X: 728810, UTM Y: 4313267 i una altitud de 200 m s.n.m.

Taula 1. Dades climatològiques de la zona obtingudes de la estació de Llutxent (V104). Font: SIAR 2018

<b>Mes</b>	<b>T. mitj (°C)</b>	<b>T. màx (°C)</b>	<b>T. mín (°C)</b>	<b>Hum. Mitj. (%)</b>	<b>Rad (MJ/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Pp mitj (mm)</b>	<b>ETP</b>
<b>Gener</b>	8,54	20,56	-1,24	71,14	7,05	55,59	37,40
<b>Febrer</b>	9,01	21,77	-0,18	68,63	10,55	39,78	45,25
<b>Març</b>	11,64	26,37	0,96	66,56	14,98	54,45	72,83
<b>Abril</b>	14,26	27,66	4,45	67,40	19,04	51,37	94,45
<b>Maig</b>	17,65	32,16	7,64	65,50	22,74	53,78	127,58
<b>Juny</b>	22,18	35,62	11,69	63,81	25,08	14,52	156,90
<b>Juliol</b>	24,99	38,39	15,51	65,96	24,88	2,67	175,47
<b>Agost</b>	24,57	37,64	15,92	68,75	21,22	15,10	142,28
<b>Setembre</b>	21,28	34,65	12,12	71,90	16,47	57,17	97,65
<b>Octubre</b>	17,50	30,52	7,35	74,19	11,80	53,98	65,50
<b>Novembre</b>	11,97	25,05	2,70	72,67	7,87	74,57	38,47
<b>Desembre</b>	8,92	20,06	-0,14	75,00	5,00	61,52	30,43

Per a mostrar lleugerament el canvi climàtic que s'està produint a la zona s'han utilitzat dades climàtiques de períodes diferents, a part de les corresponents al temps d'estudi.

Per a realitzar la comprovació amb el clima que hi ha hagut habitualment s'utilitzaren dades climàtiques d'un període de 3 anys, des de l'1 de gener del 2015 fins al 31 de desembre de l'any 2017, ja que en els últims anys ha sigut quan s'ha notat un increment de temperatures més elevat, obtenint les dades del Sistema d'Informació Agroclimàtica per al Regadiu (SIAR).

Climàticament, es caracteritza per la combinació de suaus temperatures, a excepció del mes de juliol, on podrien considerar-se un poc més extremes per a la situació en la que ens trobem. La zona d'estudi es troba entre un termotipo Termomediterrani i Mesomediterrani, amb un nivell elevat i constant d'humitat ambiental, augmentant lleugera i constantment des de finals de l'estiu fins al final d'any. La Taula 2 recull les dades climatològiques de la zona d'estudi.

Taula 2. Dades climatològiques de la zona durant els últims 3 anys obtingudes de la estació de Llutxent (V104). Font: SIAR 2018

<b>Mes</b>	<b>T. mitj (°C)</b>	<b>T. màx (°C)</b>	<b>T. mín (°C)</b>	<b>Hum. Mitj. (%)</b>	<b>Rad (MJ/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Pp mitj (mm)</b>	<b>ETP</b>
<b>Gener</b>	9,65	20,88	-0,55	68,81	5,86	74,30	44,91
<b>Febrer</b>	10,44	20,71	0,37	68,06	10,14	23,10	58,11
<b>Març</b>	12,90	29,88	2,84	65,52	16,24	77,93	86,67
<b>Abril</b>	15,01	28,08	5,89	67,71	19,39	22,07	104,45
<b>Maig</b>	19,26	34,25	8,23	61,93	24,56	12,47	152,66
<b>Juny</b>	23,61	38,06	12,73	60,62	27,09	11,70	179,94
<b>Juliol</b>	26,29	41,63	17,16	66,72	25,12	0,87	182,42
<b>Agost</b>	25,19	38,38	16,40	71,20	21,31	27,10	152,88
<b>Setembre</b>	22,00	36,82	13,02	70,70	17,39	22,03	111,46
<b>Octubre</b>	18,61	31,65	10,12	77,98	12,29	15,17	69,73
<b>Novembre</b>	12,95	26,11	2,52	70,95	7,89	54,57	43,14
<b>Desembre</b>	10,33	20,03	2,38	78,98	3,71	115,17	32,05
<b>Mitja</b>	17,19	30,54	7,59	69,10	15,92	<b>456,47</b>	101,54



### 3.1.2.1. Índexs climàtics i bioclimatologia

A partir de les dades obtingudes de la estació meteorològica de Llutxent per al període (2015 al 2017) s'han calculat els índexs climàtics per a la seua respectiva classificació.

Taula 3. Taula de classificació bioclimàtica i índexs climàtics. Font: elaboració pròpia.

Índexs bioclimàtics	Valors			Classificació
Índex pluviomètric de Lang	26,56			Àrid
Índex d'aridesa Martonne	16,79			Semiàrid de tipus mediterrani
Índex de Dantin-Revenga	3,77			Àrid
Índex de mediterraneïtat	Lm <sub>1</sub> : 210,49	Lm <sub>2</sub> : 11,99	Lm <sub>3</sub> : 12,99	Mediterrània
Índex de termicitat	375,18			Termomediterrani superior
Classificació Bioclimàtica Unesco-FAO				Temperat fred-hivern moderat

### 3.1.2.2. Precipitació

Generalment, al llarg de l'any es presenta poca precipitació, durant el període d'estudi la precipitació mitjana anual va ser de 456,47 mm. El mes més sec segons la mitjana anual va ser juliol, amb 0,87 mm, mentre que el mes en el que es va registrar una precipitació més elevada va ser desembre amb una mitjana de 115,17 mm. S'aprecia com des del mes d'abril les precipitacions comencen a descendir, fins a arribar al mínim en juliol i tornar a començar a augmentar després d'aquest, encara que d'una manera irregular fins novembre, fet un poc estrany, ja que a aquesta zona solien hi haure precipitacions torrencials a l'època de la tardor.

### 3.1.2.3. Temperatura

Durant el període de temps estudiat, la temperatura mitjana va ser de 17,9 °C, sent juliol el més mes calorós amb 26,29 °C, i gener el més fred amb 9,65 °C. Les temperatures màximes mitjanes de l'any superen els 30 °C, mentre que la mínima registrada és de -0,55 °C, als mesos de gener.

A la figura 3 podem observar com han anat variant les temperatures a la zona durant el temps que s'ha realitzat el seguiment. Lògicament al fer-se el seguiment aproximant-nos a l'estiu, s'observa amb claredat com tant les temperatures mitjanes com les màximes i mínimes augmenten.

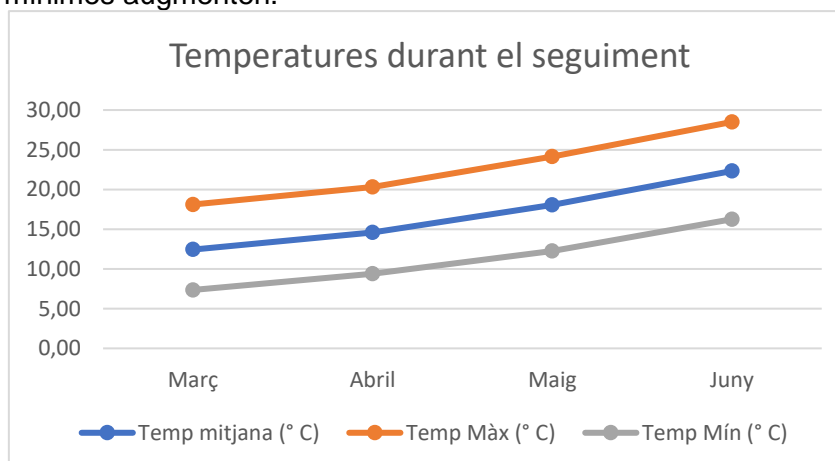


Figura 3: Variació de temperatura durant el seguiment. Font: elaboració pròpia

### 3.1.2.4. Diagrama ombrotèrmic de Gaussen

El diagrama ombrotèrmic de Gaussen ens permet identificar els períodes secs de l'any en els quals les precipitacions són inferiors a les temperatures mitjanes. Per a la seua representació cal posar dos eixos Y a la gràfica, un que indique les temperatures (en °C) i l'altre que indique les precipitacions (en mm). Hi ha que considerar que la escala de precipitacions ha de ser el doble que la de temperatures.

Com es pot observar al diagrama de la Figura 4, trobem un període sec de set mesos, comprés entre abril i octubre, ja que com s'ha dit anteriorment els últims anys s'ha produït una gran alteració del clima de la zona. A la gràfica s'observa que la zona presenta un clima amb sols una període sec. (Almorax, 2018).

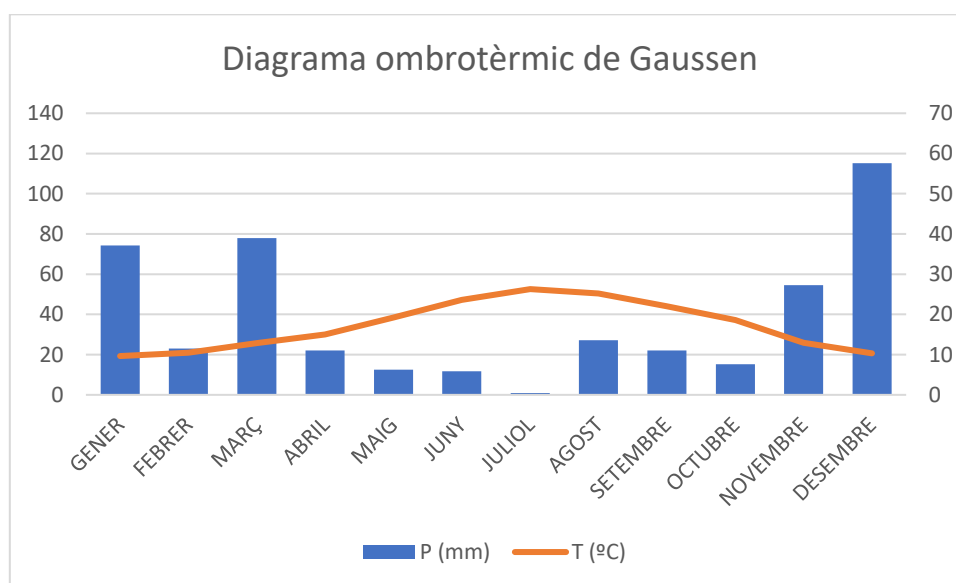


Figura 4: Representació Diagrama de Gaussen. Font: elaboració pròpia

### 3.1.2.5. Radiació i humitat

La major radiació incident es presenta en els mesos de maig, juny juliol i agost, tots ells amb una radiació superior als 20 MJ/m<sup>2</sup>, sent juny i juliol els d'incidència més elevada amb 27,09 MJ/m<sup>2</sup> i 25,12 MJ/m<sup>2</sup> respectivament. Els mesos que presenten una radiació menor són novembre 7,89 MJ/m<sup>2</sup>, desembre 3,71 MJ/m<sup>2</sup> i gener 5,86 MJ/m<sup>2</sup>.

Els índexs d'humitat no són massa elevats, en els últims 15 anys s'observa una humitat mitjana de 69,29% mentre que en la actualitat ha disminuït lleugerament fins a 69,10% dels últims 3 anys. Per l'altra banda, els mesos que presenten humitats més elevades, des d'agost fins a desembre, han sofrit un augment en les seues humitats mitjanes, probablement produïda per l'augment de les temperatures dels últims anys.

### 3.1.3. Geologia

Al Mapa Geològic es pot observar que es tracta d'una ampla zona formada per margues del tipus denominat TAP, que ocupa la major part de la Vall d'Albaida.

Aquesta composició consisteix en una serie monòtona i resistent de margues que es van depositar en un medi marítim transgressiu i fortament subsident.

La base del TAP es representa en la base de la columna de la població de Carrícola. Una levigació de les margues ha donat la següent associació: G / obigerinoides tri / obus, G. quadrilobatus, G. transitorius, G. bisphaericus, G / oboquadrina dehiscens advena, Amphistegina lessoni i Praeorbulina g / omerosa, que data el Burdigaliense terminal-Langhiense Inferior.

Per la correlació d'aquest full amb els fulls adjacents a ell, es considera aquest gran tram inclòs entre la base del Langhiense i el Tortoniense Mitjà. La potència d'aquest TAP en el centre de la conca deu ser d'una profunditat superior als 1000 metres, disminuint a mesura que va aflorant més a prop dels relleus mesozoics. (IGME, 1981).

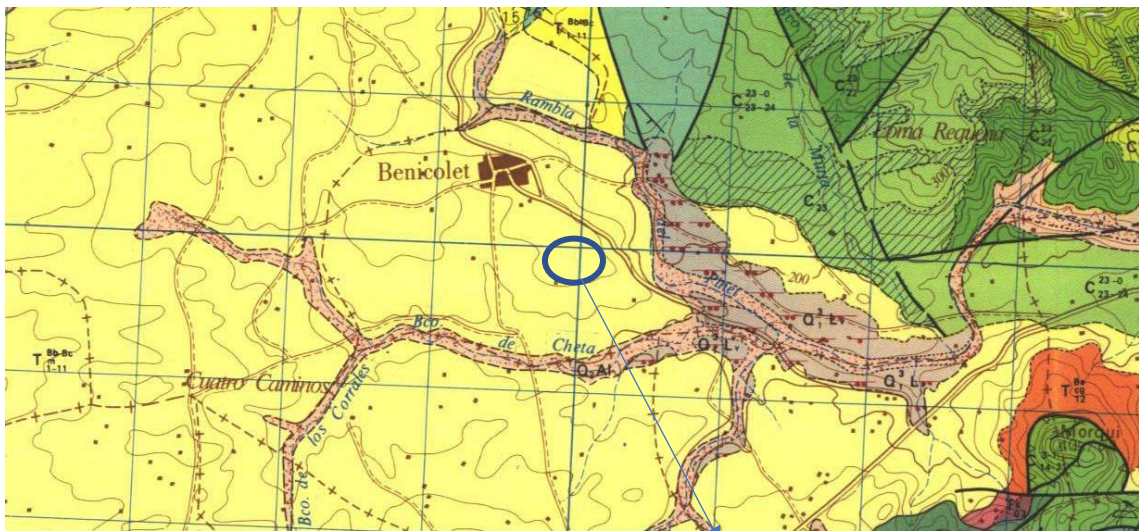


Figura 5: Mapa geològic de la zona d'estudi. Font: IGME

### LLEGENDA

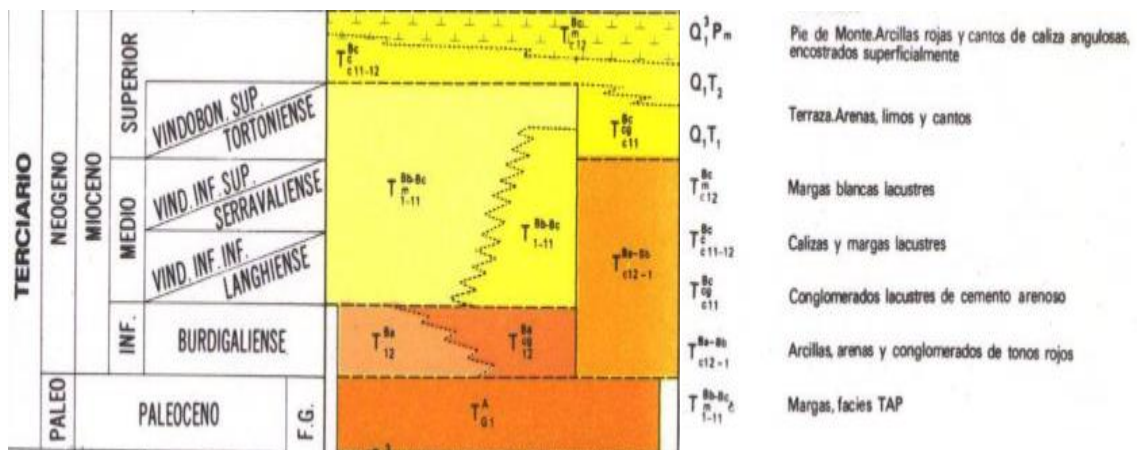


Figura 6: Llegenda del mapa geològic de la zona d'estudi. Font: IGME

### 3.1.4. Hidrogeologia

Tots els materials que afloren en aquest full es poden classificar en conjunts de característiques hidrogeològiques semblants. Es poden distingir els següents:

- Les argiles del Keuper, que són pràcticament impermeables.
- Les calcàries del Malm, amb una litologia i potència relativament adequades en la part superior.
- Les margues del Neocomiense, que afloren sempre en zones d'activitat tectònica intensa, també són pràcticament impermeables.
- El conjunt calcodolomític del Cretàcic, que reuneix excel·lents característiques com per a ser un potencial aqüífer subterrani, amb una potència superior als 1000 metres afectats per una intensa karstificació.
- La fàcies garumnià, amb un tram de margues impermeables a la part inferior i sorres i conglomerats sorrencs a la part superior, bastant permeables encara que poc potents i escassament representats.
- Les margues TAP, molt potents, que ocupen una àrea molt ampla dins del full, a la Vall d'Albaida, són impermeables, encara que en la base hi ha un tram un poc més favorable, de gresos i calcarenites.
- Els dipòsits quaternaris de la zona oriental del full, en contacte directe amb els relleus del Cretaci.

En resum, la unitat més interessant de la zona, des del punt de vista hidrogeològic és la constituïda per les calcàries i dolomies del Cretaci Superior, en especial en certes estructures favorables. (IGME, 1981).

### 3.1.5. Edafologia

El sòl de la zona d'estudi es tracta d'un Regosol calcari. Els regosols són sòls que es desenvolupen sobre materials no consolidats. Tenen un escàs desenvolupament edàfic i, les seues propietats estan molt relacionades amb les propietats del material geològic del que procedeixen. El seu escàs desenvolupament es manifesta per la absència de diferenciació d'horitzons, amb la excepció de l'horitzó A. Aquest fet es degut a processos de erosió i aportació que mantenen un rejuveniment continu del perfil sense que done temps a que els sediments puguin experimentar transformacions edàfiques. També pot deures a les característiques dels materials d'origen. Es produeix a través de la dificultat d'humificació de la matèria orgànica, que es descompon i mineralitza ràpidament sense arribar a la formació de compostos húmics estables, impedit el desenvolupament de estructures favorables i la lixiviació interna dels compostos húmics.

Són sòls ampla i obliquament representats en tota la Comunitat, trobant-se com a unitats pures i també associats a altres unitats. Són tant de utilització agrícola com forestal.

Les subunitats de regosols identificades son: Regosols eutrícs, Regosols calcaris, Regosols gípsics i Regosols úmbrics. Com s'ha dit anteriorment, el sòl de les parcel·les d'estudi es tracta d'un Regosol calcari, que es caracteritza per tindre calcària almenys entre 20 i 50 cm de la superfície. Es tracta d'un dels sòls més abundants de tota la Comunitat Valenciana. Es desenvolupen sobre margues i argiles triàsiques i terciàries, amplament representats en totes les comarques de la

Comunitat. La seua utilització és de cultiu de secà, estant normalment com a terrasses a partir de pendents incipients. (Forteza, Rubio, & Gimeno, 1995)

## 3.2. Metodologia de treball

Per a la realització d'aquest estudi es localitzaren 2 zones (parcel·les) de diferents tipus de cultius, una d'elles de tarongers i l'altra d'oliveres. D'aquesta manera podrem observar les diferències entre el cultiu de regadiu i el de secà.

El mostreig es va realitzar el dia 20 de febrer de 2018. La superfície de les 2 zones d'estudi era aproximadament d'uns 1600 m<sup>2</sup> la parcel·la de tarongers i 1700 m<sup>2</sup> la d'oliveres. Per a recollir mostres representatives s'han realitzat 4 mostreigs compostos en cada parcel·la, extraent 4 xicotetes mostres d'un punt, d'uns 20 cm de profunditat i combinant-les entre elles per obtenir cada mostra, així fins a aconseguir 4 mostres de cada parcel·la.

### 3.2.1. Localització de les zones de mostreig



Figura 7: Mapa de localització de les zones de mostreig. Font: elaboració pròpia

Taula 4. Coordenades de les mostres de sòl. Font: elaboració pròpia.

MOSTRES DE TERRA		
	LATITUD	LONGITUD
T-1	38° 54' 50,1372" N	0° 20' 29,0322" O
T-2	38° 54' 50,004" N	0° 20' 29,724" O
T-3	38° 54' 50.2992" N	0° 20' 30.5736" O
T-4	38° 54' 50.0178" N	0° 20' 31.2102" O
O-1	38° 54' 47.16" N	0° 20' 20.7708" O
O-2	38° 54' 47.2176" N	0° 20' 22.0056" O
O-3	38° 54' 47.646" N	0° 20' 23.1138" O
O-4	38° 54' 48.0018" N	0° 20' 24.6732" O

### 3.2.2. Material emprat per al mostreig

Els materials utilitzats van ser: un GPS portàtil (amb el que es determinaren les coordenades i la altitud de cada punt de mostreig), càmera fotogràfica, bosses de plàstic, retolador permanent, aixada, paletí, cilindres metàl·lics per a la obtenció de mostres inalterades, maça de goma, cinta mètrica i cabàs de goma.



Figures 8 i 9: Procediment de mostreig. Font: elaboració pròpia

### 3.2.3. Metodologia emprada en el laboratori

Les mostres es recolliren i traslladaren al laboratori de sòls de la Escola Politècnica Superior de Gandia (UPV), on es realitzaren els anàlisis dels diferents paràmetres del sòl. En aquest apartat es descriuen breument els mètodes analítics utilitzats per a la realització dels diferents anàlisis del sòl. Seguidament, s'explica la metodologia utilitzada en els diferents anàlisis. Els anàlisis realitzats a les mostres de sòl es van fer basant-se en els mètodes detallats en el llibre "Prácticas de diagnóstico y fertilidad de suelo" i en el manual "Mètodes d'anàlisis ràpids de sòls".

Després de recollir les mostres, s'estenen aquestes sobre paper de filtre, en safates de plàstic durant dos dies, fins que les mostres hagen perdut la humitat uniformement. Amb un corró es trituren les mostres per a trencar els agregats i es passen per un tamís de 2 mm de llum. Així els anàlisis es realitzen en la terra fina (diàmetre < 2 mm).



Figura 10: Preparació de les mostres. Font: elaboració pròpia

### 3.2.3.1. *pH*

La mesura del pH es realitza normalment per un mètode potenciomètric. Aquest mètode es basa en el fet de que s'estableix una diferència de potencial entre dues dissolucions amb diferent concentració de protons. En la pràctica, la mesura del pH és relativa, ja que no es determina directament la concentració d' $H^+$ , sinó que es compara el pH de la mostra que es vol conèixer amb el d'una dissolució patró del que ja es coneix el seu pH. (www.ehu.eus, 2018).

El pH pot variar des de 0 a 14 i d'acord amb aquesta escala els sòls es poden classificar en aquests 3 grups:

- Sòls àcids .....pH inferior a 6,5
- Sòls neutres.....pH entre 6,6 i 7,5
- Sòls bàsics.....pH superior a 7,5

Es pesen 10 g de cada mostra de sòl i s'afigen 25 mL d'aigua destil·lada. S'agita durant 10 minuts amb agitador magnètic i es realitza el calibratge del pH-metre. Es remou la suspensió immediatament abans d'introduir l'elèctrode del pH-metre, però no durant la mesura.

### 3.2.3.2. *Conductivitat elèctrica (prova prèvia de salinitat)*

L'objectiu de la prova prèvia de salinitat és detectar si pot haver problemes en els cultius deguts a un excés de sals solubles en el sòl, diagnosticant així si existeix o no risc de danys per salinitat. Es recorre a la mesura de la conductivitat elèctrica (CE) d'un extracte de sòl. Si els resultats de les mesures són superiors a 0,2 dS/m es procedeix a la realització de l'extracte de pasta saturada.

Les sals solubles són aquelles que estan compostes per els següents ions:

## Cations

 Calci Magnesi Sodi Potassi

## Anions

 Clorurs Sulfats Bicarbonats Carbonats

Figura 11: Sals solubles del sòl. Font: elaboració pròpia

Es pesen 10 g de cada mostra de sòl i s'afegien 50 mL d'aigua destil·lada. S'agita durant 30 minuts amb agitador magnètic i es realitza el calibratge del conductímetre. Es remou la suspensió immediatament abans d'introduir l'elèctrode del conductímetre, però no durant la mesura.



Figura 12: Anàlisi del pH i la CE. Font: elaboració pròpia

### 3.2.3.3. *Color*

El color d'un sòl es determina visualment, per comparació amb una tabla de colors, sent la tabla de Munsell la més utilitzada. El color del sòl s'ha de determinar baix dues condicions: sec i humit després d'humectar-lo fins la saturació. La escala de Munsell presenta series de colors que s'expressen en funció dels que són els seus tres elements bàsics: la tonalitat, la lluentor i la saturació. (www.fertiliab.com, 2018)



La tonalitat està determinada per la longitud d'ona dominant de la llum visible reflectida, la lluentor és una mesura de la intensitat del color per unitat de superfície i la saturació és la puresa relativa del color dominant. (Agricultura, 1971)

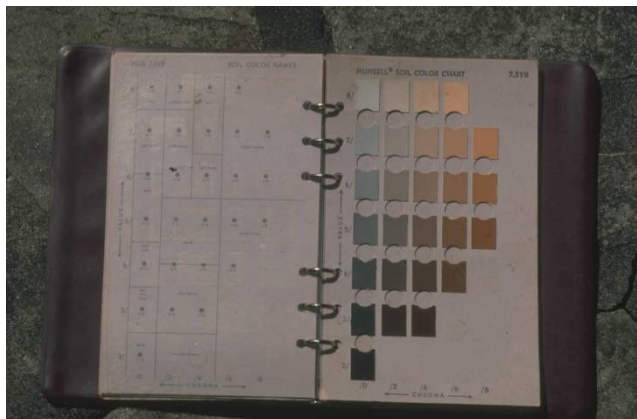


Figura 13: Exemple de Taula Munsell de comparació de colors

#### 3.2.3.4. *Textura*

Es pesen 40 g de sòl de cada mostra en una flamera d'alumini, s'afegen 120 mL de Calgon i es deixa mullar remonent durant 10 minuts. Es posa la mescla en una batidora, (netejan les flameres amb aigua destil·lada per recollir les restes) s'afegen 4 o 5 gotes d'alcohol isoamílic i es tritura durant 5 minuts. Per últim es passa el contingut a una proveta d'1 L, recollint les restes amb aigua destil·lada i enrasant fins la senyal de 1000 mL.



Figura 14: Preparació de les mostres de sòl per determinar la textura. Font: elaboració pròpia

Aquest procediment s'aplica per a totes les mostres de sòl. S'agiten amb la barra mescladora durant uns 60 segons aproximadament i seguidament, es realitza la mesura de la densitat amb el densímetre Bouyoucos. Les mesures es realitzaran cada 30 segons, 60 segons, 3, 10, 30, 90 minuts, i una última mesura passades 8 hores. Per finalitzar, es fa us del diagrama triangular per a la determinació de textura Classificació U.S.D.A.



Figura 15: Preparació de les mostres de sòl per determinar la textura. Font: elaboració pròpia

### 3.2.3.5. Carbonats

Els carbonats generalment deriven directament del material original i ocasionalment es formen per la alteració dels minerals presents en la roca mare. En altres casos, els carbonats procedeixen de fonts externes, com per exemple, transportats per vent o aigua.

Els carbonats del sòl estan sotmesos a processos de mobilització des dels horitzons superficials. Des d'un punt de vista genètic és de gran interès distingir un possible origen edàfic de les acumulacions de carbonats d'origen geològic procedents de la roca mare. (edafologia.ugr.es, 2018).

Es pesaren 0,5 g de terra fina de cada mostra, realitzant un duplicat de les mostres i introduint-les en matrassos de Erlenmeyer, en aquest s'introdueix un tub de vidre amb uns 5 mL d'àcid clorhídric. S'inclina el Matràs agitant per a que reaccione l'àcid amb la mostra de sòl, havent mesurat el nivell inicial de la columna manomètrica i es mesura la diferència. Per a aquesta mesura s'utilitzà el Calcímetre de Bernard. Així conseguirem saber el  $\text{CaCO}_3$  que conté el sòl.



Figura 16: Mesura del nivell de  $\text{CaCO}_3$  del sòl. Font: elaboració pròpia

### 3.2.3.6. *Matèria orgànica*

El que es coneix com a matèria orgànica del sòl bàsicament es tracta de restes d'éssers vius i vegetals en procés de descomposició, per la acció de la temperatura, l'aigua i la intervenció d'altres éssers vius. Tots aquests materials sofreixen un procés de descomposició per formar minerals funcionals per a les plantes, ja que una volta descompostos, aquestes tenen la capacitat d'absorbir-los. (www.agriculters.com, 2014).

Per a la determinació de la matèria orgànica s'utilitza el mètode de Walkey-Black, on el carboni orgànic del sòl es determina per un procés d'oxidació en un medi àcid.



Figura 17: Preparació de les mostres de sòl per a la determinació de MO. Font: elaboració pròpia

Es pesa 1 g de terra fina de cada mostra i es posa en un Matràs de Erlenmeyer de 250 mL, s'afigen 5 mL de dicromat potàssic 1 N, s'agita i s'afigen 5 mL d'àcid sulfúric concentrat. Es remou el matràs durant uns 30 segons per a mesclar els components i es deixa reposar per que es refrede uns 15-20 minuts. Afegir 50 mL d'aigua destil·lada, 4 o 5 gotes d'indicador de fenantrolina i es valora amb sulfat ferrós fins que el color canvie de color verd obscur a un roig vi.

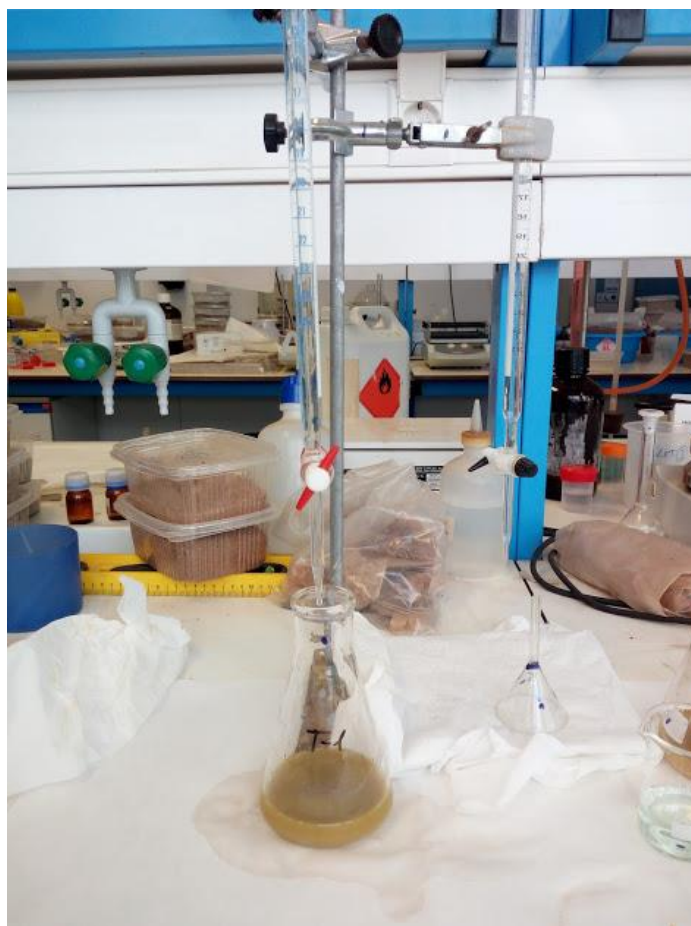


Figura 18: Valoració de la MO amb sulfat ferrós. Font: elaboració pròpia

### 3.2.3.7. *Capacitat d'intercanvi catiònic*

La capacitat d'intercanvi catiònic d'un sòl és el paràmetre que determina la capacitat màxima d'un sòl de retindre els cations metàl·lics intercanviables que es troben adsorbits a les partícules orgàniques i inorgàniques del sòl.

El concepte de canvi catiònic en un sòl és un indicador de la seua fertilitat, encara que un valor alt d'aquest valor no assegura la presència de una alta concentració de nutrients. (Soriano Soto, Sancho Civera, Verdú Belmonte, Giner Gonzálbez, & Pons Martí, 2004).

El fonament del mètode consisteix en el desplaçament dels cations del complex de canvi, mitjançant una solució d'una sal amb pH regulat, eliminació de l'excés de sal per llavat amb un dissolvent exempt d'electròlits i desplaçament del catió saturant

amb una altra sal, també amb pH regulat, i valoració de la concentració del catió desplaçat.

El procediment consta de dues parts, cada una s'haurà de repetir tres vegades:

#### Primera part

- I. Pesar 4 g de sòl de cada mostra.
- II. Col·locar el sòl al tub de centrífuga i afegir 33 mL de la solució tamponada de sodi.
- III. Agitar durant 5 minuts a l'agitador mecànic.
- IV. Centrifugar durant 5 minuts. (Abans de la primera vegada, pesar els tubs per a enfrontar-los en la centrífuga cara a cara per pesos similars).
- V. Decantar el líquid sobrenedant.



Figura 19: Preparació de les mostres per a anàlisis de CIC i Bases. Font: elaboració pròpia

#### Segona part:

- VI. Després dels tres llavats anteriors, afegir 33 mL de nitrat magnèsic a les mostres de sòl.
- VII. Agitar 5 minuts a l'agitador mecànic.
- VIII. Centrifugar durant 5 minuts.
- IX. Recollir el líquid sobrenedant en matrassos aforats de 100 mL.
- X. Enrasar amb nitrat magnèsic.



Figura 20: Preparació de les mostres per a anàlisis de CIC i Bases. Font: elaboració pròpia

### 3.2.3.8. *Determinació de les bases de canvi*

La determinació de les bases de canvi es realitza de forma similar a l'obtenció de la capacitat d'intercanvi catiònic, utilitzant en est case acetat amònic 1N a pH 7 per al seu desplaçament.

El mètode es basa en el desplaçament de les bases de canvi amb una solució d'acetat amònic a pH 7, i a continuació es realitza la valoració dels cations desplaçats per mètodes físics o químics. (Soriano Soto, Sancho Civera, Verdú Belmonte, Giner Gonzálbez, & Pons Martí, 2004).

Com ja s'ha dit, el procediment és similar a l'anterior, amb la diferència que sols consta d'una part, en la que s'haurà de recollir el líquid sobrenedant:

- I. Pesar 4 g de sòl de cada mostra.
- II. Col·locar el sòl al tub de centrifuga i afegir 33 mL d'acetat d'amoni ( $\text{AcNH}_4$ ) 1N.
- III. Agitar 5 minuts en l'agitador mecànic.
- IV. Centrifugar durant 5 minuts. (Abans de la primera vegada, pesar els tubs per a enfrontar-los en la centrifuga cara a cara per pesos similars).
- V. Recollir el líquid sobrenedant en matrassos aforats de 100 mL.
- VI. Enrasar amb  $\text{AcNH}_4$ .

La saturació de bases es dona en percentatge. Es referix al percentatge de cations principals respecte al valor de la CIC total:

$$V \% = \frac{(Ca + Mg + Na + K)}{CIC\ total} \times 100$$

### 3.2.3.9. *Extracte de pasta saturada*

En el extracte de pasta saturada es determinen els paràmetres de pH, conductivitat elèctrica, Clorurs i els ions Mg, Na, K i Ca.

Es pesen 300 g de sòl en un got de precipitat i es va afegint aigua, uns 150 mL aproximadament, fins que es coneguisca una pasta líquida, que serà quan arribe al nivell de saturació. Es deixa reposar la mostra durant 24 hores, tapant la boca del got amb parafilm per a evitar que s'endurisca la pasta. Es transfereix la pasta del got per l'embut Büchner, filtrant utilitzant la bomba de buit i el matràs Kitasato, amb un filtre de velocitat mitjana. El líquid filtrat s'emmagatzema en pots per a mostres de 50 mL.

Per últim es determinen els ions en l'Espectrofotòmetre de Flama i d'Absorció Atòmica.

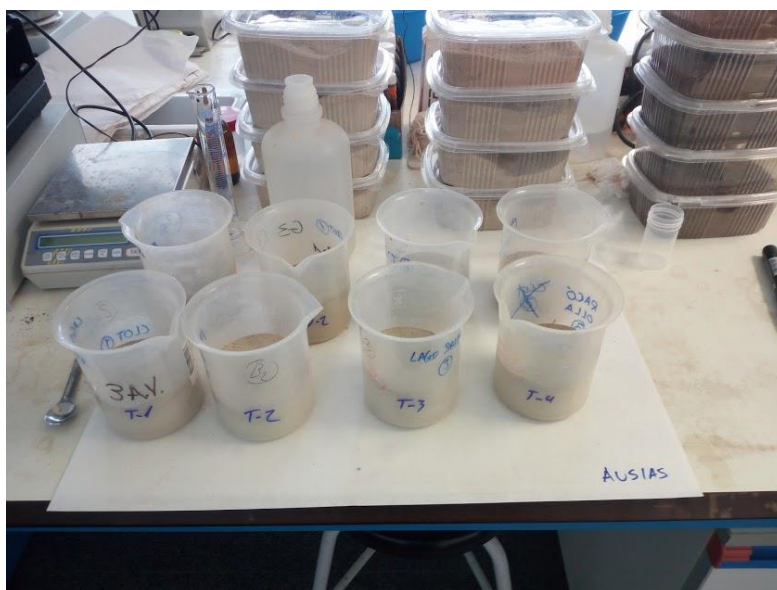


Figura 21: Preparació de la pasta saturada a partir de les mostres de sòl. Font: elaboració pròpia

### 3.2.4. Seguiment amb el WET Sensor Kit

**Mesurador d'humitat HH2:** Els sensors WET mesuren directament les permissivitats del sòl, la conductivitat elèctrica i la temperatura. A partir d'aquests, i amb l'ús de taules i equacions de calibratge del sòl específiques, el HH2 calcula la humitat volumètrica del sòl i la conductivitat de l'aigua intersticial o ECp.



Figura 22: Mesura en el camp amb el WET Sensor Kit. Font: elaboració pròpia

El sensor WET s'utilitza en la investigació de precisió de la horticultura i la ciència del sòl.

L'HH2 inclou els paràmetres del sòl del sensor WET per a orgànic, mineral, argila, i arena. En aquest cas utilitzarem el paràmetre per a sòl mineral.

**Sensor WET tipus WET-2:** És un sensor multiparamètric per a ús en sòls que mesura les propietats dielèctriques de l'aigua i calcula el contingut en aigua, conductivitat elèctrica i temperatura. (Manuals HH2 i WET-2).

En aquest cas, van a realitzar-se mesures en les dues parcel·les de l'estudi, prenent mesures de 16 punts georeferenciats de cada una de elles dels que s'extrauran la humitat, conductivitat elèctrica i temperatura. Les mesures s'han realitzat cada 15 dies aproximadament durant un període de 3 mesos, registrant un total de 7 dies.



Figura 23: Mesura en el camp amb el WET Sensor Kit. Font: elaboració pròpia



## 4. Resultats i discussió

Amb aquest treball es pretén estudiar les propietats físiques i químiques del sòl, així com la seua fertilitat durant un període comprès entre el dia 1 de març i el 25 de juny de 2018 a dues parcel·les de diferents tipus de cultius en Benicolet, província de València, Espanya. La superfície de l'estudi és aproximadament de 4 fanecades de les quals 1,9 corresponen a un cultiu de regadiu i 2,1 a un cultiu de secà. La recollida de les mostres al camp es va realitzar el dia 20 de febrer de 2018, com ja s'ha comentat anteriorment.

Com s'ha anomenat anteriorment, sabem que l'ús de determinats fertilitzants de manera excessiva pot donar lloc a problemes de salinització del sòl, ja que com actualment el nivell de precipitacions és molt inferior al de fa uns 20 o 30 anys aproximadament i, aquestes precipitacions eren les que s'encarregaven de realitzar la neteja dels sòls, a més del tipus d'agricultura que hi ha en la actualitat, és més probable que sorgisquen aquests problemes. Realitzant aquest estudi també es pretén descobrir si el sòl de les dues parcel·les que s'han estudiat sofriren algun problema o alguna degradació per la salinització d'aquest.

En el cas de que sorgira aquest problema, deuria ser principalment a la parcel·la de tarongers, ja que és un cultiu de regadiu, en el que hi ha instal·lat un sistema de reg per degoteig i per a cultivar aquests cítrics tradicionalment s'han utilitzat fertilitzants compostos per sals inorgàniques. A diferència de l'altra parcel·la, que es tracta d'un cultiu de secà, en el que es rega poques vegades a l'any (depenent de les precipitacions) i s'utilitzen molts menys fertilitzants, per el qual no preocupa gran cosa aquest problema, la parcel·la de regadiu pot presentar problemes de salinització sobretot en els punts on cauen les gotes al regar, ja que aquests tipus de cultius se solen abonar mitjançant el reg.

Si a l'acabar l'estudi, s'observaren problemes de salinització a alguna de les dues parcel·les la millor forma en que es podria intentar solucionar seria fer un reg per inundació de la parcel·la afectada, ja que d'aquesta manera es realitza un llavat del sòl, arastrant les sals que es troben en aquest. Per a previndre que torne a sorgir aquest problema es podria programar, per exemple, un reg per inundació anual a l'acabar la temporada de cultiu per netejar el sòl.

Es realitza també un seguiment en les dues parcel·les de la humitat, conductivitat elèctrica i temperatura del sòl, prenent mesures cada 2 setmanes amb el WET Sensor Kit. Per a realitzar aquest seguiment es prendran mesures en 16 punts de cada parcel·la, de manera que quede estudiada la superfície total de les dues zones. S'anotaran les coordenades geogràfiques dels punts de mostreig per a poder representar els resultats.

En el següent apartat es detallen els paràmetres estudiats, així com els resultats obtinguts per a les diferents mostres.

### 4.1. Anàlisi de les propietats del sòl

#### 4.1.1. pH

Els valors de pH obtinguts en les huit mostres de sòl analitzades presenten uns valors similars, tots ells amb un nivell entre moderadament bàsic i lleugerament alcalí.

Aquest fet és degut a la elevada quantitat de carbonat càlcic que presenta el tipus de sòl analitzat.

Taula 5. Resultats mesures pH de les mostres de sòl.

MOSTRA	T-1	T-2	T-3	T-4	O-1	O-2	O-3	O-4
pH	8,25	8,4	8	8,14	8,57	8,62	8,32	8,27

Els sòls tenen tendència a acidificar-se, primer descalcificant-se, ja que el calci és absorbit per les plantes que creixen en ell o és desplaçat per altres cations, emigrant a capes més profundes amb l'aigua de pluja o de reg i sent substituït per ions H<sup>+</sup>. Per tant podem considerar que aquest sòl no es troba degradat, ja que continua tenint un pH moderadament bàsic i pareix ser que no ha sofrit acidificació. (www.tecnicoagricola.es, 2013).

Taula 6. Interpretació dels valors del pH.

VALOR DEL PH	QUALIFICATIU
pH < 4,5	Extremadament àcid
4,5 < pH < 5,0	Molt fortament àcid
5,0 < pH < 5,5	Fortament àcid
5,5 < pH < 6,0	Mitjanament àcid
6,0 < pH < 6,6	Lleugerament àcid
6,6 < pH < 7,3	Neutre
7,3 < pH < 7,8	Mitjanament bàsic
7,8 < pH < 8,5	Moderadament bàsic
8,5 < pH < 9,0	Lleugerament alcalí
9,0 < pH < 10,0	Alcalí
10,0 < pH	Fortament alcalí

#### 4.1.2. Conductivitat elèctrica

La capacitat de l'aigua per a conduir la electricitat augmenta amb la concentració de sals. D'aquesta manera, mesurant la conductivitat elèctrica es pot estimar la salinitat de forma ràpida i fiable. La conductivitat elèctrica es mesura generalment en unitats de dS/m.

Taula 7. Valors de la CE de les mostres de sòl, prova prèvia de salinitat.

MOSTRA	T-1	T-2	T-3	T-4	O-1	O-2	O-3	O-4
CE (dS/m)	0,1076	0,0868	0,215	0,1535	0,0785	0,0705	0,1151	0,1253

Un sòl és salí quan té un excés de sals solubles, els ions de les quals en la solució del sòl impedeixen o dificulten el desenvolupament natural de les plantes.

La quantitat de sals solubles del sòl es determina indirectament al laboratori, mesurant la conductivitat elèctrica del sòl saturat amb aigua.

En la Taula 7 s'observa que el valor de conductivitat elèctrica en la mostra T-3 és superior a 0,2 dS/m, el que indica que s'ha de realitzar l'extracte de pasta saturada. Tot i així, tenint en compte el percentatge d'argila es podria dir que el nivell de conductivitat d'aquests sòls és mitjà, pel que seria recomanable el cultiu de plantes moderadament tolerants.

Taula 8. Interpretació de la conductivitat elèctrica (prova prèvia). Font: Shaw et al. (1999).

AVALUACIÓ	Conductivitat elèctrica (1:5) dS m <sup>-1</sup> a 25 °C				CULTIUS POSSIBLES
	10 - 20% a	20 - 40% a	40 - 60% a	60 - 80% a	
<b>Molt baix</b>	< 0,07	< 0,09	< 0,12	< 0,15	Sensibles (hortícoles)
<b>Baix</b>	0,07 - 0,15	0,09 - 0,19	0,12 - 0,24	0,15 - 0,30	Moderadament sensibles
<b>Mitjà</b>	0,15 - 0,34	0,19 - 0,45	0,24 - 0,56	0,30 - 0,70	Moderadament tolerants
<b>Alt</b>	0,34 - 0,63	0,45 - 0,76	0,56 - 0,96	0,70 - 1,18	Tolerants
<b>Molt alt</b>	0,63 - 0,93	0,76 - 1,21	0,96 - 1,53	1,18 - 1,87	Molt tolerants
<b>Extrem</b>	> 0,93	> 1,21	> 1,53	> 1,87	Generalment massa salí

#### 4.1.3. Color

El color és una característica del sòl que comunament s'oblida, no obstant açò és una de les més òbvies i utilitzades per a descriure el sòl.

La notació per a designar la tonalitat consisteix en utilitzar lletres que indiquen el color de la longitud d'ona dominant (R per al roig, RY roig-groc i Y per al groc) precedides per els números del 0 al 10: 0; 2,5; 5; 7,5; 10. (Agricultura, 1971).

Taula 9. Color del sòl segons la Taula Munsell.

	Sòl Sec	Denominació	Sòl Humit	Denominació
<b>T-1</b>	2,5Y 7/2	Groc pàl·lid	2,5Y 6/3	Marró clar groguenc
<b>T-2</b>	2,5Y 7/2	Groc pàl·lid	2,5Y 6/3	Marró clar groguenc
<b>T-3</b>	2,5Y 7/2	Groc pàl·lid	2,5Y 6/3	Marró clar groguenc
<b>T-4</b>	2,5Y 7/2	Groc pàl·lid	2,5Y 6/3	Marró clar groguenc
<b>O-1</b>	2,5Y 7/2	Groc pàl·lid	2,5Y 6/3	Marró clar groguenc
<b>O-2</b>	2,5Y 7/2	Groc pàl·lid	2,5Y 6/3	Marró clar groguenc
<b>O-3</b>	2,5Y 7/2	Groc pàl·lid	2,5Y 6/3	Marró clar groguenc
<b>O-4</b>	2,5Y 6/4	Marró clar groguenc	2,5Y 5/4	Marró groguenc

Les mostres analitzades presenten un baix contingut en matèria orgànica, s'observa a la Taula que totes les mostres excepte la mostra 4 de la parcel·la d'oliveres presenten un color groc pàl·lid, color característic de sòls calcaris. El color diferent a la parcel·la d'oliveres és degut a una aportació extra de sòl argilós uns anys arrere.

#### 4.1.4. Textura

La textura que presenta un sòl ens indica el percentatge en argila, arena i llim del mateix, a més va lligada a la capacitat de retenció hídrica, així com a la retenció de nutrients, totes les mostres de sòl analitzades presenten una base franca. D'acord als resultats de la Taula 10 s'observa que el percentatge en arena de la majoria de les mostres és relativament baix, de fet, a la mostra T-1, T-4 i O-4 resulta ser 0.

El gran percentatge de llims és el causant de la alta fertilitat del sòl, a més al tindre un percentatge d'argila aproximadament d'un 30% facilita la retenció d'humitat, augmentant així la seua fertilitat.

Taula 10. Textura dels sòls analitzats.

MOSTRA	ARENA (%)	LLIM (%)	ARGILA (%)	CLASSE TEXTURAL
T-1	0	70	30	Franc argilo llimós
T-2	1	70	29	Franc argilo llimós
T-3	2	69	29	Franc argilo llimós
T-4	0	67	33	Franc argilo llimós
O-1	18	58	24	Franc llimós
O-2	18	60	22	Franc llimós
O-3	7	67	26	Franc llimós
O-4	0	68	32	Franc argilo llimós

#### 4.1.5. Carbonats

Els sòls calcaris són aquells que presenten un elevat contingut en carbonats, són considerats sòls pobres amb escàs desenvolupament vertical i dèficit moderat de matèria orgànica. (Glosbe, 2018).

Al realitzar el procediment per duplicat, s'ha fet la mitja aritmètica dels valors resultants per a obtindre els resultats. D'acord amb els percentatges de carbonat càlcic que s'han obtingut en les mostres de terra, podem veure a la Taula 11 que aquest tipus de sòl presenta una quantitat de carbonats elevada, > 30 % en totes les mostres analitzades, el que ens indica que els sòls analitzats són calcaris o molt calcaris, ja que algunes mostres presenten un nivell > 40%. (Spring et al. 1993).

Taula 11. Percentatge de contingut en carbonats de les mostres de sòl analitzades.

Mostra	% CaCO <sub>3</sub>
T-1	37,55
T-2	33,88
T-3	44,90
T-4	50,20
O-1	41,63
O-2	44,49
O-3	41,22
O-4	37,96

#### 4.1.6. Matèria Orgànica

La matèria orgànica dels sòls de cultiu presenta, en ella mateixa, un sistema complex i dinàmic; complex, degut a la enorme diversitat dels seus constituents, i dinàmic ja que està en continua evolució.

La matèria orgànica és un element fonamental per a la estabilitat dels sòls, així com per al manteniment de les seues propietats físiques i químiques. La sobreexplotació dels sòls disminueix la quantitat de matèria orgànica disponible, reduint la productivitat dels cultius.

Els efectes agronòmics de la transformació de la matèria orgànica en el sistema sòl estan relacionats preferentment amb la velocitat amb que aquesta evoluciona i amb l'equilibri aconseguit entre els processos de formació i degradació de la mateixa. (Labrador Moreno, 2018).

Tal i com s'observa a la Taula 12 en totes les mostres de sòl analitzades apareix un percentatge de matèria orgànica molt baix. Aquest fenomen pot ser degut al llarg temps de cultiu de les parcel·les, així com al abús de fertilitzants inorgànics o també, a la pròpia composició del sòl, ja que com s'ha dit anteriorment, es tracta de sòls amb una alta quantitat de calcàries.

Taula 12. Percentatge de matèria orgànica en les mostres de sòl analitzades.

Mostra	% MO
T-1	0,313
T-2	0,092
T-3	0,269
T-4	0,269
O-1	0,137
O-2	0,048
O-3	0,137
O-4	0,137

#### 4.1.7. Capacitat d'intercanvi catiònic (CIC)

La capacitat d'intercanvi catiònic (CIC) és la capacitat que té un sòl per a retenir i alliberar ions positius, gràcies al seu contingut en argiles i matèria orgànica. Les argiles estan carregades negativament, per la qual cosa sòls amb majors concentracions d'argiles exhibeixen capacitats d'intercanvi catiònic majors. A l'igual que amb les argiles, a major contingut de matèria orgànica en un sòl augmenta el seu CIC. (Wikipedia, 2018).

La capacitat d'un sòl per a retindre i intercanviar cations va lligat amb la fertilitat d'aquest, encara que, com alguns llocs d'intercanvi poden estar ocupats per altres ions no nutritius per a les plantes, no té per què ser així.

El fonament és el citat anteriorment. En aquest cas la solució saturant és AcONa 1N a pH 8,2. El dissolvent utilitzat exempt d'electròlits la missió dels quals consisteix a

afavorir la fixació del catió canviable és l'alcohol etílic al 95%, exempt d'àcids orgànics. Com a solució desplaçant s'utilitza AcONH 1N a pH 7.

Com s'observa en la Taula 13, el valor en les mostres de les dues parcel·les analitzades tenen valors similars, caracteritzats com a valor mitjà (Rioja Molina, A 2002), ja que generalment, els sòls amb alta CIC són aquells amb alts continguts en argiles i/o matèria orgànica. En aquest cas els valors es troben entre els normals en sòls de textures franques/franc argilosos.

Taula 13. Capacitat d'intercanvi catiònic en els sòls analitzats.

MOSTRA	CIC (cmol <sub>c</sub> /kg)
T-1	17,25
T-2	17,54
T-3	19,24
T-4	19,72
O-1	20,29
O-2	16,69
O-3	19,81
O-4	18,01

#### 4.1.8. Determinació de les bases de canvi

Indica la quantitat de espais per a cations intercanviables que hi ha en el sòl. La saturació de les bases es menor en sòls àcids i propera a 100 o del 100 % en sòls bàsics. (Garrido Valero, 2018).

Quan major siga el grau de saturació més possibilitats té un sòl per a retindre cations.

En aquest cas, al ser un sòl calcari, les mostres presentaven un nivell de saturació superior al 100 %, ja que aquests sòls presenten un excés en Ca<sup>2+</sup>, per el que ha sigut necessari tornar a calcular la quantitat d'aquest. Els resultats es poden apreciar a la Taula 14.

En el cas del sodi, s'aprecia un nivell entre baix i alt, tenint punts de valors baixos, mitjans i alts. El potassi de les mostres té un valor mitjà, a excepció de la mostra T-2 que presenta un nivell lleugerament baix, mentre que el magnesi presenta un nivell baix segons els estudis de Rioja Molina, A (2002).

Taula 14. Bases de canvi en els sòls analitzats.

MOSTRA	Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> /kg)	K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> /kg)	Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> /kg)	Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> /kg)	% V Saturació
T-1	0,75	0,30	15,45	0,74	100
T-2	0,58	0,27	16,06	0,61	100
T-3	0,88	0,42	16,82	1,10	100
T-4	1,14	0,40	17,39	0,76	100
O-1	1,30	0,48	17,67	0,82	100
O-2	0,31	0,31	15,23	0,81	100
O-3	0,54	0,36	18,15	0,74	100
O-4	1,47	0,52	15,03	0,97	100

## 4.2. Extracte de pasta saturada

Els resultats obtinguts de l'extracte de pasta saturada s'observen en la Taula 15. Els valors més alts de Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> i Cl<sup>-</sup> es troben a la mostra T-3. Aquesta mostra és concretament l'única que presenta una conductivitat elèctrica amb un valor superior als 2 dS/m. La resta de les mostres presenten uns valors molt inferiors, tant en la presència dels ions com en el valor de la conductivitat elèctrica, el que indica que no es produiran efectes per salinitat.

Taula 15. Paràmetres analitzats en l'extracte de pasta saturada del sòl.

MOSTRA	Mg <sup>2+</sup> (meq/L)	Na <sup>+</sup> (meq/L)	K <sup>+</sup> (meq/L)	Ca <sup>2+</sup> (meq/L)	Cl <sup>-</sup> (meq/L)	pH	CE (dS/m)
T-1	7,02	25,70	20,01	62,4	34	8,63	0,529
T-2	6,02	23,93	16,59	64,9	37	8,26	0,509
T-3	27,54	64,21	40,41	184,4	84	8,11	<b>2,15</b>
T-4	11,97	43,75	43,83	99,4	44	8,22	1,184
O-1	6,18	34,40	25,96	39,3	71	8,34	0,477
O-2	7,87	25,70	5,06	38,1	42	8,29	0,398
O-3	11,20	42,14	13,29	89,8	65	7,96	0,935
O-4	10,90	47,61	30,02	73,2	57	8,26	0,873

## 4.3. Seguiment amb el WET Sensor Kit

El seguiment directe al camp dels paràmetres d'humitat, conductivitat elèctrica i temperatura s'ha començat el dia 11 de març d'aquest 2018 i als 32 punts de mostreig, 16 de cada una de les parcel·les s'han observat els següents fets:

- La humitat del sòl, en general, resulta bastant més elevada en la parcel·la de tarongers que en la d'oliveres, ja que és un cultiu al que se li aporta aigua contínuament. De totes formes, s'han observat uns valor estables a les dues parcel·les durant les mesures, no s'ha observat ningun augment ni disminució d'aquesta durant el seguiment. Únicament hi ha hagut alguna variació en els dies de mesura que hi han hagut precipitacions pocs dies abans, i sempre s'ha mantingut una diferència similar a les dues parcel·les, sempre ha sigut superior a la parcel·la de tarongers.

- La conductivitat elèctrica presenta una major variació en cada parcel·la, tant en un mateix dia de mesura entre els diferents punts, com en diferents dies de mesura comparant el mateix punt. Aquest paràmetre presenta més similituds entre les dues parcel·les, encara que els extrems més elevats apareixen en la parcel·la de tarongers, i la majoria d'ells apareixen en punts de mostreig que han registrat una humitat lleugerament més elevada que els altres, ja que la presència d'aigua, a l'ajudar a dissoldre les sals presents al sòl, augmentant així la conductivitat. Sols hi ha hagut un dia que els extrems més elevats han sigut a la parcel·la de oliveres, sent eixe mateix dia el que més alts han resultat les mesures d'aquesta, superant en la gran majoria de punts, la conductivitat de la parcel·la de tarongers.
- Pel que fa la temperatura del sòl, és l'únic paràmetre que ha presentat una variació al llarg del temps d'estudi, degut a que es va començar a mesurar abans d'entrar en la primavera i l'última mesura va ser el dia 18 de juny, a punt d'entrar en estiu i amb una incidència solar molt major. Tot i que les dues parcel·les es mantenen sense llaurar, tenint la seua superfície intacta, per general la de oliveres presenta una temperatura més elevada, degut a que el taronger proporciona més ombra al sòl. Tot i això, als últims dies de mesura, s'ha reduït la diferència entre les dues parcel·les, possiblement degut a una gran incidència del Sol, i una major temperatura ambient.

Els resultats obtinguts realitzant aquestes mesures s'expressen gràficament a l'Annex 1



## 5. Conclusions

Després de molts anys de cultiu, alguns sòls poden presentar degradacions com disminucions de matèria orgànica o salinització, degut a una utilització excessiva de fertilitzants inorgànics.

D'acord amb els resultats obtinguts amb aquest estudi, s'han pogut comprovar els paràmetres que determinen la fertilitat del sòl.

- El pH del sòl presenta uns valors entre 8 i 8,6, proper a la neutralitat però lleugerament bàsic, produït per la elevada presència de calcàries en ell. Per l'altra banda, en referència a la conductivitat elèctrica, s'observen uns nivells no molt elevats, sols superant els 2 dS/m en una mostra. Aquest resultat indica que el sòl no presenta problemes de salinitat.

- Pel que fa la textura, s'aprecia que sobre ser 2 parcel·les es tracta del mateix compost geològic. Totes les mostres presenten un nivell molt similar de llims, que resulta ser bastant elevat. En el cas de les argiles, passa exactament el mateix, tenen un nivell molt similar, però al contrari que els llims, el valor és prou més reduït. L'element que presenta un nivell més baix és la arena, amb valors nuls o quasi nuls en la majoria de les mostres. Per els resultats obtinguts es pot veure que es tracta d'una classe textural franca, entre franc argilo llimosa i franc llimosa, el que provoca que el sòl siga apte per al cultiu, ja que el percentatge en llims i argiles faciliten la retenció d'humitat i per conseqüència, millore la fertilitat.

- El nivell de carbonat de calci present en les mostres de sòl és prou elevat, característic en els regosols calcaris. Aquesta quantitat tan elevada és la causant del nivell de pH registrat.

- La matèria orgànica determinada a les proves del laboratori ha resultat ser excessivament reduïda, presenta uns valors baixos en totes les mostres del sòl de les dues parcel·les, fet que no és habitual en terrenys agrícoles.

- Els resultats obtinguts tant en la CIC com en el percentatge de saturació de les bases de canvi són valors normals, per al tipus de sòl. Aquests resultats indiquen que es pot considerar un sòl fèrtil, ja que té una bona capacitat d'intercanvi catiònic. El percentatge de saturació de les bases indica una saturació del 100%, valor habitual en sòls bàsics.

- Tenint en compte el seguiment realitzat amb el Wet Sensor Kit, s'ha observat que, com era d'esperar, la humitat és més elevada a la parcel·la de tarongers, mentre que la conductivitat elèctrica es manté a uns nivells molt similars, sent en alguns casos més elevada en una parcel·la i en altres en l'altra. La temperatura presenta un lleuger augment en les dues parcel·les, coincidint amb l'augment de temperatura i de radiació solar que presenta el canvi de primavera a estiu.

Per últim, hi ha que dir que després de l'estudi que s'ha realitzat, s'observa que les dues parcel·les podrien considerar-se com a terreny apte per a l'ús agrícola, però mostrant una carència en matèria orgànica pel que es podria realitzar una aportació d'algun tipus de fertilitzant orgànic, ric en matèria orgànica.

## 6. Bibliografía

- Agricultura, M. d. (1971). *Métodos oficiales de análisis*. Madrid: Dirección General de Agricultura, D.L.
- Almorax, J. (Juny / 2018). OCW. Recuperat de <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/clasificacionesclimaticas/gaussenclasificacionclimatica.pdf>
- Devices, D.-T. (2005). *Manual d'usuari Moisture Meter type HH2*. Cambridge: Delta-T Devices.
- Devices, D.-T. (2007). *Manual d'usuari WET-UM-1.4*. Cambridge: Delta-T Devices.
- edafologia.ugr.es. (Juny / 2018). Recuperat de <http://edafologia.ugr.es/carbonat/proced.htm>
- FAO. (19 / Febrer / 2015). Recuperat de <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/277721/>
- FAO. (Juny / 2018). Recuperat de <http://www.fao.org/docrep/006/W1309S/w1309s04.htm>
- Forteza, J., Rubio, J., & Gimeno, E. (1995). *Catálogo de Suelos de la Comunidad Valenciana*. Valencia: Generalitat Valenciana.
- Garrido Valero, M. S. (Agost / 2018). *mapama*. Recuperat de [https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1993\\_05.pdf](https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf)
- Glosbe. (Agost / 2018). Recuperat de <https://glosbe.com/es/es/suelo%20calizo>
- IGME. (1981). *Mapa Geológico de España 1:50000 Full 795 Xàtiva*. Madrid: IGME. Recuperat de <http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/magna50/memorias/MMagna0795.pdf>
- Labrador Moreno, J. (Agost / 2018). *mapama*. Recuperat de [https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1993\\_03.pdf](https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_03.pdf)
- Porta, J., López-Acevedo, M., & Poch, R. (2009). *Introducció a l'edafologia: Ús i protecció de sòls*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Porta, J., López-Acevedo, M., & Roquero, C. (2003). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- SMART Fertilizer Management. (Juny / 2018). Recuperat de [www.smart-fertilizer.com: https://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/soil-fertility](http://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/soil-fertility)
- Soriano Soto, M. D., Sancho Civera, J., Verdú Belmonte, A., Giner Gonzálbez, J., & Pons Martí, V. (2004). *Prácticas de diagnóstico y fertilidad de suelos*. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Wikipedia. (Agost / 2018). Recuperat de [https://es.wikipedia.org/wiki/Capacidad\\_de\\_intercambio\\_catiónico](https://es.wikipedia.org/wiki/Capacidad_de_intercambio_catiónico)
- www.agriculters.com. (19 / Novembre / 2014). Recuperat de <http://agriculters.com/la-importancia-de-la-materia-organica-en-el-suelo/>
- www.conceptodefinicion.de. (Juny / 2018). Recuperat de <http://conceptodefinicion.de/suelo/>

- www.culturahidrica.wordpress.com.* (31 / Març / 2017). Recuperat de <https://culturahidrica.wordpress.com/2017/03/31/diferencias-cultivos-de-secano-y-de-regadio/>
- www.ehu.eus.* (Juny / 2018). Recuperat de <http://www.ehu.eus/biomoleculas/ph/medida.htm>
- www.fertilab.com.* (Juny / 2018). Recuperat de <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/Vista/El-Color-del-Suelo-como-Indicador-de-su-Fertilidad.php>
- www.tecnicoagricola.es.* (20 / Febrer / 2013). Recuperat de <http://www.tecnicoagricola.es/ph-de-un-suelo/>