

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Ciencias Ambientales



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA  
SUPERIOR DE GANDIA

**“ Fertilidad de los suelos y efectos de dos sistemas de riegos de dos parcelas en el termino municipal de Tavernes de la Vallidigna”**

**TRABAJO FINAL DE GRADO**

**Autor:**

**Francesc Bosch Magraner**

**Tutor:**

**Josep Vicent Llinares Palacios**

**GANDIA, 2019**

## **RESUMEN**

Este trabajo consiste en análisis diversos parámetros para compararlos con dos suelos agrícolas con distinto tipo de suelo pero mismo tipo de cultivo. Para realizar dicho análisis se tomaran diferentes muestras del suelo para evaluar sus parametros más característicos como son: temperatura, humedad, conductividad eléctrica y cantidad de nutrientes utilizados, determinando así otros parametros como pueden ser el pH, color, textura, materia orgánica, etc. Para averiguar algunos de sus parametros se ha utilizado el medidor de humedad HH2. En ambos campos se utiliza el metodo de riego por goteo que presenta mayores contras que el metodo de riego por inundación como puede ser el coste de la instalación, los goteros pueden sufrir taponamientos por lo que vale la pena invertir en un buen sistema de filtrado, cuando se instala el sistema de goteo no se puede labrar el terreno, alto coste de mantenimiento, mayor preparación técnica por parte del agricultor.

## **PALABRAS CLAVE**

Riego a manta, riego goteo, marjal, arenoso

## **ABSTRAC**

This work consists in analyzing several parameters to compare them with two agricultural soils with different types of soil but the same type of crop. To perform this analysis, different samples of the soil will be taken to evaluate its most characteristic parameters such as: temperature, humidity, electrical conductivity and quantity of nutrients used, determining other parameters such as pH, color, texture, organic matter, etc. To find out some of its parameters, the humidity meter HH2 has been used. In both fields, the drip irrigation method is used, which has greater contras than the flood irrigation method, such as the cost of the installation. Drippers can suffer clogging so it is worth investing in a good filtering system, when installing the drip system, you can't till the ground, high maintenance cost, greater technical preparation by the farmer.

## **KEYWORDS**

Watering blanket, drip irrigation, marsh, sandy.

## ÍNDICE

1. Introducción.....	4
1.1 La fertilidad del suelo.....	5
1.2 La erosión.....	7
2. Materiales y métodos.....	8
2.1 Descripción de la zona de estudio.....	8
2.1.1 Localización.....	8
2.1.2 Climatología.....	9
2.1.3 Precipitaciones.....	10
2.2 Metodología de trabajo.....	12
2.2.1 Muestreo de los suelos.....	12
2.2.2 Preparación de la muestra: secado y tamizado.....	13
2.2.3 Color.....	14
2.2.4 pH.....	14
2.2.5 Conductividad.....	15
2.2.6 Textura.....	16
2.2.7 Carbonatos.....	17
2.2.8 Materia orgánica.....	18
2.2.9 Capacidad de intercambio catiónico.....	19
2.3.0 Determinación de las bases de cambio.....	20
2.3.1 Extracto de la pasta saturada.....	21
2.3.2 Seguimiento con el medidor de humedad HH2.....	21
3. Resultados y discusión.....	23
3.1 pH.....	23
3.2 Conductividad.....	24
3.3 Textura.....	25
3.4 Carbonatos.....	26
3.5 Materia orgánica.....	27
3.6 Capacidad de intercambio catiónico.....	28
3.7 Determinación de las bases de cambio.....	29
3.8 Extracto de la pasta saturada.....	30
3.9 Seguimiento con el medidor de humedad HH2.....	34
4. Conclusiones.....	36
5. Bibliografía.....	38

## 1.Introducción

El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, micro y meso invertebrados, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo.

Los minerales del suelo provienen de la roca madre que se deshace lentamente o arrastrados por el viento y el agua a partir de otras zonas erosionadas.

La materia orgánica es obtenida por la descomposición de otras plantas y animales muertos.

Los microorganismos pueden ser los que despedazan la materia orgánica y forman poros que permiten la aireación, el almacenaje del agua y el crecimiento de las raíces (insectos y lombrices) y los que la descomponen liberando nutrientes (hongos, bacterias).

El agua y el aire son los que ocupan los poros y los que determinan el tipo de suelo, muchos poros pequeños originan suelos compactos, pesados, húmedos y un pobre crecimiento de las raíces, mientras que si son demasiado grandes serán suelos muy sueltos y se secarán rápidamente. Los organismos del suelo y las plantas necesitan agua para vivir. Las plantas la utilizan para mantener sus tejidos, transportar nutrientes y realizar la respiración y nutrición.

La formación del suelo es muy lenta ya que se precisan cientos de años para que el suelo alcance un espesor mínimo necesario para la mayoría de los cultivos.

Al principio, los cambios de temperatura y el agua comienzan a romper las rocas: el calor del sol las agrieta, el agua se filtra entre las grietas y con el frío se congela. El hielo ocupa más lugar que el agua, y esto hace que las rocas reciban más presión y se quiebren. Poco a poco se pulverizan y son arrastradas por las lluvias y el viento. Cuando la superficie es en pendiente, este sedimento se deposita en las zonas bajas.

Luego aparecen las pequeñas plantas y musgos que crecen metiendo sus raíces entre las grietas. Cuando mueren y se pudren incorporan al suelo materia orgánica que es algo ácida y ayuda a corroer las piedras.

Se multiplican los pequeños organismos (lombrices, insectos, hongos, bacterias) que despedazan y transforman la vegetación y los animales que mueren, recuperando minerales que enriquecen el suelo. Este suelo, así enriquecido, tiene mejor estructura y mayor porosidad. Permite que crezcan plantas más grandes, que producen sombra y dan protección y alimento a una variedad mayor aún de plantas y animales.

## 1.1 La fertilidad del suelo

Sabemos que para que crezcan las plantas se precisa de agua y determinados minerales que lo absorben del suelo mediante raíces. Un suelo es fértil cuando tiene los nutrientes necesarios para que las plantas se desarrollen bien. Algunos elementos que necesitan son el carbono, el hidrógeno y el oxígeno. Y luego los nutrientes principales que son los que se requieren en grandes cantidades como el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el calcio, y el magnesio. La mayoría proceden de la roca madre y de la materia orgánica descompuesta por los microorganismos en cantidades y proporciones adecuadas.

Un suelo será fértil cuando:

- Su consistencia y profundidad permiten una buena fijación y desarrollo de las raíces.
- Contiene los nutrientes que la vegetación necesita.
- Es capaz de absorber y retener el agua.
- Hay suficiente oxígeno, es decir, suficientemente aireado.
- No contiene sustancias tóxicas.

Los suelos naturalmente cubiertos de vegetación conservan su fertilidad. Un ejemplo es el bosque: las raíces de los árboles sujetan la tierra, el follaje de las copas suaviza el impacto de la lluvia y la fuerza del viento. Las hojas secas que caen (hojarasca), junto con los animales muertos y sus excrementos, se pudren y son descompuestas por los microorganismos, formando humus. El humus es un abono orgánico que enriquece el suelo, aumenta la porosidad superficial, absorbe el agua lentamente y la retiene. Así, el suelo permanece húmedo por más tiempo, el agua no se escurre por su superficie y no se produce arrastre de tierra.

La sombra de los árboles permite el desarrollo de otras especies vegetales que no pueden crecer a pleno sol, como los helechos, orquídeas, musgos y líquenes. Diversos insectos y pájaros se alimentan de sus frutos y ayudan a la multiplicación de las plantas colaborando en la polinización de las flores y en la diseminación de las semillas.

También protegen el suelo las praderas de pastos bajos y tupidos: las gotas de lluvia y los vientos llegan al suelo a través de las hojas que atenúan su impacto y la tierra se mantiene entre sus raíces entrelazadas. El suelo es rico en humus debido al constante aporte de materia orgánica.

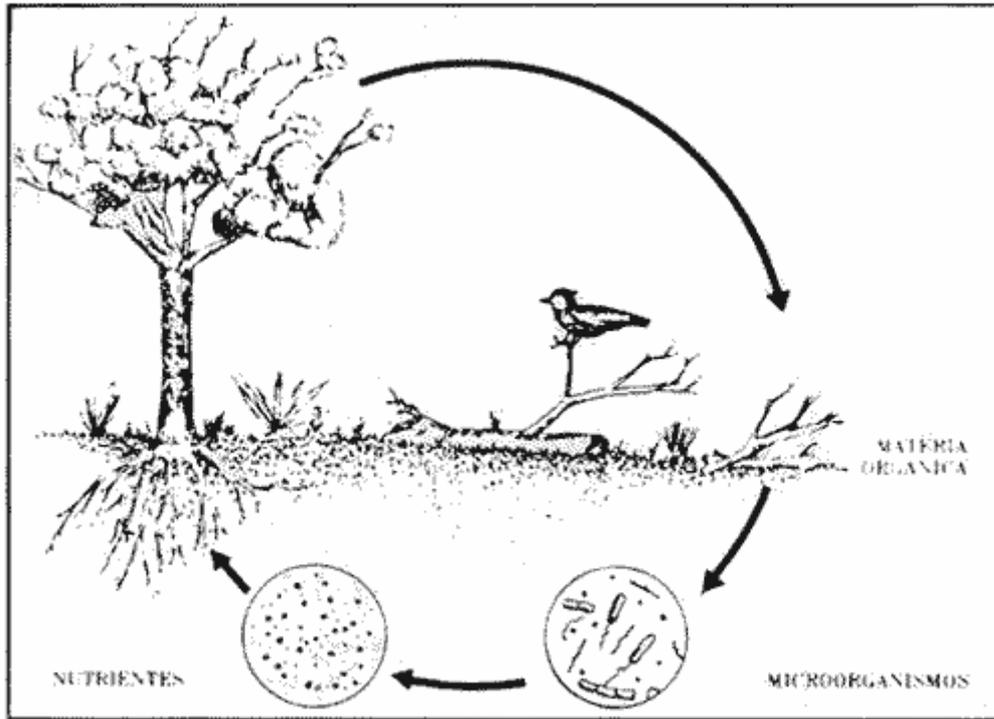


Figura 1 . Ciclo de la materia orgánica (FAO)

Los terrenos cultivados gastan lentamente sus nutrientes y están más expuestos a la pérdida de suelo. El suelo arado opone menos resistencia a ser arrastrado por el agua y el viento. La erosión se intensifica en terrenos en pendiente y no protegidos por cortinas rompevientos y setos vivos, formados por árboles y arbustos.

Además, el producto de la cosecha se usa como alimento o como materia prima para algunas industrias y no regresa al suelo para enriquecerlo. Si no actuamos para reponer la fertilidad perdida, después de varios años de cultivo continuo la tierra se agota. Por eso debemos cuidar el suelo que cultivamos, incorporando abono y materia orgánica.

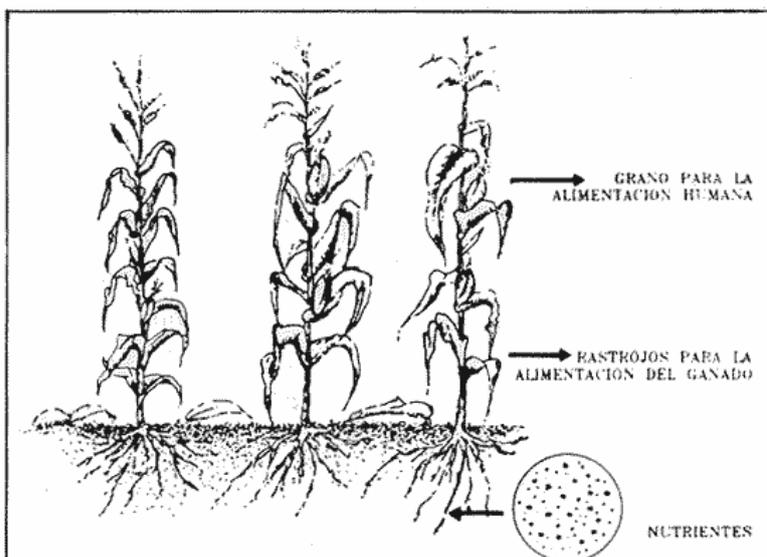


Figura 2 . Ejemplo de cultivo utilizando abono.(FAO)

Si queremos sostener nuestra productividad, base de nuestro desarrollo, debemos proteger el suelo. Su degradación tiene numerosas causas, pero las que agotan rápidamente la tierra son la erosión, la contaminación, la sobreexplotación de los pastos y la destrucción de los bosques.

## 1.2 La erosión

El suelo utilizado para la agricultura necesita muchos siglos para formarse, sin embargo pueden degradarse de forma muy rápida volviéndose estériles.

Además, solo el 12% de la superficie de la tierra es fácilmente cultivable, suelen ser más abundantes las zonas difíciles de trabajar, las pérdidas de suelo más abundantes suelen ser por: sequía por falta de lluvia, temperaturas muy bajas, suelos no fértiles por carencia de nutrientes minerales o por contener un exceso de sal.

Varios peligros amenazan el suelo: la pérdida de fertilidad, la contaminación y la desaparición del suelo mismo debido a la erosión. Muchas veces la pérdida de fertilidad o la contaminación acaban con la vegetación y el suelo desprotegido se erosiona rápidamente. Así, estos efectos se producen en la misma zona, uno después de otro.

Se llama erosión al desgaste, arrastre y pérdida de partículas de suelo. Se produce por acción del agua y del viento sobre zonas no protegidas:

- Las gotas de lluvia caen con fuerza sobre el suelo deshaciendo progresivamente su estructura. El agua, al escurrirse, quita partículas y nutrientes al suelo y los transporta a las zonas bajas. Los arroyos y ríos arrancan la tierra de las riberas. El material arrastrado se sedimenta y rellena cauces y embalses, aumentando la probabilidad de inundaciones.
- El viento también arrastra partículas de tierra fértil, especialmente cuando está recién removida o en los períodos de sequía, produciendo en algunos lugares verdaderas tormentas de polvo.

El suelo se mantiene debido a la capa de vegetación que lo cubre. Las hojas atenúan el impacto de la lluvia, el calor del sol y las raíces que sujetan a la vegetación de los fuertes vientos. Las hojas que caen forman una capa de protección y además contribuye a la formación de humus.

Al disminuir la vegetación, disminuye el aporte de materia orgánica y la densidad de las raíces que ayudan a sujetar el suelo. Desciende la actividad de los microorganismos y el suelo pierde fertilidad. Asimismo, pierde porosidad y estructura, haciéndose más erosionable.

En resumen, cuando el suelo se empobrece y se reduce la vegetación que crece en él y ayuda a fijarlo, aumenta la erosión causada por la lluvia y el viento.

Otras causas que aceleran la erosión son la destrucción de los bosques, la labranza inapropiada y el pisoteo excesivo del ganado sobre un suelo limitado (sobrepastoreo).

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Descripción de la zona de estudio

#### 2.1.1 Localización

Las zonas de estudio están situadas en el municipio de Tavernes de la Valldigna .

La primera zona de estudio se encuentra en una zona de marjal cerca de la acequia del cañar y situada en el camino segundo del groguet cerca de la vía del tren.

Latitud: 39° 5'52.50"N

Longitud: 0°14'32.97"O



Figura 3 . Primera zona de estudio, campo de marjal (Google Earth)

La segunda zona de estudio se encuentra entre el término municipal de Tavernes de la Valldigna y en el término municipal de la playa de Xeraco, concretamente en el camino del tercer vedat.

Latitud: 39° 3'40.27"N

Longitud: 0°12'35.11"O



Figura 4 . Segunda zona de estudio suelo arenoso.(Google Earth)





Figura 6. Localización zona de datos agroclimatica IVIA .

### 2.1.3 Precipitaciones

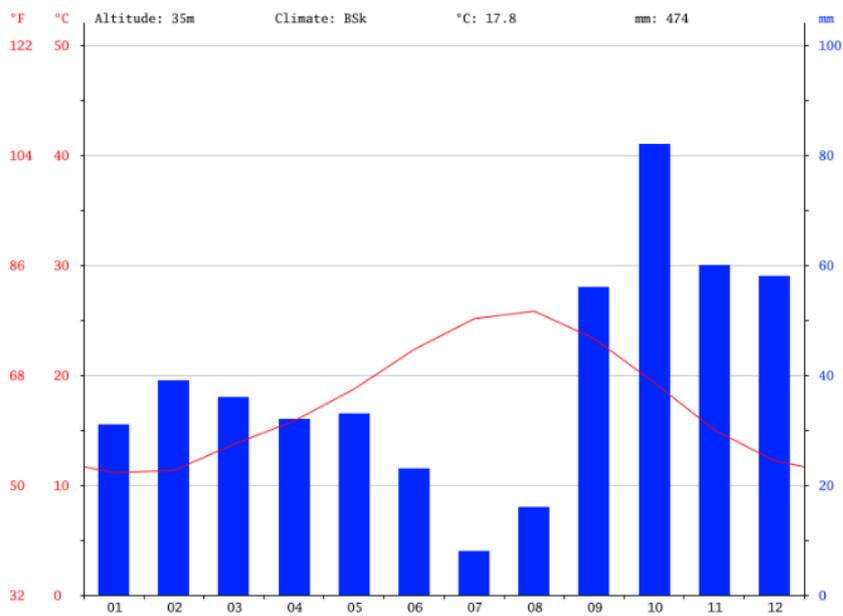


Figura 7. Climograma de Tavernes de la Valldigna(climate-data)

Se observa que las precipitaciones suelen ser a finales de año sobre los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre, aunque en el 2018 se dio el caso de que las lluvias más intensas fueron sobre el mes de noviembre dejando algunas localidades inundadas como Alzira y Tavernes de la Valldigna.



Figura 8. Ejemplos de las lluvias intensas(elaboración propia)

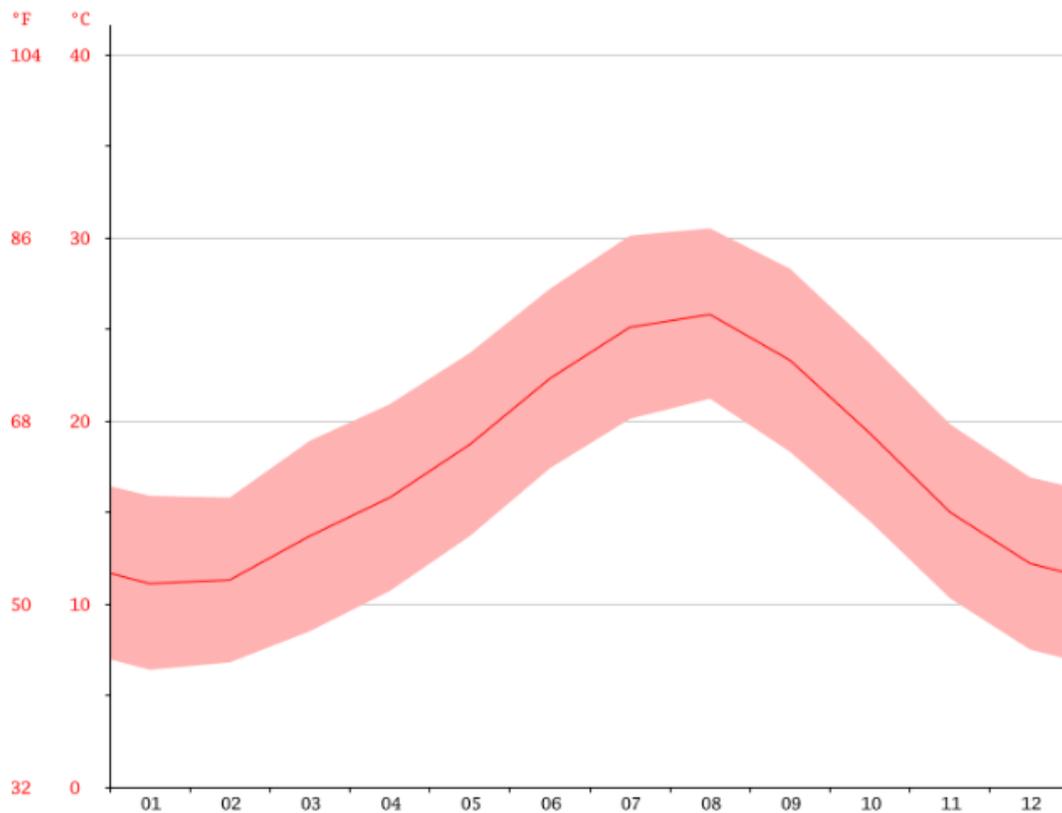


Figura 9. Diagrama de temperaturas de Tavernes de la Valldigna(climate data)

Las temperaturas medias más altas a lo largo del año suelen ser de unos 26 grados mientras que las más bajas sobre unos 11 grados.

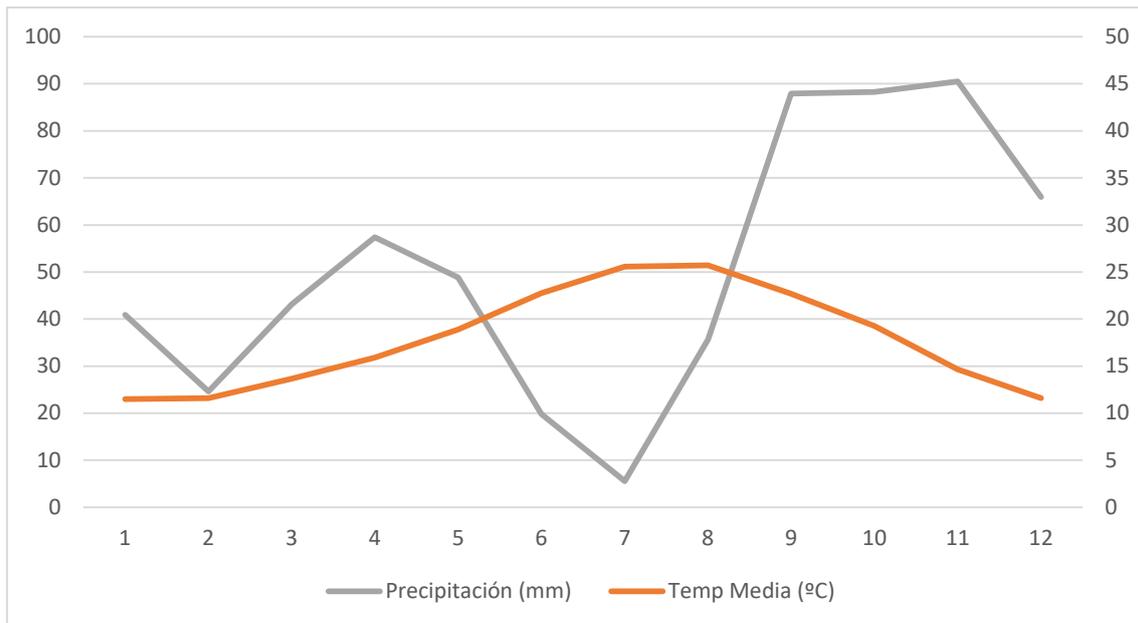


Figura 10. Diagrama ombrotermico de Gausson Tavernes (2000 – 2019)

Este gráfico representa las precipitaciones y temperaturas mensuales desde 1999 hasta 2007 en el municipio de Tavernes de la Vallidigna. Como podemos observar la temperatura suele mantenerse todos los años sobre las mismas temperaturas, mientras que las precipitaciones si que varían, siendo su máximo los últimos meses del año y su mínimo durante la época de verano (junio, julio y agosto)

## 2.2 Metodología de trabajo

### 2.2.1 Muestreo de los suelos

Para la recogida de las muestras se utilizará una azada y unas bolsas para la recogida del suelo, se hará un agujero de aproximadamente de unos 20 cm de profundidad.

Se dividirá la recogida de las muestras en 5 puntos diferentes y a distintas alturas.

El método utilizado será el muestreo compuesto que se obtiene a partir de la mezcla de otras muestras simples. En el campo de marjal al haber caballones con distintas alturas y sistema de goteo se tomarán muestras a distintas alturas, dos al lado del tubo de goteo una encima del caballon y la otra debajo, otras dos pero ahora lejos del tubo de goteo e igual que las otras dos una con altura y la otra sin altura. Mientras que en el suelo arenoso al no haber caballones ni sistema de goteo se tomarán 5 muestras simples de distintos lugares.



*Figura 11. Recogida de muestras en ambos suelos(elaboración propia)*

### 2.2.2 Preparación de la muestra: Secado y tamizado

Una vez recogidas las bolsas con los diferentes tipos de suelo obtenidos mediante muestreo compuesto en diferentes zonas del suelo se secan al aire durante un periodo de unos 3-4 días, posteriormente se romperán los agregados y se harán pasar por un tamiz de 2mm de paso de luz.



*Figura 12. Tamizado del suelo de marjal y arenoso(elaboración propia)*

### 2.2.3 Color

El color de los diferentes tipos de suelo se determina comparando con la tabla de Munsell que suele ser el método más utilizado. Se comprobaba primero el color del suelo en seco, y posteriormente en húmedo añadiendo unas gotas de agua destilada hasta su saturación.



Figura 13. Tablas de Munsell (elaboración propia)

### 2.2.4 pH

- Para las mediciones de pH se utilizará el potenciómetro (pH-metro), juego de electrodos de vidrio y de referencia, vasos de 100 mL y varillas agitadoras. Este método permite establecer la diferencia de potencial entre dos disoluciones que tienen diferente concentración de protones.

El pH puede variar según su valor del 0 al 14, pudiéndose clasificar en tres grupos.

- Suelos ácidos  $\text{pH} \leq 6,5$
- Suelos neutros  $\text{pH} \geq 6,6$  o  $\leq 7,5$
- Suelos básicos  $\text{pH} \geq 7,5$

Se pesaran unos 10 gramos de cada tipo de muestra o suelo y se añadirán 25 mL de agua destilada y posteriormente cada muestra será agitada con las varillas agitadoras durante unos 10 min. Antes de recoger los datos se deberá calibrar el pH-metro con las soluciones tampón pH 4 y pH 7.



Figura 14. pH-metro(elaboración propia)

### 2.2.5 Conductividad

Para la conductividad se utilizará el conductímetro, agitador mecánico, frascos de cristal de 100mL, embudos y tubos de ensayo. La conductividad se utilizará para saber la concentración y composición de las sales disueltas.

Para medir la conductividad primero se pesarán 10g de cada tipo de suelo o muestra y se añadirá el doble de agua destilada que en la medición del pH, 50mL. Se agitará 30 min con la varilla agitadora. Antes de recoger los datos se deberá calibrar el conductímetro.



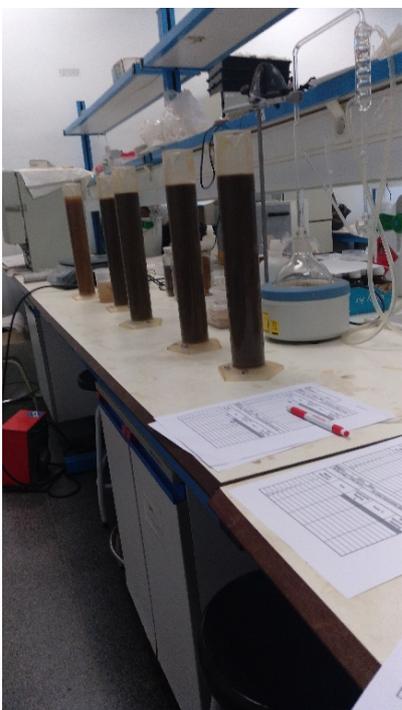
Figura 15. Conductímetro(elaboración propia)

### 2.2.6 Textura

Para el calculo de la textura se utilizó un densímetro ASTM n.152 H, de la American Society Testing Material con escala en g/L, 100mL de Calgon, una batidora eléctrica, 5 probetas de 1L para los distintos tipos de suelo y un émbolo agitador de latón.

Se pesaran 40 gramos de cada tipo de suelo o muestra en una flanera de aluminio, después se añaden 100 mL de Calgón y se deja reposar unos 10 min. Una vez reposado se pone la mezcla en la batidora y se enrasa con agua destilada para limpiar también los restos de las flaneras, y estara puesta en marcha 5 min la batidora.

Posteriormente pasaremos la mezcla obtenida de la batidora a las probetas de 1L enrasando otra vez pero ahora hasta los 1000mL y limpiando los restos de la batidora con agua destilada. Finalmente se mezclara la muestra con el émbolo agitador de latón durante 1 minuto y se mesurará con el densimetro cada 30 segundos, 60 segundos, 3 minutos, 10 minutos, 30 minutos, 90 minutos y la ultima a 1440 minutos.



*Figura 16. Probetas de 1L para los distintos tipos de suelo. (elaboración propia)*

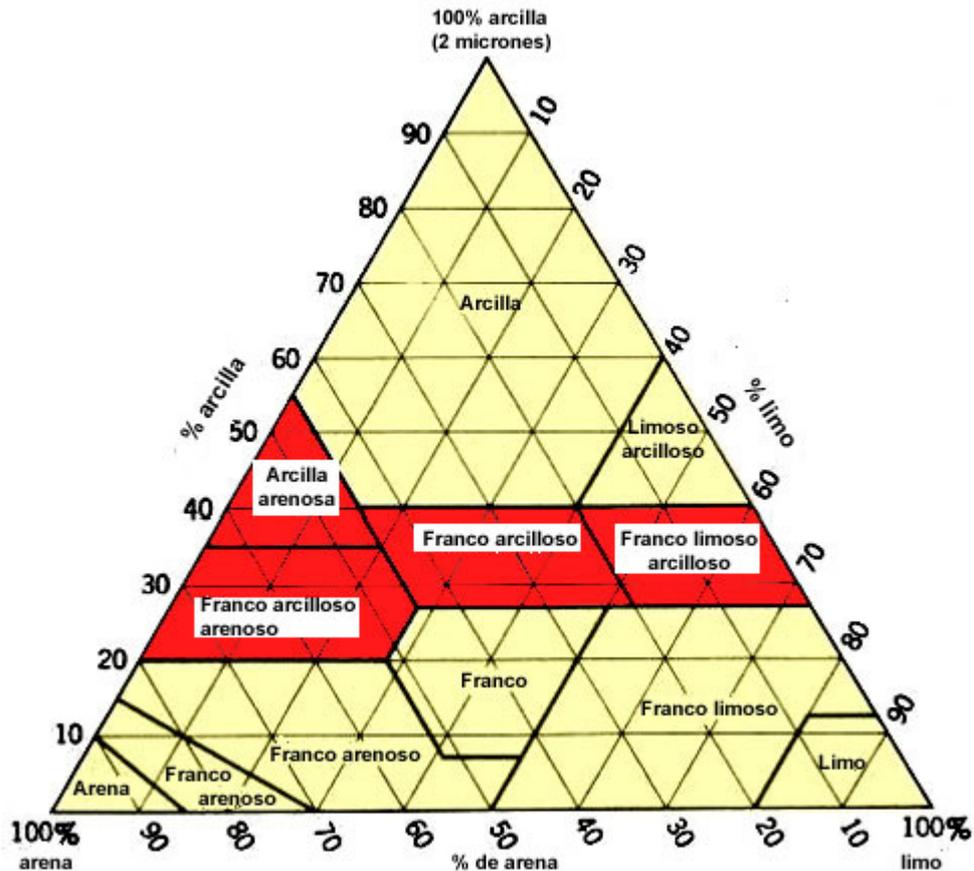


Figura 17. Triángulo textural (USDA)

Para determinar el tipo de textura también se utiliza el método del triángulo textural en el cual para la arcilla se obtiene un tamaño de 0,002 mm o menor, para el limo un tamaño entre 0,002 mm y 0,05 mm y para la arena un tamaño de entre 0,05 mm y 2 mm.

### 2.2.7 Carbonatos

Los carbonatos son distintos tipos de compuestos que reaccionan a los ácidos produciendo un burbujeo al desprenderse  $\text{CO}_2$ . El más abundante suele ser el  $\text{CaCO}_3$  (calcita). Le sigue en importancia la dolomita  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  que aparece en suelos formados sobre dolomías. Mucho menos frecuente en suelos son el isómero de la calcita, llamado aragonito y el  $\text{MgCO}_3$  (magnesita), ambos minerales son más solubles que la calcita y de más rara presencia en rocas sedimentarias. En suelos alcalinos, pueden encontrarse carbonatos de elementos alcalinos, principalmente carbonato sódico con varios grados de hidratación.

Se pesarán unos 0,5 gramos para cada tipo de suelo o muestra y se duplicará cada muestra introduciéndose en matraces Erlenmeyer, en estos matraces se introducirá un pequeño tubo con unos 5 mL de ácido clorhídrico. Posteriormente se dará la vuelta al matraz para que reaccione el HCl con la muestra de suelo. El resultado se obtendrá mediante la diferencia entre el nivel inicial y el final de la columna manométrica. Así podremos saber el  $\text{CaCO}_3$  que contiene el suelo.

Material utilizado: Calcímetro de Bernard, ácido clorhídrico diluido al 50 %, matraces Erlenmeyer.

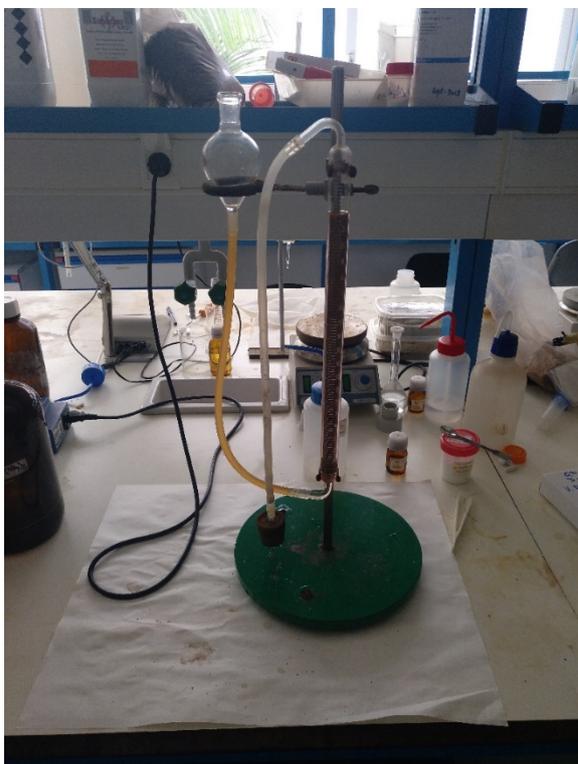


Figura 18. Calcímetro de Bernard. (elaboración propia)

### 2.2.8 Materia orgánica

La materia orgánica es principalmente restos de seres vivos y plantas que están en proceso de descomposición por acción de distintos factores como: la temperatura, el agua, otros seres vivos, etc. Estos restos pasarán a ser minerales, que una vez descompuestos la planta tendrá capacidad para absorberlos.

Para la determinación de la materia orgánica se han utilizado, matraces Erlenmeyer de 250 mL, bureta,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  (ion dicromato) que se añade un exceso para que reaccione con la materia orgánica y 4 gotas de orto-fenantrolina.

Se pesará 1g de tierra fina para cada muestra de suelo y se pondrá en un matraz Erlenmeyer de 250 mL, posteriormente se añadirán 5 mL del dicromato potásico, se agitará un poco y se añadirán 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Una vez realizado este proceso se removerá durante unos 30 segundos y se dejará enfriar. Una vez enfriado se añaden 50 mL de agua destilada, y 4 o 5 gotas de orto-fenantrolina y se valora con sulfato ferroso hasta que la muestra pase de un color verdoso a un color rojizo.



Figura 19. Valoración de la materia orgánica utilizando dicromato potásico y ácido sulfúrico concentrado. (elaboración propia)

### 2.2.9 Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos gracias a su contenido en arcillas y materia orgánica. Las arcillas están cargadas negativamente, por lo que los suelos con mayores concentraciones de arcillas poseerán mayores capacidades de intercambio catiónico.

En nuestro método pesaremos 4 gramos de suelo de cada muestra que los añadiremos al tubo de plástico junto con unos 33 mL de la solución tamponada. Se agitará la muestra unos 5 minutos en el agitador mecánico. Una vez agitados los 5 minutos pasaremos los tubos a la centrifuga durante 5 minutos. Y finalizado el proceso de centrifuga decantaremos el líquido sobre los matraces de 100mL.



Figura 20. Centrifuga (elaboración propia).

Luego repetiremos el mismo proceso añadiendo los 33 mL de nitrato magnesico a las muestras de suelo, volviendo a agitar y centrifugar 5 min y decantando el liquido en los matraces. En el ultimo momento se enrasaran los matraces.

### 2.3.0 Determinación de las bases de cambio

Su determinación es bastante parecida a la de la capacidad de intercambio cationico pero se utiliza acetato de amonio 1N a pH 7 para su desplazamiento.

Se pesan unos 4 gramos de cada muestra de suelo, que añadiremos a los tubos de plastico junto con 33 mL del acetato de amonio ( $\text{AcNH}_4$ ), Se agitara la muestra unos 5 minutos en el agitador mecanico. Una vez agitados los 5 minutos pasaremos los tubos a la centrifuga durante 5 minutos. Y finalizado el proceso de centrifuga decantaremos el liquido sobre los matraces de 100mL.

La saturación de las bases nos da un porcentaje que se refiere al porcentaje de cationes principales frente a la CIC total:

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



Figura 21. Agitador mecánico(elaboración propia).

### 2.3.1 Extraco de la pasta saturada

En el extracto de la pasta saturada se determinan los parametros de pH, conductividad electrica, cloruros y los iones Mg, Na, K i Ca.

Se pesan 300 gramos de cada muestra de suelo i se va añadiendo agua hasta que quede el suelo de forma pastosa ( sobre unos 150 mL). La muestra se deja reposar durante 24 horas, tapando el vaso con parafilm para evitar que se seque el suelo.

La pasta de suelo se transmite al embudo de Büchner, el cual se filtrara utilizando una bomba de vacio y el liquido se depositara en los matracas de kitasato( se utilizara un filtro de velocidad media) y se repetira para cada muestra 3 veces el mismo procedimiento.

### 2.3.2 Seguimiento con el medidor de humedad HH2.

Los sensores WET mesuran directamente la humedad del suelo, la conductividad eléctrica y la temperatura.



Figura 22. Sensor de humedad HH2(elaboración propia).

El medidor de humedad se puede utilizar para distintos tipos de suelo, en este caso lo utilizaremos para dos tipos de suelo: marjal y arenoso.

Utilizaremos el medidor para comparar dos parcelas el primero de marjal lo dividiremos en 3 zonas y pincharemos en 5 puntos distintos de cada zona, debido a que hay caballones con distintas alturas y se riega mediante goteo. Mientras que en el suelo arenoso mediremos en 5 puntos diferentes pero en una zona, debido a que no hay caballones.



Figura 23. Medición con el sensor de humedad. (elaboración propia)

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1 Análisis de la propiedades del suelo

Con este trabajo se pretenden estudiar las propiedades físico químicas del suelo, así como su fertilidad y evolución durante los 4 meses comparando dos tipos de suelo con el mismo tipo de cultivo en Tavernes de la Valldigna.

También se tendrá en cuenta la salinización de los suelos debido a que al no haber tantas precipitaciones como en otros años el propio suelo no se limpia de forma natural, y el sistema de riego utilizado es el de goteo que produce mayores efectos de salinización porque se tienen que utilizar más fertilizantes, es más cara su instalación, el agua de riego puede taponar el goteo, y no se puede labrar el suelo por aireación.

En el caso de que hubiera problemas de salinización se podría regar el campo por inundación para que se lavara el suelo y arrastrara todas las sales.

Tabla 1: Parametros del suelo.

	Goteo con altura	Goteo sin altura	Entrem. Goteo con altura	Entrem. Goteo sin altura	Suelo arenoso
pH	8,12	8,02	8,13	7,95	8,5
CE	0,37	0,34	0,33	0,36	0,42
Color seco	5Y.6/1	5Y.6/1	2,5Y.5/2	2,5Y.6/1	10YR.5/4
Color hume.	5Y.3/1	5Y.3/1	2,5Y.3/1	2,5Y.3/1	10YR. 4/4
Textura arenas	39%	39%	43%	37%	86%
Textura arcillas	26%	26%	23%	25%	8%
Textura limos	35%	35%	34%	38%	6%
%CaCO <sub>3</sub>	43,70	43,8	35,06	41,89	32,34
%Materia orgánica	0,81	1,46	0,96	1,27	0,34
CIC (cmolc/kg)	16,40	19,07	17,66	18,55	2,34
Bases de cambio					
Mg <sup>2+</sup> (meq/L)	2,2	3,07	0,83	2,96	0,78
Na <sup>+</sup> (meq/L)	0,72	0,4	0,29	0,60	0,22
Ca <sup>2+</sup> (meq/L)	4,42	6,21	6,68	1,90	5,71
K <sup>+</sup> (meq/L)	0,21	0,10	0,06	0,17	0,05
Pasta saturada					
Mg <sup>2+</sup> (meq/L)	0,96	0,84	0,67	1,22	0,87
Na <sup>+</sup> (meq/L)	0,05	1,61	0,99	2,21	1,58
Ca <sup>2+</sup> (meq/L)	28,57	22,56	18,97	10,39	14,40
K <sup>+</sup> (meq/L)	0,35	0,24	0,22	0,37	0,20
Cl <sup>-</sup> (meq/L)	7,69	5,49	6,12	9,46	7,34

### 3.1.1 pH

Para el goteo con altura se obtiene un pH de 8,12.

Para el goteo sin altura se obtiene un pH de 8,02.

Para entremedio del goteo con altura se obtien un pH de 8,13.

Para entremedio del goteo sin altura se obtien un pH de 7,95.

Para el suelo arenoso se obtiene un pH de 8,5.

Lo que indica que todos los suelos mas o menos tiene el mismo pH y por lo tanto sera un tipo de suelo básico con problemas de basicidad menores y moderadamente básico.

Tabla 2. Calificación tipo de suelo según pH.

Valor del pH	Calificativo
pH < 4.5	Extremadamente ácido
4.5 ≤ pH < 5.0	Muy fuertemente ácido
5.0 ≤ pH < 5.5	Fuertemente ácido
5.5 ≤ pH < 6.0	Medianamente ácido
6.0 ≤ pH < 6.6	Ligeramente ácido
6.6 ≤ pH ≤ 7.3	Neutro
7.3 < pH ≤ 7.8	Medianamente básico
7.8 < pH ≤ 8.5	Moderadamente básico
8.5 < pH ≤ 9.0	Ligeramente alcalino <sup>1</sup>
9.0 < pH ≤ 10.0	Alcalino
10.0 < pH	Fuertemente alcalino

Tabla 3. Interpretación de los valores de pH en agua.

Intervalo de pH	Toxicidad	Carencias
< 5,5	Al, Fe, Mn	P, Ca, Mg, K
5,5- 6,7		Ca, Mg
6,8-7,2		Optimo
7,3-8,4		P, Fe, Cu, Mn, Zn
>8,5	Na	

Como el pH regula la solubilidad de nutrientes esenciales en las plantas pueden aparecer toxicidades o carencias asociadas al pH, por ejemplo con los valores obtenidos podrian haber carencias de fosforo, hierro, cobre, manganeso y zinc.

### 3.1.2 Conductividad eléctrica

La capacidad del agua para conducir la electricidad aumenta cuando hay mayor cantidad de sales presentes en el suelo, por lo tanto se puede medir el nivel de salinización del suelo.

Tabla 4: Conductividad electrica de los suelos de estudio

CE <sub>1:5</sub>	CE <sub>PS</sub> (dS/m)	Calificativo
<0,35	<2	No salino
0,35-0.65	2-4	Ligeramente salino
0,65-1.15	4-8	Salino
>1,15	8-16	Muy salino

Para el goteo con altura se obtiene una conductividad electrica de 0,374 dS/cm.

Para el goteo sin altura se obtiene una conductividad electrica de 0,342 dS/cm.

Para entremedio del goteo con altura se obtien una conductividad electrica de 0,335 dS/cm.

Para entremedio del goteo sin altura se obtien una conductividad electrica de 0,362 dS/cm.

Para el suelo arenoso se obtiene una conductividad electrica de 0,42 dS/cm.

El suelo que mayor conductividad presenta es el suelo arenoso ya que debido al tipo de suelo y donde se localiza es normal el valor obtenido pero sin afectar al cultivo ya que realmente el valor esta por debajo de 2 dS/m por lo tanto el suelo es no salino, mientras que para el otro tipo de suelo sus valores tambien estan por debajo de los 2dS/m por lo tanto tambienserán suelos no salinos.

### 3.1.3 Color

El color se determina con la tabla de Munsell y se tiene en cuenta principalmente la longitud de ona dominante de la luz visible reflejada o matiz. Los colores que aparecen en una misma hoja tienen el mismo matiz, para designar el matiz consiste se emplean letras que indican el color de la longitud de onda dominante (R para el rojo, RY rojo-amarillo e Y para el amarillo) precedidas por los números del 0 al 10: 0; 2,5; 5; 7,5; 10.

Para el goteo con altura en seco 5Y.6/1, mientras que con el suelo humedo 5Y.3/1

Para el goteo sin altura en seco 5Y.6/1, mientras que con el suelo humedo 5Y.3/1

Para el entre medio de goteo con altura en seco 2,5Y.5/2, mientras que con el suelo humedo 2,5Y.3/1

Para el entre medio de goteo sin altura en seco 2,5Y.6/1, mientras que con el suelo humedo 2,5Y.3/1

Para el arenoso en seco 10YR.5/4, mientras que con el suelo humedo 10YR. 4/4

### 3.1.4 Textura

La textura que hay presente en un suelo nos indica el porcentaje de arcilla, arena y limo que hay presente en el mismo suelo, también se tienen en cuenta la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes.

Para la zona de suelo de entremedio del goteo sin altura se obtiene un 39% en arenas un 26% en arcillas y un 35 % en limos.

Para la zona de suelo de goteo con altura se obtiene un 39% en arenas un 26% en arcillas y un 35 % en limos.

Para la zona de suelo de entremedio del goteo con altura se obtiene un 43% en arenas un 23% en arcillas y un 34 % en limos.

Para la zona de suelo de goteo sin altura se obtiene un 37% en arenas un 25% en arcillas y un 38 % en limos.

Mientras que para el suelo arenoso se obtiene un 86% en arenas un 8 % en arcillas y un 6% en limos.

Tabla 5. Tipo de suelo según su porcentaje de arenas, arcillas y limos.

Nombres vulgares de los suelos(textura general)	Arenoso	Limoso	Arcilloso	Clase textural
Suelos arenosos (textura gruesa)	86-100	0-14	0-10	Arenoso
	70-86	0-30	0-15	Franco arenoso
Suelos francos (textura moderadamente gruesa)	50-70	0-50	0-20	Franco arenoso
	23-52	28-50	7-27	Franco
Suelos francos (textura mediana)	20-50	74-88	0-27	Franco limoso
	0-20	88-100	0-12	Limoso
	20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso
Suelos francos (textura moderadamente fina)	45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso
	0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso
	45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso
Suelos arcillosos (textura fina)	0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso

La clase textural del suelo del vedat sera arenoso debido a que posee un 86% en arenas y muy poca cantidad de arcillas y limos mientras que el suelo de marjal posee entre un 37-43% de arenas, un 23-26% de arcillas y un 34-38% de limos por lo tanto se clasificara como suelo franco.

### 3.1.5 Carbonatos

Los suelos calcáreos suelen ser aquellos que presentan más de un 15% de  $\text{CaCO}_3$  y suelen ser pobres en el contenido de materia orgánica y nitrógeno. El fósforo también suele presentar escasez en este tipo de suelos y una cantidad excesiva de este podría causar otras deficiencias como el cinc y el hierro.

Se hicieron dos replicas para cada tipo de suelo por lo tanto se utilizará la media aritmetica sacada de los dos.

Tabla 6. Porcentaje obtenido de carbonato calcico.

	% $\text{CaCO}_3$
Goteo con altura	43,70
Goteo sin altura	43,80
Entremedio del goteo con altura	35,06
Entremedio del goteo sin altura	41,89
Suelo arenoso	32,34

Tabla 7. Diferentes escalas de interpretación de nivel de carbonatos.

Escala típica en España (YANEZ-1989)		Escala del INRA francés (GAGNARD <i>et al.</i> -1988)		Escala típica en Suiza (SPRING <i>et al.</i> -1993)	
Carbonatos (% CCE)	Calificativo	Carbonatos (% CCE)	Calificativo	Carbonatos (% CCE)	Calificativo
< 5	Muy bajo	< 2	No calcáreos	< 25	Poco calcáreos
5 - 10	Bajo	2 - 10	Poco calcáreos	25 - 40	Calcáreos
10 - 20	Normal	10 - 25	Calcáreos	> 40	Muy calcáreos
20 - 40	Alto	> 25	Muy calcáreos		
> 40	Muy alto				

Por lo tanto nuestros suelos presentan un nivel alto en  $\text{CaCO}_3$  , lo que puede producir problemas de nutrición en las plantas.

### 3.1.5 Materia orgánica

El contenido de materia orgánica es importante para el suelo agrícola por su capacidad de limitar el daño físico y de mejorar la disponibilidad de nutrientes y la actividad biológica.

Para determinar el contenido de materia orgánica se debe medir el % de carbono orgánico. La sobreexplotación de los suelos disminuye la cantidad de materia orgánica disponible en el suelo disminuyendo así la productividad de los cultivos.

Tabla 8. Porcentaje obtenido de materia orgánica.

	<b>% Materia orgánica</b>
Goteo con altura	0,81
Goteo sin altura	1,46
Entremedio del goteo con altura	0,96
Entremedio del goteo sin altura	1,27
Suelo arenoso	0,34

Tabla 9. Interpretación de la materia orgánica.

< 0,9	Muy bajo
1,0 – 1,9	Bajo
2,0 – 2,5	Normal
2,6 – 3,5	Alto
> 3,6	Muy alto

Para su clasificación se ha seguido el método de Walkley- Black por lo tanto para el suelo de marjal dependiente de si la muestra esta encima del caballon la materia orgánica presente sera muy baja, mientras que si no esta encima del caballón sera baja. Por lo tanto para nuestro suelo el % de materia orgánica es bajo.

Para el calculo del % de materia orgánica se tiene que medir el % de carbono orgánico mediante:

$$\%C.O. = \frac{\text{meq } K_2Cr_2O_7 - \text{meq } FeSO_4}{\text{gramos suelo seco}} \cdot 0,003 \cdot 100 \cdot 1,3$$

### 3.1.6 Capacidad de intercambio catiónico

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es una medida de las cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  etc.). Estos serán intercambiados por otros cationes o iones de hidrogeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces.

El nivel de CIC indica la habilidad de suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su Ph potencial entre otras. Un suelo con bajo CIC indica baja habilidad de retener nutrientes, arenoso o pobre en materia orgánica.

Tabla 10. Resultados obtenidos de la CIC.

	<b>CIC (cmolc/kg)</b>
Goteo con altura	16,40
Goteo sin altura	19,07
Entremed. Goteo con altura	17,66
Entremed. Goteo sin altura	18,55
Suelo arenoso	2,34

Tabla 11. Interpretación de la CIC.

< 6	Muy bajo
6 – 12	Bajo
12 – 25	Medio
25 – 40	Alto
> 40	Muy alto

La capacidad de intercambio catiónico es media para el tipo de suelo de marjal, mientras que para el suelo arenoso es muy baja por lo tanto es pobre en materia orgánica y tendrá poca capacidad para retener nutrientes.

### 3.1.7 Determinación de las bases de cambio

Indica la cantidad de espacios para cationes intercambiables que hay en el suelo. Por ello la saturación de las bases es menor en suelos ácidos y cercana a 100 o del 100% en suelos básicos.

Cuando mayor sea el grado de saturación mas posibilidad tiene el suelo para retener cationes.

La C.I.C total de un suelo puede aumentarse por la adición de materia orgánica, aunque solo producira efecto sobre los primeros cm del suelo produciendo en algunas ocasiones un aumento considerable de la productividad del cultivo.

#### Magnesio

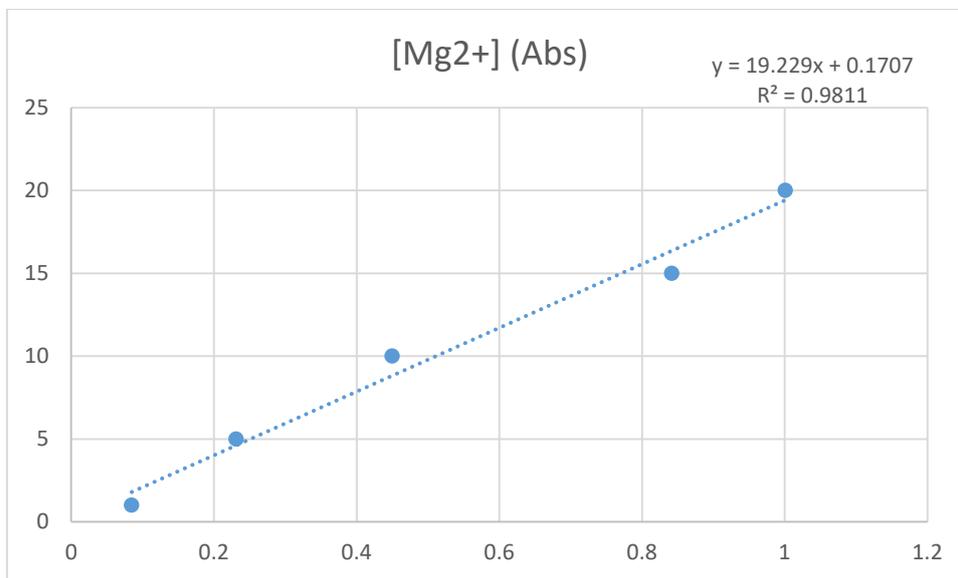


Figura 24. Gráfico concentración de magnesio (elaboración propia).

Esta grafica es la obtenida a partir de la absorbancia y la concentración, a partir de la cual obtenemos la ecuación de la recta y se obtiene la concentración del Magnesio:

Tabla 12. Concentración de magnesio obtenida

	<b>Mg<sup>2+</sup> (meq/L)</b>
Goteo con altura	2,25
Goteo sin altura	3,07
Entremedio de goteo con altura	0,83
Entremedio de goteo sin altura	2,96
Suelo arenoso	0,78

Tabla 13. Interpretación del magnesio

0,0 – 0,6	Muy bajo
0,6 – 1,5	Bajo
1,5 – 2,5	Normal
2,5 – 4,0	Alto
> 4,0	Muy alto

Por lo tanto el magnesio se encontrará presente en un nivel medio-alto.

Sodio

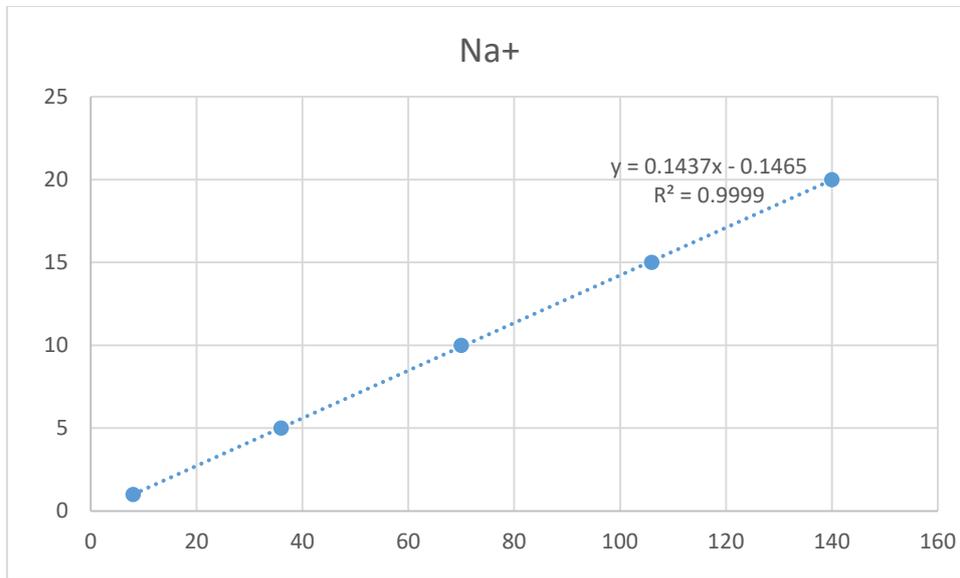


Figura 25. Gráfico concentración de sodio (elaboración propia).

Esta grafica es la obtenida a partir de la absorbancia y la concentración, a partir de la cual obtenemos la ecuación de la recta y se obtiene la concentración del Sodio:

Tabla 14. Concentración de sodio obtenida.

	Na <sup>+</sup> (meq/L)
Goteo con altura	0,72
Goteo sin altura	0,53
Entremedio goteo con altura	0,29
Arenoso	0,26
Entremedio del goteo sin altura	0,60

Tabla 15. Interpretación del sodio

0,0 – 0,3	Muy bajo
0,3 – 0,6	Bajo
0,6 – 1,0	Normal
1,0 – 1,5	Alto
> 1,5	Muy alto

Por lo tanto el sodio presente estara disponible dependiendo de la zona de la muestra muy bajo o sobre un nivel medio-alto.

### Calcio

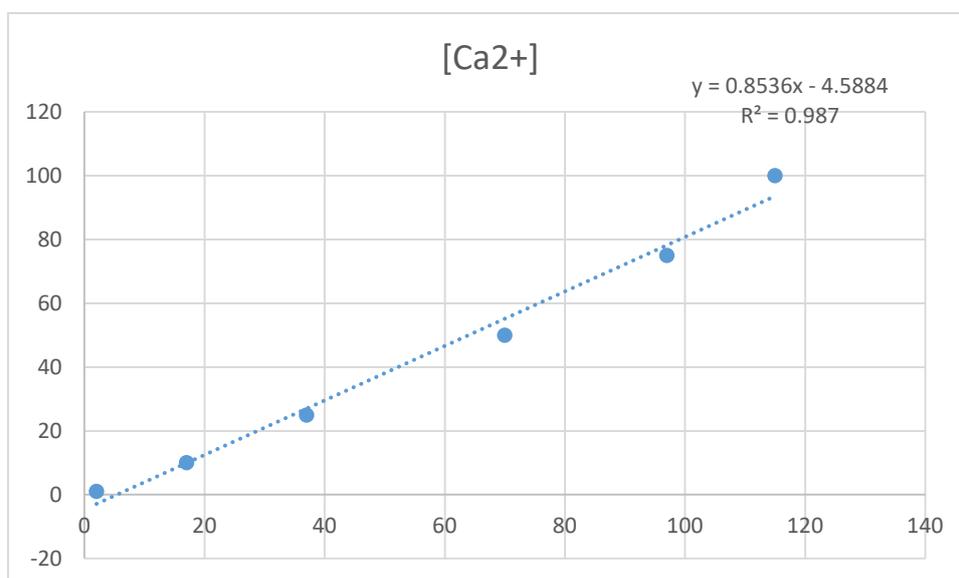


Figura 26. Gráfico concentración de calcio(elaboración propia).

Esta grafica es la obtenida a partir de la absorbancia y la concentración, a partir de la cual obtenemos la ecuación de la recta y se obtiene la concentración del Calcio:

Tabla 16. Concentración de Calcio obtenida.

	<b>Ca<sup>2+</sup> (meq/L)</b>
Goteo con altura	4,42
Goteo sin altura	4,59
Entremedio goteo con altura	5,40
Arenoso	3,99
Entremedio del goteo sin altura	1,90

Podemos observar que los suelos estan sobresaturados de calcio por la concentración obtenida

## Potasio

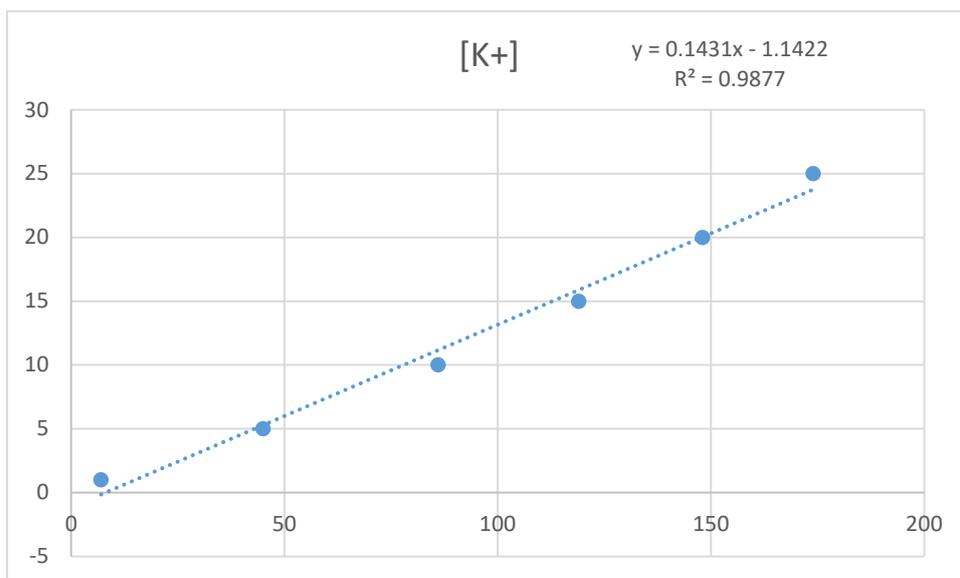


Figura 27. Gráfico concentración de potasio (elaboración propia).

Esta grafica es la obtenida a partir de la absorbancia y la concentración, a partir de la cual obtenemos la ecuación de la recta y se obtiene la concentración del Potasio:

Tabla 17. Concentración de potasio obtenida.

	<b>K<sup>+</sup> (meq/L)</b>
Entremedio goteo con altura	0,06
Suelo arenoso	0,05
Goteo con altura	0,21
Goteo sin altura	0,21
Entremedio del goteo sin altura	0,17

Tabla 18. Interpretación del potasio.

0,00 – 0,30	Muy bajo
0,30 – 0,60	Bajo
0,60 – 0,90	Normal
0,90 – 1,50	Alto
1,50 – 2,40	Muy alto

Por lo tanto el nivel de potasio en los suelos será bajo.

### 3.1.8 Extracto de pasta saturada

En la pasta saturada se analizan las características de la solución del suelo en estado de saturación, teniendo en cuenta el pH, la conductividad eléctrica, cantidad de mL añadidos y la cantidad de cationes y aniones (Mg, Na, Ca, K y Cl)

Tabla 19. Cantidad de agua añadidos para saturación

	mL de agua añadidos para saturación
Goteo con altura	185 mL
Goteo sin altura	195mL
Entremedio del goteo con altura	170mL
Entremedio del goteo sin altura	195mL
Suelo arenoso	150mL

Tabla 20. pH obtenido posterior a la filtración.

	pH
Goteo con altura	8,31
Goteo sin altura	8,35
Entremedio del goteo con altura	8,12
Entremedio del goteo sin altura	8,15
Suelo arenoso	7,90

Tabla 21. Conductividad obtenida posterior a la filtración.

	Conductividad eléctrica (dS/m)
Goteo con altura	1,93
Goteo sin altura	1,57
Entremedio del goteo con altura	0,72
Entremedio del goteo sin altura	2,12
Suelo arenoso	0,61

### Magnesio

Tabla 22. Concentración de magnesio obtenida

	Mg <sup>2+</sup> (meq/L)
Goteo con altura	0,96
Goteo sin altura	0,84
Entremedio de goteo con altura	0,67
Entremedio de goteo sin altura	1,22
Suelo arenoso	0,87

## Sodio

Tabla 23. Concentración de sodio obtenida

	<b>Na<sup>+</sup> (meq/L)</b>
Goteo con altura	0,05
Goteo sin altura	1,61
Entremedio del goteo con altura	0,99
Arenoso	1,58
Entremedio del goteo sin altura	2,21

## Cloro

Tabla 24. Concentración de cloro obtenida

	<b>Cl<sup>-</sup> (meq/L)</b>
Goteo con altura	7,69
Goteo sin altura	5,49
Entremedio del goteo con altura	6,12
Arenoso	7,34
Entremedio del goteo sin altura	9,46

## Calcio

Tabla 25. Concentración de calcio obtenida

	<b>Ca<sup>2+</sup> (meq/L)</b>
Goteo con altura	28,57
Goteo sin altura	22,56
Entremedio del goteo con altura	18,97
Arenoso	14,40
Entremedio del goteo sin altura	10,39

## Potasio

Tabla 26. Concentración de potasio obtenida

	<b>K<sup>+</sup> (meq/L)</b>
Entremedio goteo con altura	0,13
Goteo con altura	0,35
Goteo sin altura	0,34
Arenoso	0,29
Entremedio del goteo sin altura	0,37

Tabla 27. Clasificación iones de la pasta saturada.

<b>Elemento</b>	<b>Bajo</b>	<b>Normal</b>	<b>Alto</b>
<b>Cloruros (meq/L)</b>	<5	<15	>25
<b>Sodio (meq/L)</b>	-	<7	>15
<b>Potasio (meq/L)</b>	<1	>2	>5
<b>Calcio (meq/L)</b>	<5	>5	>20

Los cloruros presentes en ambos campos estarán a un nivel normal, los sodios a un nivel bajo, el potasio a un nivel bajo y el calcio a un nivel alto.

Existe una clara diferencia entre los dos tipos de suelos, el suelo arenoso presenta unos contenidos en Na y Cl más elevados que el suelo de marjal esto es debido al riego con aguas de balsas cercanas que presentan una conductividad ligeramente elevada al ser aguas salobres. Los suelos arenosos por su composición y textura la retención de cationes y aniones es baja, por lo el efecto en los vegetales es bajo y también son suelos muy pobres en materia orgánica y en fertilidad.

Mientras que con el suelo de marjal se observa que es ligeramente más fértil que el arenoso, aunque también presenta problemas debido a que es un tipo de cultivo en barrera y además hay caballones con distintas alturas lo que hace que la mayoría de los elementos sean arrastrados a la zona inferior del caballón como podemos observar en las tablas anteriores.

### 3.1.9 Seguimiento con el medidor de humedad HH2.

En el seguimiento de los parámetros de humedad, conductividad eléctrica y temperatura se han medido 15 puntos de muestreo en el campo de tipo marjal y 5 en el campo de suelo arenoso:

#### Campo marjal

Tabla 28. Datos obtenidos con el medidor de humedad HH2 en el campo de marjal.

Humedad	Tª	Conductividad	Altura
0,158	19,4	1,55	Con altura
0,348	16	1,96	Sin altura
0,128	17,6	1,37	Con altura
0,318	15,6	1,82	Sin altura
0,101	18	1,62	Con altura
0,351	15,1	1,89	Sin altura
0,089	20,9	1,24	Con altura
0,369	16,7	2,38	Sin altura
0,141	17,2	1,68	Con altura
0,352	17,3	2,16	Sin altura
0,119	20	1,67	Con altura
0,372	15,9	Muy seco	Sin altura
0,048	24	Muy seco	Con altura
0,039	25,8	Muy seco	Sin altura
0,058	27,9	Muy seco	Con altura

Como se observa en los parámetros en las zonas de menor humedad la temperatura es mayor debido a que el sol dejaba la zona de suelo más seca que la que podía estar en la sombra, mientras que la conductividad también se ve afectada depende de la altura a la que estuvieras o encima del caballón o debajo.

Campo vedat (suelo arenoso)

Tabla 29. Datos obtenidos con el medidor de humedad HH2 en el campo de marjal.

Humedad	Tª	Conductividad
0,018	28,5	Muy seco
0,015	27,7	Muy seco
0,113	24,3	1,61
0,129	25,4	1,37

En el suelo arenoso la humedad era mínima en las zonas lejos de los goteos y no se podía medir la conductividad, mientras que en las zonas cercanas al goteo y un poco más húmedas si.

## 4. Conclusiones

Teniendo en cuenta la degradación que pueden presentar los suelos por el tiempo de cultivo, podemos comprobar los parametros que determinan si el suelo sera fertil o no.

- La humedad del suelo es mayor en el suelo de marjal que en el arenoso ya que el suelo arenoso percola rapidamente el agua debido a su contenido en arenas e elevado, mientras que el de marjal retiene el agua durante más tiempo. Los valores de humedad influyen con la altura, encima del caballón hay menor humedad debido a que no habia sombra, el tubo de goteo no regaba bien el suelo y menor presencia de sombra, mientras que en la zona sin altura al haber más sombra que hacen los arboles, la humedad queda mejor retenida, los valores de humedad eran más altos.
  - La conductividad electrica se ve afectada por la altura del caballón, es decir, en las zonas que la humedad era menor y que estaban más lejos de los tubos de goteo la conductividad electrica y por lo tanto la salinidad aumentaban, debido a que los sistemas de goteo no ayudan a disolver las sales presentes en el suelo y el sistema tradicional por inundación si ya que hace un lavado natural del terreno.
  - La temperatura del suelo es el parametro que más varia porque las medidas algunas estan tomadas a principios de febrero y otras están tomas a finales de mayo donde la temperatura es mayor. La temperatura en el suelo arenoso es mayor debido a que hay mayor espacio entre los arboles naranjos que entre los del campo de marjal.
  - El pH del suelo presenta unos valores entre 7,9 y 8,5 cerca de un suelo neutro presentando problemas de alcalinidad menores y siendo oderadamente básico, producido principalmente por la elevada presencia de calcáreas. En cuanto a la conductividad electrica se encuentran unos niveles muy bajos, por debajo de los 2dS/m por lo tanto el suelo no tendrá problemas de salinidad.
  - En cuanto a la textura cada tipo de suelo presenta un tipo diferente, el suelo de marjal presenta un valor aproximado de arenas, limos y arcillas en las 4 zonas diferentes de la recogida de muestra, mientras que en el suelo arenoso domina la cantidad de arenas presentes. El suelo de marjal esta en proporciones muy optimas a las ideales ,es decir, presenta una textura suelta por las arenas
  - El nivel de carbonato calcico esta presente en ambos suelos de forma alta siendo pobres en materia orgánica. También pueden producir deficiencias de hierro y zinc, que se puede aportar mediante abonos.
  - La materia orgánica esta presente en un nivel muy bajo, lo cual es un problema porque la materia orgánica pasa a ser nutrientes que absorbe la planta para su crecimiento y desarrollo.
  - Los resultados obtenidos para la CIC y para las bases de cambio son valores normales para el tipo de suelo, ya que el suel de marjal presenta un nivel normal mientras que el arenoso un nivel bajo por el tipo de suelo
- Finalmente se podría decir que ambos suelos pueden ser utilizados para el uso agrícola, teniendo en cuenta las carencias de materia orgánica que se puede solucionar aportando abonos y el exceso de carbonato calcico que se puede mejorar añadiendo hierro a los campos.

## 5. Bibliografía

### Libros

Ahrens, C. D. (2003). Meteorology today : an introduction to weather, climate, and the environment (7th ed..). Pacific Grove [etc.]: Brooks/Cole.

Barry, R. G., & Chorley, R. G. (1999). Atmosfera, tiempo y clima. Barcelona: Omega.

Cuadrat, J. M., & Pita, M. F. (1997). Climatología (1ª, 3ª ed..). Madrid: Cátedra.

Elías Castillo, F., & Castellvi Sentis, F. (2001). Agrometeorología (2ª ed..). Madrid: Mundi-Prensa.

Monteith, J. L., & Unsworth, M. H. (2008). Principles of environmental physics [electronic resource] (3rd ed..). Amsterdam ; Boston: Elsevier.

Pierzynski, G. M., Sims, J. T., & Vance, G. F. (2005). Soils and environmental quality (3rd ed..). Boca Raton: Taylor & Francis.

Porta Casanellas, J., López-Acevedo Reguerín, M., & Poch i Claret, R. M. (2009). Introducció a l'edafologia : ús i protecció de sòls. Madrid: Mundi-Prensa.

Porta Casanellas, J., López-Acevedo Reguerín, M., & Roquero de Laburu, C. (2003). Edafología para la agricultura y el medio ambiente (3ª ed. rev. y amp..). Madrid [etc.]: Mundi-Prensa.

Weil, R. R., & Brady, N. C. (2017). The nature and properties of soils (15th ed..). Harlow, England: Pearson Education.

White, R. E. (1987). Introduction to the principles and practice of soil science (2nd. ed..). Oxford, etc.: Blackwell.

### Paginas web

Ecología y enseñanza rural, nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas, estudio USDA montes 131  
<<http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s04.htm>> [Consulta: 14 de abril de 2019]

Comunidad Valenciana, Clima Tabernes de Valldigna: Temperatura, Climograma y Tabla climática para Tabernes de Valldigna <<https://es.climate-data.org/europe/espana/comunidad-valenciana/tabernes-de-valldigna-57208/>> [Consulta: 14 abril de 2019]

Instituto valenciano de investigaciones agrarias <<http://riegos.ivia.es/listado-de-estaciones/tavernes-de-la-valldigna>> [Consulta: 14 abril de 2019]

Textura del suelo

<[http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706s/x6706s06.htm](http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm)> [Consulta: 2 de mayo 2019]

Capacidad de intercambio catiónico

<[https://es.wikipedia.org/wiki/Capacidad\\_de\\_intercambio\\_cati%C3%B3nico](https://es.wikipedia.org/wiki/Capacidad_de_intercambio_cati%C3%B3nico)>

[Consulta: 7 mayo 2019]

El manejo de los suelos Calcáreos<<http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-calcareos/es/>> [Consulta: 7 mayo 2019]

Agricultura orgánica y recursos abióticos, Fuente: Stolze et al. (2000)<<http://www.fao.org/3/y4137s/y4137s05.htm>> [Consulta: 6 junio de 2019]

Propiedades químicas de los suelos <<http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>>

[Consulta: 8 junio 2019]

Interpretación de análisis de suelo, Fuente: M<sup>a</sup> Soledad Garrido

Valero<[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1993\\_05.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf)>

[Consulta: 12 junio 2019]