



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR Y FACULTAD DE CIENCIAS
EXPERIMENTALES
INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA
HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA

“EVALUACIÓN DE LOS SUELOS DE UNA FINCA DE ALMENDROS EN REGADÍO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE PUERTO LUMBRERAS (EL ESPARRAGAL). PROPUESTAS DE MEJORA”



ALUMNO:
DOMINGO REINALDOS NAVARRO
ALMERÍA, SEPTIEMBRE 2013

DIRECTORES:

DR. JUAN ANTONIO SÁNCHEZ GARRIDO
DR. INÉS GARCÍA FERNÁNDEZ



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR Y FACULTAD DE CIENCIAS
EXPERIMENTALES
INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA
HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA

**“EVALUACIÓN DE LOS SUELOS DE UNA FINCA DE
ALMENDROS EN REGADÍO EN EL TERMINO
MUNICIPAL DE PUERTO LUMBRERAS (EL
ESPARRAGAL). PROPUESTAS DE MEJORA”**

ALUMNO:
DOMINGO REINALDOS NAVARRO
ALMERÍA, SEPTIEMBRE 2013

DIRECTORES:

DR. JUAN ANTONIO SÁNCHEZ GARRIDO
DR. INÉS GARCÍA FERNÁNDEZ

AGRADECIMIENTOS:

La realización de este trabajo ha requerido un largo periodo de tiempo. La conjunción de todos los resultados obtenidos en campo y laboratorio, su estructuración, la aportación de la coherencia necesaria e incorporación de información ha supuesto un gran esfuerzo.

He de agradecer el gran trabajo realizado por mis directores de proyecto Drs. Juan Antonio Sánchez Garrido e Inés García Fernández, por su apoyo, supervisión, el conocimiento que me han transmitido, ayuda desde el comienzo y por su puesto por permitirme la realización del proyecto en cuestión.

A su vez dar gracias a todos los miembros del Área de Conocimiento de Edafología y Química Agrícola, especialmente a Aurora Loro Berrocal, por su ayuda, colaboración, amistad y cariño que han hecho que me sintiera como un miembro más de este gran equipo.

Especial agradecimiento a mi tío (Francisco Reinaldos Sánchez) por como dice él “la donación de la finca a la ciencia”, ayuda, colaboración y la respuesta a las innumerables preguntas que le he hecho a lo largo de este trabajo.

Nunca pensé que podría llegar hasta aquí, que este momento iba a llegar, por eso he de indicar que gran parte de este mérito no es solo mío, sino, que se lo debo a mis padres, hermano y familia, que me han apoyado y ayudado en todo momento, gracias, y ante todo pedir disculpas por los momentos de tensión y falta de comprensión por mi parte del gran esfuerzo que han hecho para que este día llegase.

Una vez más, gracias a todas aquellas personas, profesores y amigos que de algún modo han colaborado.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Generales	3
2.2. Específicos.....	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1. ANTECEDENTES.....	5
3.2. GEOLOGÍA.....	5
3.3. RELIEVE.....	11
3.4. CLIMA.....	11
3.5. VEGETACIÓN.....	12
3.6. SUELOS.....	17
3.7. EVALUACIÓN DE SUELOS.....	19
3.8. MAPA DE CULTIVOS Y APROVECHAMIENTOS DE PUERTO LUMBRERAS.....	22
3.9 EL ALMENDRO.....	24
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	29
4.1. DESCRIPCION DEL ESTUDIO REALIZADO.....	31
4.1.1. Fase de campo.....	31
4.1.2. Fase de laboratorio.....	31
4.1.3. Fase de gabinete.....	36
4.2. TRATAMIENTO INFORMÁTICO.....	51

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
5.1. EVALUACIÓN DE LA HOJA DE PUERTO LUMBRERAS.....	53
5.2. EVALUACIÓN DE LOS SUELOS DE LA PARCELA DE ESTUDIO...	65
5.2.1. Datos analíticos de la parcela de estudio.....	65
5.2.2. Evaluación de los suelos de la finca.....	68
5.2.3. Distribución de las sales del fertirriego en el suelo.....	73
5.3. PROPUESTAS DE MEJORA.....	85
5.4. BALANCE ECONÓMICO.....	86
6. CONCLUSIONES.....	87
7. BIBLIOGRAFÍA.....	89

1. INTRODUCCIÓN

Para la mayoría de las actividades humanas, el suelo es el escenario en el que se desarrolla la vida. Es un componente ambiental que por su origen, formación y evolución, debe considerarse como un sistema abierto que intercambia materia y energía con la atmósfera, hidrosfera, litosfera y biosfera.

Lo podemos definir como el cuerpo que resulta de la actuación del clima, relieve y organismos, sobre el material original a lo largo del tiempo (Universidad de Granada, Departamento de Edafología y Química Agrícola. (2013a)). . Actuación que conlleva la implantación de una serie de procesos edafogénicos y la evolución desde un estado inicial o inmaduro a un estado de madurez en el que tanto los factores como el producto resultante se encuentran en equilibrio.

Duchaufour (1975) indica que en los estudios edafogénicos es conveniente considerar factores formadores, procesos de desarrollo y propiedades del conjunto. Distingue dos tipos de factores en la formación del suelo: activos y pasivos; entre estos últimos se puede citar el material original, y dentro de los activos cabe señalar la acción del relieve, hidrología, clima, vegetación y uso del suelo entre otros.

Según el mismo autor (1977), la roca madre, como factor formador del suelo, influye en la fracción mineral de los suelos, la cual es producida por la transformación del material original sujeto a dos procesos: por una parte, la disgregación física y mecánica sin modificación química de los minerales, producto de los efectos de las variaciones de temperatura, heladas, agentes erosivos, etc., que es característica de los climas fríos y desérticos; por otra parte, el segundo proceso es la alteración química que conduce a la transformación de los minerales primarios en formación de minerales secundarios (particularmente arcillas), y que ocurre en presencia de agua rica en agentes activos como oxígeno, dióxido de carbono o ácidos orgánicos, a temperaturas suficientemente altas, por lo que este proceso alcanza su máxima intensidad en climas ecuatoriales húmedos y decrece gradualmente hacia los climas fríos y secos.

Desde que el hombre del neolítico dejó de ser recolector y cazador para transformarse en agricultor y ganadero, el suelo viene soportando una explotación intensiva. Han sido unos 10.000 años de utilización irracional del suelo por el hombre, que lo ha empleado para todo tipo de uso sin otro objetivo que sacarle el máximo rendimiento como indica Universidad de Granada, Departamento de Edafología y Química Agrícola. (2013b). Como resultado, el suelo ha llegado a nuestros días intensamente degradado hasta el punto de encontrarse gran parte de nuestras tierras de labor, especialmente en las regiones áridas y semiáridas, en una situación de deterioro irreversible. Para invertir esta dramática situación, la única solución pasa por un uso racional del suelo, es decir, utilizar cada suelo para aquello que presenta mejores características y

programar su manejo de manera que se cause la mínima degradación. Y esto es precisamente el fin último de la Evaluación de Tierras.

Una vez que se ha realizado el estudio de los factores del medio físico, se impone la necesidad de ofrecer una ordenación del espacio en función del uso más adecuado del medio, entendiendo como tal, aquel que permite la mayor rentabilidad posible con los mínimos riesgos de degradación, y así Bennet (1950) preconiza el concepto de capacidad agrológica para dilucidar la productividad y el deterioro de la tierra con el uso continuado, basado en óptimos de producción, pero que resulta difícil de aplicar en el área mediterránea, como comprobaron Delgado et al. (1985) en el área de Linares (Jaén).

Según García Álvarez (1981) se puede definir la “ordenación del territorio” como el conjunto de actuaciones encaminadas a conseguir, en un área determinada, una distribución óptima de la población y de las actividades económicas y sociales y, como consecuencia de ello, de los grandes ejes de comunicación, de los equipamientos públicos con carácter supramunicipal y de los espacios naturales.

Es evidente que puede llegarse a un equilibrio entre la potencialidad de los recursos naturales y los aspectos derivados de la estructura territorial y económica de las áreas consideradas, incluso puede asegurarse que, en la mayor parte de los casos son las decisiones de orden político-social las que definen no la vocación pero sí la asignación final de esos usos, Blum W.E.H. Soil degradation caused by industrialización and urbanization.

En el área de estudio enclavada en el término municipal de Puerto Lumbreras, la economía está basada en la agricultura y la ganadería, estando la agricultura constituida por invernaderos de flores, hortalizas y fundamentalmente cultivo de frutales, Ministerio de Agricultura, Alimentación y medio ambiente, (2008).

Uno de los principales cultivos dentro de los frutales es el almendro el cual se desarrolla a mayor escala. Este basa su producción en un sistema tradicional de secano, hecho que hace de esperar que sus producciones y rendimientos no sean altos, aunque existe una tendencia hacia el cultivo en regadío y el seguimiento de estrategias que aumenten la producción y por tanto el rendimiento.

Las características del almendro y su manejo reflejan que la preocupación no es en vano, de tal manera que es necesario un estudio completo de los suelos para realizar un aprovechamiento óptimo del recurso sin llegar a deteriorar las características físicas, químicas y biológicas del mismo, hecho que justifica la realización del proyecto en cuestión, el cual se ha llevado a cabo con la colaboración de productores interesados.

2. OBJETIVOS

2.1. GENERAL

El presente proyecto tiene como objetivo general realizar una evaluación de los suelos y en función de las características, establecer una serie de propuestas de mejoras agronómicas adaptadas para la optimización del cultivo así como servir de base para la mejora de los suelos de la comarca, con la premisa de obtener el máximo rendimiento con el mínimo deterioro.

2.2. ESPECÍFICOS

- Estudio de las características edafoclimáticas de la zona de estudio.
- Evaluación de la fertilidad de los suelos mediante diferentes métodos.
- Propuestas de mejora para la optimización del cultivo.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. ANTECEDENTES

Según Dorronsoro en su página web (<http://edafologia.net/>), los estudios de Evaluación de Suelos pueden ser válidos por sí mismos, sin necesidad de una petición previa, simplemente se pueden realizar en cualquier momento como un importante aporte para conocer la calidad de los suelos de una región, como un recurso medioambiental, tan importante como puede ser conocer los tipos básicos de suelos, la litología, la geología, la hidrología, vegetación, el relieve, etc. Por tanto, para una correcta Evaluación de suelos de un territorio es necesario conocer los suelos que allí se desarrollan y esa información nos la da la Cartografía de suelos.

Los estudios de suelos realizados en la zona de objeto de trabajo han sido muy escasos y de relativamente poca relevancia, ya que se han realizado de forma puntual y con poca profundidad en el tema de estudio.

El más significativo, a nuestro juicio, es el siguiente:

PROYECTO LUCDEME (LUcha Contra la DEsertificación del MEditerráneo) Mapa de suelos a escala 1:100000 de Puerto Lumbreras, hoja 975 del mapa topográfico nacional (Alías y col. (1988)) donde hay un total de 19 suelos analizados, de los cuales los predominantes en la zona son los Regosoles, aunque los de mayor importancia son los Fluvisoles y Calcisoles que son los de mayor fertilidad y por tanto de mayor interés agronómico.

3.2. GEOLOGÍA

El sector estudiado se encuentra situado en el interior de la Zona Bética s.str., la más meridional de las zonas en que subdividen las cordilleras Béticas.

La tectónica de la Zona bética es de claro estilo alpino, impuesta sobre otras anteriores a las que ha enmascarado. Su principal característica son los mantos de corrimiento que han dado lugar a cuatro grandes complejos estructurales, caracterizados por diferente litoestratigrafía y grado de metamorfismo, representados en la hoja del PROYECTO LUCDEME de Puerto Lumbreras y cuya distribución coincide prácticamente con las alineaciones orográficas más importantes.

- Complejo Nevado-Filábride, constituye la mayor parte de la Sierra de Almenara, que forma el basamento de la zona Bética y está compuesto por dos unidades tectónicas.

- Unidades intermedias, situadas tectónicamente entre el complejo anterior y el Alpujárride, que constituyen la unidad de la sierra de En medio y la unidad situada en la parte meridional de la Sierra de Almenara.
- Complejo Alpujárride, aflora formando la mayor parte de la sierra de la Torrecilla y en el sector Suboriental de la hoja.
- Complejo Maláguide, aparece en pequeños afloramientos en las sierras de Almenara y En medio y en mayor extensión en la sierra de la Torrecilla, sobre todo en su límite Septentrional.

Descansando sobre estos complejos se encuentran también materiales litológicos mucho más recientes:

- Sedimentos neógenos y postorogénicos, depositados en las cuencas interiores individualizadas después de la colocación de los mantos de corrimiento y la fase orogénica más importante.
- Materiales cuaternarios, muy ampliamente distribuidos por toda la hoja, principalmente por la zona central.

Complejo Nevado- Filábride

Está formado por dos unidades bien diferenciadas: la primera, que constituye el substrato Nevávide, atribuida al Carbonífero, aunque sin descartar que contenga materiales paleozoicos más antiguos e incluso precámbricos; y la segunda, en contacto mecánico sobre la anterior, compuesta por la serie Filábride.

La serie Nevávide aparece sólo en un pequeño afloramiento en la parte central de la Sierra de Almenara, a unos tres kilómetros al sureste de La Carrasquilla. Está constituida por esquistos y micasquitos cuarcíticos grafitosos, de color gris oscuro o negro, que se encuentran suavemente replegados y que desaparecen bajo las rocas que forman la serie Filábride.

Dentro de la serie Filábride se distingue un tramo inferior, que se extiende por toda la mitad septentrional de la Sierra de Almenara prolongándose al Noroeste, hacia la hoja de Mazarrón, y al Suroeste, ya en la hoja de Águilas. Está formado por cuarcitas claras, esquistosas, de grano fino, con abundante moscovita, y esquistos grisáceos. Localmente también hay micasquitos grafitosos con cloritoide, que a veces pasan a micacitas y niveles de mármoles claros muy micáceos. En algunos sectores: alrededores de la Casa de Cano, en las proximidades de los kilómetros 80 y 81 de la carretera Caravaca – Águilas, etc., aparecen metabasitas anfibólicas de textura ofítica.

Hay también un tramo superior en la serie Filábride de la Sierra de Almenara cuyo muro está constituido por rocas esquistosas de color verde oscuro situadas, por contacto mecánico, sobre la serie Filábride inferior. Los minerales esenciales de esas rocas varían según los sectores, dando lugar a anfibolitas epidóticas, anfibolitas, o bien gneises albíticos. Hacia mármoles hasta calizas, caracterizados por poseer abundante moscovita.

Debido a la ausencia de fósiles, la edad de la serie Filábride no es bien conocida pero la mayor parte de los autores coinciden en incluir al Filábride inferior en el paleozoico superior y al Filábride superior en el Triásico.

Unidades intermedias

Se encuentran entre los complejos Nevado-Filábride y Alpujárride y afloran en la Sierra de En medio y al Sur de la Sierra de Almenara.

En la Sierra de En medio, esta unidad tiene en su base filitas arenosas de color grisáceo con intercalaciones de niveles de cuarcitas y areniscas metamórficas, destacando estas últimas en el relieve por su mayor resistencia a los fenómenos erosivos. Se extiende esta formación por el Cabezo de la Paja, Loma de la Perdiz, Collado de Aullón, Cerro de la Ermita, Collado de los Gabrieles, etc. En algunos lugares aparecen intrusiones de dibasas y metabasitas, encontrándose el mayor afloramiento en los alrededores del vértice Agujero. La parte superior de esa unidad está constituida por calizas recristalizadas y mármoles con intercalaciones yesíferas que, al igual que en la formación basal, tienen rocas intrusivas básicas. Aflora esta formación superior en la Sierra de Umbría, Las Pocicas y en el sector Noroccidental de la Sierra de Enmedio.

En la sierra de Almenara, esta unidad intermedia se puede considerar también dividida en una formación inferior y otra superior. La primera está constituida por areniscas rojas, pizarras y filitas, que se apoyan por contacto mecánico sobre el Complejo Nevado-Filábride, mientras que la formación superior, compuesta por calizas marmóreas se extiende por el Alto del Chueco, Atalaya, Cabezo del Tejedor, Cabezo de la Lagená, Pico del Talayón, etc.

Las edades atribuidas a las formaciones inferior y superior son permotriásicas y triásicas, respectivamente.

Complejo Alpujárride

Este complejo aflora, como hemos comentado anteriormente, formando el basamento de la Sierra de la Torrecilla y al Suroeste de la Sierra de Almenara.

En el extremo Suroriental de la hoja (Loma del Escriban, Collado de Alcaibar, Vértice tinajeros, Lomo de Bas y Loma de Pinilla) se puede distinguir un zócalo inferior constituido por micasquistos negros grafitosos y cuarcitas con lentejones de mármoles oscuros, al que se le ha atribuido (División de Geología IGME, 1974) una edad paleozoica, desde el Silúrico al Permo-Trías.

Sobre este conjunto inferior descansa una formación muy potente de filitas grises y beiges, micasquistos, cuarcitas y metaconglomerados que constituyen la mayor parte del sector Noroccidental del área de estudio: Cabezos del Pino, Cuervos, Campamento, Bonete y Puerco, Loma del Cocón, Alto de la Jarosa, Collado de los Guerreros, etc. Se le ha atribuido a este conjunto de la parte alta del zócalo una edad Paleozoico superior.

Hay también una formación, aparentemente discordante, descansando indistintamente sobre el paleozoico inferior o el superior constituida por filitas de colores abigarrados, areniscas y cuarcitas, que aflora sobre todo el sur de la Sierra de Almenara, entre esta sierra y la carretera de Águilas a Mazarrón.

Por último, coronando las formaciones anteriores hay un potente tramo de carbonatado, constituido por calizas, calizo-dolomías y dolomías recristalizadas de colores oscuros y aspecto brechoide, que aparece tanto en el sector Suroriental (Alto de la Palmera y entre La Atalaya y el Collado de Alcáibar) como en el Noroccidental (al Norte y al Oeste del Collado de los Guerreros).

Complejo Maláguide

Se presenta este complejo dividido en varias formaciones con litología distinta, situadas tectónicamente sobre el complejo Alpujárride y las unidades intermedias. Se extiende al sur de la Sierra de Almenara, parte Septentrional de la Sierra de Umbría y sobre todo en la Sierra de la Torrecilla.

La formación inferior, perteneciente al Devónico- carbonífero, está constituida por gravas de grano fino a grueso, con niveles de filitas y areniscas y, muy localmente lentejones de calizas poco potentes. Este tramo aparece sólo en el vértice Noroccidental de la hoja, El Calar y Loma de Malverde, y al oeste de Peña Rubia.

Sobre esta se encuentra otra formación de areniscas, cuarcitas, pizarras y lentejones de conglomerados poligénicos, de colores rojos o violetas, claramente

diferenciables de los materiales adyacentes, de edad, de acuerdo con su posición estratificada, posiblemente permotriásica. Se encuentra bien extendida en la Cuesta y Loma de Los Coloraos, entre el Collado de los Guerreros y Peña rubia y al sur de los kilómetros 26 al 30 de la carretera Mazarrón- Águilas.

En contacto mecánico sobre la anterior hay una formación dolomítica de grano fino y color grisáceo, atribuible al triásico medio superior, que constituye todo el núcleo de Peña Rubia.

Por último, afloran calizas blancas y amarillentas en contacto mecánico con la serie inmediatamente inferior, de edad posiblemente jurásica, constituyendo las denominadas Peñas de Béjar.

Materiales neógenos postorogénicos

Después de los movimientos orogénicos más importantes quedaron individualizadas en la comarca diversas cubetas sinclinales que actuaron como cuencas de sedimentación durante el resto del neógeno. Estos materiales postorogénicos se encuentran en clara discordancia sobre los complejos anteriores y están constituidos en su base por un potente conjunto de conglomerados de cantos poligénicos y totalmente heterométricos, fuertemente cementados por una matriz arenosa y limosa, carbonatada en algunas ocasiones, colores rojizos y en ocasiones grisáceos. La naturaleza de los cantos es eminentemente metamórfica (esquistos, filitas, cuarcitas, pizarras, etc.) aunque también aparecen calizas y dolomías. El tamaño es muy variable, llegándose a encontrar incluso grandes bloques de algunos metros de diámetro sobre todo hacia el borde de la formación. Localmente hay capas intercaladas de areniscas rojas y amarillentas con escasa microfauna, pero que ha permitido datar a este conjunto como Tortoniense e incluso más moderno. Aparecen bien representados en un afloramiento, rodeado de materiales alpujárrides, entre el Cabezo de Puerco y Peñas de Bejar, y al Norte y al Oeste de Puerto Lumbreras.

No se observan formaciones más modernas en el sector Occidental de la hoja, los sedimentos cuaternarios aparecen discordantes sobre los conglomerados anteriores. Sin embargo, en el área oriental, en la vertiente septentrional de Sierra Almenara, entre Purias y el vértice Noroccidental, aflora una serie alternante de margas, areniscas y areniscas margosas que ha sido datada como messiniense. Algo más al Norte, en las denominadas lomas de las Aguaderas, Baraunda y Campanillas y en la Hoya del Campillo, hay sobre la serie anterior una formación de conglomerados, mal cementados por una escasa matriz limosa carbonatada, de gruesos cantos de origen metamórfico y marcadamente heterométricos.

Es digno de destacar también como materiales postmantos la presencia de un afloramiento de rocas subvolcánicas de tipo andesítico en Cerro Galindo, al Sureste de la Ermita de Casa Cermeño.

Depósitos cuaternarios

Estos sedimentos pueden dividirse en antiguos y modernos. Los primeros se encuentran principalmente en los bordes de la falda de la vertiente septentrional de las sierras de la Carrasquilla y Almenara y rodeando la Sierra de Enmedio. Se trata de coluviones y aluviones, con frecuentes cantos de rocas silicatadas y carbonatadas, de colores rojizo y pardorrojizo, que suelen tener en su parte superior una potente costra caliza que ha sido rota en bastantes lugares por labores de roturación. Diversos autores han datado estos materiales como Villafranquiense o Cuaternario Inferior.

Discordantes sobre este Cuaternario antiguo se encuentran derrubios de ladera, con abundantes gravas, que constituyen con frecuencia conos de deyección y que se consideran como Cuaternario más moderno.

Por último, están los depósitos aluviales recientes y actuales que ocupan los cauces de los numerosos barrancos y ramblas existentes, así como gran parte del área estudiada. Toda la gran llanura aluvial que constituye el Campo de Lorca está recubierta por arcillas, limos, arenas y gravas de diversa naturaleza, depositados sobre una superficie previamente erosionada lo que hace que su potencia sea muy variable. Estos materiales proceden de la erosión de los suelos y los materiales meteorizados de las rocas de los relieves que hay a ambos lados del ancho corredor intramontañoso, que con dirección de Suroeste- Noroeste atraviesa el sector central de la hoja, y que fueron arrastrados por las aguas de lluvia, escasas pero intensas que caracterizan a la región, siendo depositados posteriormente produciendo el relleno de la depresión. Se trata de una formación muy poco homogénea, que presenta frecuentes cambios laterales de facies. Naturalmente, los sedimentos más gruesos quedaron en las zonas próximas donde fueron arrancados, mientras que los más finos se depositaron en áreas más alejadas y deprimidas.

El acarreo de materiales por las ramblas cuando se producen lluvias torrenciales ha conducido a una disminución gradual de sus cauces al adentrarse en la llanura, llegando incluso, en bastantes casos, a su colmatación.

3.3. RELIEVE

La zona que vamos a estudiar está ocupada por un amplio corredor intramontañoso de dirección Suroeste- Noroeste. Se trata de una zona de depresión tectónica que ha sido rellenada superficialmente por los aportes sedimentarios de las innumerables ramblas que descienden de las alineaciones montañosas circundantes. Estas ramblas al adentrarse en la llanura y colmatarse de sedimentos adquieren unos cauces divagantes que favorecen la formación de algunos sectores semiendorreicos.

En esta extensa depresión, caracterizada por una pendiente muy suave, se encuentra limitada al Noroeste por las sierras de la Torrecilla y Peña Rubia y al este y sureste por las sierras Almenara y Carrasquilla, respectivamente.

3.4. CLIMA

El clima es una característica ambiental de suma importancia como factor en la formación del suelo, así como en el uso aplicado que de éste pueda hacerse, razón por la cual suele intervenir a uno u otro nivel en los diferentes sistemas de clasificación de suelos.

Debido a la falta de datos climáticos relativos al suelo de la comarca estos van a estar referidos a la hoja del proyecto LUCDEME 975 (Puerto Lumbreras) y a los datos termopluviométricos aportados por las estaciones meteorológicas localizadas en el área de estudio.

En estas referencias se ha asignado una capacidad de almacenamiento de agua o reserva de unos 200 mm, valor considerablemente alto para la inmensa mayoría de nuestros suelos, pero que, no obstante, no afecta a los resultados finales.

La precipitación media anual alcanza unos valores que oscilan entre los 200-300mm en Puerto Lumbreras, por otro lado, la temperatura media anual es relativamente alta, con valores de 17°C, razón por la cual la evapotranspiración potencial anual, ETP, es de 869 mm, lo que indica que es mucho más elevada que las precipitaciones hechas que determina que existe un déficit de agua importante (540 a 640 mm).

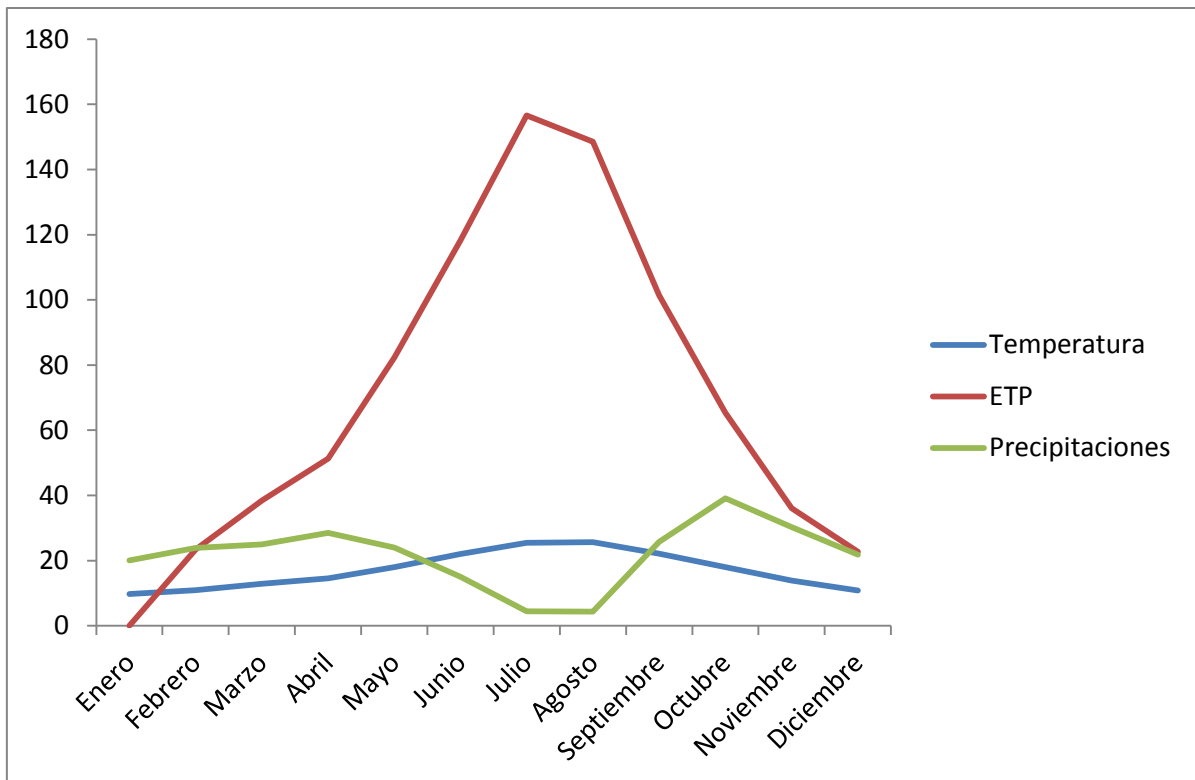


Figura 3.4.1. Gráfico climático de Puerto Lumbreras.

3.5. VEGETACIÓN

El área incluida en la hoja de Puerto Lumbreras (975) pertenece en su mayoría a la provincia biogeográfica Murciano- Almeriense, sector almeriense, dentro del distrito Lorquino-verense, con marcado dominio del piso termomediterráneo bajo ombroclima semiárido en las zonas basales. En la parte Noroccidental de la zona, al Norte de la carretera nacional 340, entre Lorca y Huércal-Overa, se sitúa un territorio montañoso que pertenece a la provincia biogeográfica Bética, sector Guadiciano-Bacense, distrito Estaciense.

Los territorios murciano-almeriense son marcadamente áridos y cálidos, si se exceptúan las áreas montañosas de la Sierra de Almenara y de la de En medio, en las que por encima de los 650m en las umbrías se puede alcanzar el ombroclima seco. Estas zonas cumbres presentan una vegetación con cierto carácter relíctico, muy semejante a la de las cercanas áreas Estacienses.

Las sierras de La Torrecilla, Cabezo de la Jara y Collado de los Guerreros constituyen un territorio donde, por las mayores altitudes, domina un clima más fresco y húmedo, lo que permite la dominancia de series boscosas en las que la carrasca (*Quercus rotundifolia*) representa el árbol más característico de la vegetación madura. El fondo

florístico de estos territorios es marcadamente bético, en detrimento de los elementos murciano- almerienses.

En conjunto el macroclima del territorio, modificado en múltiples microclimas, junto con las características del medio edáfico y las diversas vías migratorias que, desde el mioceno, han dejado su impronta en la flora local, condicionan las características de las masas vegetales naturales del territorio objeto de estudio, masas que a su vez se han visto notablemente transformadas como consecuencia de la actividad humana. Por todo ello, la vegetación más común en los territorios no cultivados es rala, dominada por caméfitos en general de escaso valor pascícola, con grandes claros en los que el proceso de erosión suele ser acentuado.

Dentro del manto vegetal que cubre la zona se han podido identificar las series y macroseries siguientes:

1. Serie termomediterránea murciano-almeriense semiárida del lentisco (*Pistacia lentiscus*)= *Rhamaeropo humilis-rhamneto lycioidis sigmetum*.
2. Serie termomediterránea y mesomediterránea inferior murciano-almeriense semiárida-seca inferior de la coscoja (*Quercus coccifera*) = *Bupleuro gibraltarice-pistacieto lentisci sigmetum*.
3. Serie mesomediterránea manchego- aragonesa seca basófila de la carrasca (*Quercus rotundifolia*)=*Bupleuro rigidi-querceto rotundifolia sigmetum*.
4. Serie meso-supramediterránea bética seca silicícola de las carrascas (*Quercus rotundifolia*)= *Adenocarpo decorticantis-querceto rotundifoliae sigmetum*.
5. Macroserie riparia ibero-levantina: *Aro italici-ulmeto minoris sigmetum*: *Rubio tinctoriae-populeto albae sigmetum*: *Saliceto triandro-angustifoliae sigmetum*.
6. Macroserie de ramblas almerienses: *Ziziphetum loti*: *Rubo ulmifolii-nerietum oleandri*.

1. Serie termomediterránea murciano- almeriense semiárida del lentisco (*Pistacia lentiscus*)= *Chamaeropo humilis-rhamneto lycioidis sigmetum*.

Se extiende por la mayor parte de la hoja de Puerto Lumbreras (975) especialmente en los llanos y partes bajas de las laderas montañosas.

La vegetación más desarrollada posible en estos territorios es un matorral que puede llegar a los dos metros de altura, con palmitos (*Chamaerops humilis*), espinos negros (*Rhamnus lycioides*, *Rh. Oleoides subsp. Angustifolia*), lentiscos (*Pistacia lentiscus*), belchos (*Ephedra fragilis*), bayones (*Osyris quadripartita*), esparragueras (*Asparagus albus*, *A.horridus*), etc., constituyentes de una de las más típicas comunidades potenciales de la provincia Murciano- Almeriense (*Chamaeropo humilis-rhamnetum lycioidis*).

El clima cálido de esos territorios ha propiciado una notable influencia humana, por lo que la vegetación madura se ha visto arrasada y sustituida por cultivos o matorrales claros y lastonares.

Los espartales (*Lapiedro martinezii-stipetum tenacissimae*), etapa de degradación poco avanzada del lentiscar, proliferan en las laderas de las sierras, a veces favorecidos por el hombre en épocas, siendo una de las comunidades de efectos más favorables para el suelo por su intrincado sistema radical, que lo retiene y mejora. En muchos de los puntos margosos más deprimidos se dan fenómenos de encharcamiento temporal que favorecen el desplazamiento de los espartales por albardinales (*Dactylo hispanicae-lygeetum-sparti*), los cuales desempeñan un papel similar al de aquellos en estos biótopos.

Si el proceso de degradación sigue avanzando se instalan pastizales denominados por *Brachypodium retusum* (*Ruto angustifoliae-brachypodietum ramosi*) o incluso tomillares; estos últimos son muy ricos en endemismos (*sideritis ibañezii*, *Teucrium lanigerum*, *Teucrium murcicum*, *helianthemum almeriense*, etc.), y son incluíbles en la asociación Lorquino-Verense *Teucro lanigero-sideritetum flavovirentis*.

En algunos cerros yesíferos próximos a Lorca el matorral está constituido por *teucrium carolipauj*, *thymus membranaceus*, *Santolina viscosa*, *Herniaria fruticosa subsp. Erecta*, *Diploaxis crassifolia*, etc., pudiendo relacionarse con la asociación almeriense *Santolino viscosae-Gypsophiletum struthii*.

En claros de muchas de estas comunidades se desarrollan en los años húmedos diversas asociaciones de terófitos ricas en *Aizoon hispanicum*, *Bellis annua subsp. microcephala*, *Eryngium ilicifolium*, *plantaqo notata*, *Plantaqo ovata*, *Spergularia diandra*, etc.

2. Serie Termomediterránea y mesomediterránea inferior murciano- almeriense semiárida-seca inferior a la coscoja (*Quercus coccifera*) = *Bupleuro gibraltari-ci-pistacieto lentisci sigmetum*.

En las faldas medias de las sierras de la hoja, la orografía permite unas precipitaciones algo mayores y puede alcanzarse el ombroclima seco, lo que conlleva una vegetación potencial más densa, en la que abunda la coscoja (*Quercus coccifera*), además del lentisco (*Pistacia lentiscus*), el espino (*Rhamnus oleoides subsp. Angustifolia*), etc. Estos matorrales deben de relacionarse con los que se han descrito recientemente de las alpujarras (*Bupleuro gibraltari-ci-pistacietum lentisci*), cuya extensión en la provincia Murciano-Almeriense ha sido puesta recientemente de manifiesto.

Por degradación, estos matorrales densos dejan paso a un piornal rico en retamas (*Retama sphaerocarpa*), retamón (*Genista cinérea subsp. Valentina*) y genista de bolas

(*Genista umbellata*), principales integrantes del retamo *sphaerocarphae-quinistetum valentinae*.

A los retamares, en caso de acentuarse la degradación, le sustituyen espartales ricos en fenales (*Helictotichon filifolium*), pertenecientes a la asociación *Elaeoselino tenuifoliae-helictotrichetum filifolii*, o los mismos albardinales citados en la serie precedente.

Los pastizales de *Brachypodium retusum* y los tomillares resultan muy parecidos a los antes mencionados, si bien cabe resaltar en los últimos la abundancia de nanofanerófitos como respuesta a las mejores condiciones hídricas (*Rosmarinus officinales*, *Phlomis purpurea subsp. Almeriensis*, *cistus clusii*, etc).

Las áreas ocupadas por esta serie suelen ser algo abruptas, dificultando el laboreo; no obstante, en algunos puntos se observan cultivos actuales o abandonados; en los últimos cabe resaltar la gran extensión de matorrales nitrófilos de bojás (*Artemisia barrelieri*, *A. herbaalba*, y *A. campestris subsp. Glutinosa*), escobillas (*Salsola genistoides*), *Hammada tamariscifolia*, etc., típicos constituyentes de la asociación murciano-almeriense *Atriplici glaucae-salsoletum genistoidis*.

3. Serie mesomediterránea manchego-aragonesa seca basófila de la carrasca (*Quercus rotundifolia*)= *Bupleurorrigidi-querceto rotundifoliae sigmetum*.

Muy localizada, se limita a algunas cumbres carbonatadas de la Sierra de Almenara (Talayón, Carrasquilla, etc.), en las que se han podido reconocer algunos elementos y comunidades típicos de la serie (*Bupleurum rigidum*, *Quercus rotundifolia*, *Lavandula latifolia*, etc.), en uno de los escasísimos enclaves en que se presenta dentro del sector Almeriense.

Por la naturaleza abrupta y difícil acceso de estas áreas, la vegetación se halla relativamente bien conservada.

4. Serie meso-supramediterránea bética seca silicícola de la carrasca (*Quercus rotundifolia*)= *Adenocarpo decorticantis-querceto rotundifoliae sigmetum*.

Muy extendida en las sierras de la Torrecilla y Cabezo de la Jara, resulta menos común en algunas zonas por encima de los 600-700m de la Sierra de Almenara. La vegetación madura es un bosque dominado por *Quercus rotundifolia* (*Adenocarpo decorticantis-querceto rotundifoliae*), bastante pobre en especies acompañantes, hecho que se ve acentuado por el grado extremo de degradación que suele darse en la zona; entre las más comunes cabe citar *Daphne gnidium*, *Ballota hirsuta*, y *Scrophulariasciophila*. Por degradación se instalan coscojares (*Teucrio compacti-quercetum cocciferae*), espartales (*Elaeoselino tenuifoliae-helictotrichetum filifolii*), pastizales empobrecidos de *Brachypodium retusum*, o incluso jarales. Los jarales son comunidades exclusivas de

esta serie, con Lavandula stoechas, Cistus ladanifer, Cistus salvifolius, Halimium atriplicifolium, etc. (Teucrio compacti-cistetum ladaniferi). En los taludes y laderas más abruptas se instalan densos matorrales de Rumex induratus, que frecuentemente se enriquecen en plantas nitrófilas (Teucrio compacti-helichrysetum serotini)

El uso de estos territorios es y ha sido fundamentalmente el de cultivos de cereal y almendro, los cuales suelen hacerse de modo poco ortodoxo, con labrado siguiendo las líneas de máxima pendiente, el cual acentúa las pérdidas de suelo.

5. Macroserie riparia ibero-levantina: Aro italici-ulmeto minoris sigtmetum: Rubio tinctoriae-populeto albae sigmetum: Saliceto triandro-anquistifoliae sigmetum.

La vegetación riparia se puede observar fundamentalmente en la huerta de Lorca, donde la existencia de una capa freática elevada y de regadíos condicionan el hábitat adecuado para su desarrollo. Por las condiciones reinantes en estas huertas, la vegetación madura fundamentalmente representada es la constituida por el bosque de Olmos (Aro italici-ulmetum minoris), el cual está en casi todos los casos desplazado por diversas comunidades de nitrófilas con carácter viario, ruderal o arvense; entre las principales cabe resaltar los matorrales intrincados de Rubia tinctorum (Sambuco ebuli-rubietum tinctorii), los herbazales hipernitrófilos de desarrollo anual (Lavateretum arbóreo-creticae, Chenopodio albi-kochietum scopariae), los fenalares de márgenes de acequias (Festuco fenas-brachypodietum phoenicoidis), los gramales (Trifolio-fragiferi-cynodontetum dactylonis), etc.

El uso del territorio es, como ya se adelantado, fundamentalmente el de cultivos de regadío, tanto arbolados como de hortalizas.

6. Macroserie de ramblas almerienses: Ziziphetum loti: Rubo ulmifolii-nerietum oleandri.

Se presenta en ramblas y glaciares en los que discurren las aguas de escorrentía de tanto en tanto. El substrato es fundamentalmente arenoso, permitiendo la instalación de matorrales densos que en las vaguadas más profundas están dominados por baladres (Nerium oleander) y tarays (tamarix canariensis), constituyendo la asociación ibero-levantina Rubo ulmifolii-nerietum oleandri. Por contra, en las pendientes más suaves llevan Ziziphus lotus, Ballota hirsuta, Ephedra fragilis, etc., formando parte de la asociación ibérico-magrebina Ziziphetum loti.

En los puntos más degradados o donde la pendiente y frecuencia de las avenidas no permite una mayor evolución del suelo se forman amplios guijarrales, en los que se instalan matorrales camefíticos abiertos con Andryala raqusina, Scrophularia canina, Ononis speciosa, Helchrysum italicum subsp. Serotinum, Euphorbia megalatantica subsp. Briquetii, Nepeta amethystina, etc. En los claros de estas formaciones abundan en la primavera pastizales terófiticos diversos, con Onobrychis caputgalli, Leysera

leyseroides, Ononis sícula y, a veces dando tonalidades rojizas al terreno que ocupan, Rumex bucephalophorus.

3.6. SUELOS

En la superficie descrita en la hoja de Puerto Lumbreras se hace una revisión de los suelos según el sistema FAO- UNESCO (1985) aquí recogemos la actualización de ese trabajo a la FAO WRB (World Reference Base 2006), entre los que podemos encontrar 4 tipos dominantes:

- **Leptosoles:**

Suelos con una profundidad limitada por roca dura, coherente y continua a menos de 25cm de la superficie.

Se trata, por tanto, de suelos someros sobre roca continua, extremadamente gravosos y, ó pedregosos. Son suelos azonales y muy comunes en regiones montañosas que poseen un perfil de tipo A-R. El horizonte A descansa en una roca, que frecuentemente es de origen metamórfico, tal como una pizarra, esquisto, cuarcita, anfibolita, etc. (Sierras de la Torrecilla, En medio, Carrasquilla, Almenara, Lomo de Bas, etc.), pertenecientes a los complejos Nevado-Filábride, Alpujárride y Maláguide, así como a las unidades intermedias entre los dos primeros. En otros casos se trata de calizas y dolomías (Peña Rubia, Peñas de Béjar, Sierra de Almenara, Alto de la Palmera, etc.), y más ocasionalmente, de conglomerados (Norte y Este de Puerto Lumbreras) o diabasas (Sierras de En medio, Umbría, Almenara, etc.), en afloramientos menos extensos.

Con independencia del material litológico que actúe limitando la profundidad del suelo, los Leptosoles del territorio corresponden a Leptosoles eútricos, ya que su grado de saturación es mayor del 50% aunque el material litológico esté desprovisto de CO_3Ca .

Se ha de señalar la presencia de suelos denominados según la clasificación FAO UNESCO (1974) como Rendsinas aunque estos no contemplan en la nueva clasificación de la FAO UNESCO (2006) los cuales se engloban dentro de los Leptosoles y adquieren la denominación de Leptosoles réndricos.

Son suelos caracterizados por tener un horizonte móllico que contiene o inmediatamente descansa sobre material calizo con contenido en carbonato cálcico equivalente mayor del 40%.

En nuestro caso, estos son esencialmente suelos de montaña con perfil muy sencillo, de tipo A-R y, a veces, A-Ck-R, que en la zona objeto de estudio son muy raros y tan solo intervienen como inclusión en áreas muy limitadas de

Calcisoles. Su horizonte A, está bien provisto de materia orgánica, cumple todos los requisitos del epipedon móllico y, además de contener abundantes fragmentos calizos, descansa directamente en materiales (rocas calizas y dolomíticas, conglomerados, etc.) que contienen más del 40% de carbonato cálcico equivalente.

Como corresponde a suelos típicamente intrazonales, es decisiva para su formación la naturaleza carbonatada del material litológico, condición a la que debe sumar sus efectos en nuestros Leptosoles réndricos una vegetación natural que asegure un buen contenido en materia orgánica del horizonte A y las propiedades favorables de ello derivadas. En definitiva, la formación de estos suelos ocurre bajo cualquier régimen de humedad, si bien resultan menos favorables los climas secos.

- **Fluvisoles:**

Los Fluvisoles junto con los Calcisoles son suelos más fértiles de la hoja y están formados a partir de sedimentos aluviales recientes.

Aunque los materiales aluviales proceden esencialmente de la erosión de los relieves metamórficos de los sectores Noroccidental y suroriental de la Hoja, la abundancia en los mismos de calizas y dolomías más o menos intensamente metamorfizadas y la carbonatación generalizada de los suelos propicia que los Fluvisoles calcáricos del territorio sean calizos y corresponden, por tanto, a Fluvisoles calcáricos.

- **Regosoles:**

Son suelos que se desarrollan sobre materiales originales sueltos (o con roca dura a más de 25cm). Muy baja evolución.

En esta nueva clasificación de la WRB los Regosoles, en nuestras latitudes y materiales geológicos sobre los que se desarrollan, casi desaparecen, ya que cualquier variación en el contenido carbonato cálcico hace que se defina un horizonte cálcico y por tanto entraría en el orden de los Calcisoles.

- **Calcisoles:**

Como se ha comentado anteriormente son los más fértiles de la hoja junto con los fluvisoles. Estos Suelos tienen un horizonte petrocálcico o cálcico que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo y sin horizonte árgico a menos que el horizonte árgico esté permeado con carbonato de calcio.

- **Gipsisoles:** Suelos con un horizonte petrogípsico que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo; o un horizonte gípsico que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo y sin horizonte árgico a menos que el horizonte árgico esté permeado con yeso o carbonato de calcio. (Dorronsoro Fernandez, C. (2013d).

A veces encontramos Gipsisoles cálcicos, así como Calcisoles gipsicos que tienen un horizonte gipsico.

3.7. EVALUACIÓN DE SUELOS

Según Sánchez J.A. (1992) y Menjívar Flores, J. C. (2001). desde muy antiguo el aprovechamiento del suelo como fuente primaria para la alimentación, ha sido de las principales preocupaciones de la humanidad. En la actualidad el concepto de agricultura adquiere la filosofía, según Diehl, R. et. al. (1978), de “esforzarse por colocar a la planta cultivada en las condiciones óptimas del medio (clima y suelo) para obtener el máximo rendimiento en cantidad y calidad”.

La utilización óptima del suelo, es un problema de plena actualidad, reconocido por la gran mayoría de los autores, ya que el suelo es un bien poco abundante, que está sujeto a una excesiva y creciente demanda debido al rápido aumento de la población mundial.

Además, por razones de índole política y socioeconómica, este bien está sometido a una enorme presión, la cual le imprime un proceso con carácter degradativo, como consecuencia de la destrucción de los ecosistemas primitivos que le forjaron sus cualidades, dando ocasión, en gran parte de los casos, a tierras estériles de difícil y costosa recuperación.

El desplazamiento producido en algunas tierras de elevado valor agrícola, por estar situadas, por ejemplo, en situaciones fisiográficas llanas, para transformarlas en suelo urbano, está conduciendo a la agricultura hacia zonas marginales, con la consiguiente pérdida de productividad y falta de recursos, los cuales intenta suplir el hombre con costosas actuaciones, que, tarde o temprano, deterioran el medio ambiente.

Así, el empleo incontrolado de aguas en áreas deficitarias de este elemento, puede dar lugar a mayores carencias e incluso salinizaciones, si el agua no es de buena calidad; el empleo abusivo de fertilizantes químicos, que no solamente encarecen los productos obtenidos, sino que además, algunas veces, producen en el suelo un desequilibrio, tanto químico como biológico; la puesta en cultivo de zonas de escabrosa topografía, que da origen a un considerable aumento de los efectos producidos por los agentes erosivos, sobre todo en aquellas áreas en las que el régimen de lluvias es torrencial; o el excesivo cultivo de determinados productos percederos, que ocasiona unos altos

excedentes que no son utilizados y que hay que destruir; no son más que unos pequeños ejemplos de lo que el hombre puede dar lugar con su actuación egoísta o irracional.

A la vista de estos problemas, la solución pasa por buscar alternativas, no sólo con imaginación sino también de forma razonable y razonada, para conservar las áreas más rentables, además de modificar y mejorar aquellas que puedan ser sustituidas, bien por cultivos más productivos, bien por áreas de expansión urbana, mediante una planificación y ordenación del territorio.

La planificación u ordenación del territorio es el proceso de seleccionar y desarrollar el curso de acción más adecuado para conseguir un objetivo concreto (Martínez Garzón 1990), que en el caso de la planificación del uso del suelo, sería el empleo intensivo y eficiente de los recursos de la tierra, con una distribución óptima de la población, de las actividades económicas y sociales y, como consecuencia de ello, un desarrollo y distribución racional de los grandes ejes de comunicación, de los equipamientos públicos con carácter supramunicipal y de los espacios naturales.

El término “tierra” engloba todas las características que identifican una unidad de paisaje, por lo que comprende al conjunto de elementos del medio ambiente que influyen y definen su potencialidad agronómica. Por consiguiente este término no solamente es el suelo, sino también el clima y las formas del relieve (Beek, K.J., 1980)

Esta apreciación de la potencialidad y su relación con la productividad ha sido tema de controversia, puesto que junto a estos conceptos de potencialidad y productividad, aparecen otros que se enuncian en las fases de planificación y que en el transcurso del tiempo han tomado diferentes formas indicadas por distintos nombres como son los de “aprovechamiento del suelo”, “capacidad de uso”, “aptitud de una tierra”, etc. De acuerdo con Stewart (1968), la evaluación de la tierra es “la valoración de la aptitud de la tierra para ser usada por el hombre en agricultura, silvicultura, ingeniería, hidrología, planificación regional, recreación, etc.” Como podemos observar esta definición abarca muy diferentes métodos de evaluación, desde el convencional sentido común hasta la simulación computarizada, incluidas las evaluaciones muy amplias y las parciales, y es independiente de la escala y de los criterios de valoración elegidos.

Los sistemas de evaluación de tierras para usos agronómicos pueden asociarse, bien a intereses generales o bien a intereses específicos. Los métodos de interés generales constituyen sistemas estandarizados para toda clase de tierras, dirigidos a la determinación de la capacidad de uso para su explotación agronómica en sentido amplio, es decir, no restringidos a cultivos específicos, o prácticas de manejo dadas, De la Rosa, D. (2008)..

Los sistemas de evaluación para intereses específicos son numerosos, y entre ellos se pueden considerar: el esquema para la evaluación de las tierras de la FAO (2006) y el

Sistema de evaluación de la Productividad Agraria de la F.A.O. (Riquier, Bramaio y Cornet, 1970).

La premisa fundamental para la metodología paramétrica de evaluación de la productividad agraria FAO considera, que la productividad agraria, con unas prácticas óptimas de manejo y unas condiciones externas al medio edáfico a favor (carencia de enfermedades, excelentes variedades adaptadas al medio, etc.), estará en función de las propiedades intrínsecas del suelo, agrupadas en una serie de factores, que nos permitirán calcular el índice de productividad y de potencialidad.

En el esquema de evaluación de las tierras de la FAO (2006) a diferencia de los sistemas de evaluación de propósitos generales, ya sean categóricos o paramétricos, la Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (F.A.O), aporta un conjunto de principios, conceptos y procedimientos metodológicos que permiten evaluar la aptitud de la tierra en función de tipos específicos de uso del suelo, definidos en términos muy precisos.

3.8. MAPA DE CULTIVOS Y APROVECHAMIENTOS DE PUERTO LUMBRERAS

DISTRIBUCIÓN.2006 (*)	HECTÁREAS (%)
TIERRAS DE CULTIVO	8.653 (59,75%)
Cultivos herbáceos (1)	767 (8,86%)
Barbechos y otras tierras no ocupadas	5.308 (61,34%)
Cultivos leñosos	2.578 (29,79%)
PRADOS Y PASTIZALES	34 (0,23%)
Prados naturales	--
Pastizales	34 (100,00%)
TERRENO FORESTAL	3.563 (24,60%)
Monte maderable	147 (4,13%)
Monte abierto	1.632 (45,80%)
Monte leñoso	1.784 (50,07%)
OTRAS SUPERFICIES	2.231 (15,42%)
Erial a pastos	487 (21,83%)
Espartizal	300 (13,45%)
Terreno improductivo	551 (24,70%)
Superficie no agrícola	632 (28,33%)
Ríos y lagos	261 (11,70%)
TOTAL	14.481 (100,00%)

Tabla 3.7.1. Tabla aprovechamientos del terreno de Puerto Lumbreras.

(*) Datos provisionales.

(1) En "cultivos herbáceos" se computa sólo la superficie en "Ocupación primera o principal".

Fuente: Consejería de Agricultura y Agua. D. G. de Industrias y Asociacionismo Agrario.

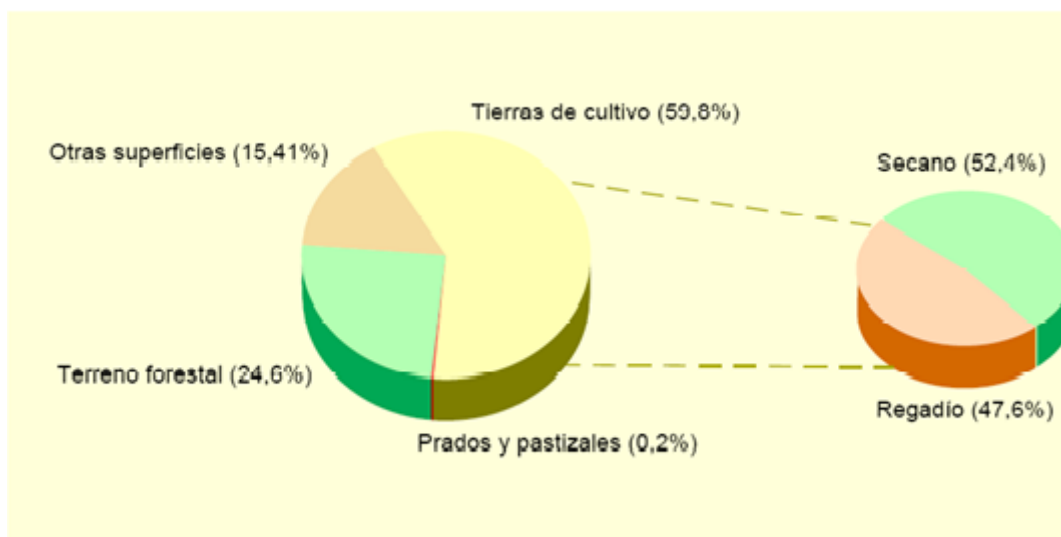


Figura 3.7.1. Distribución de tierras 2008

Superficie dedicada a cada cultivo (*). 2008

CULTIVO	HECTÁREAS
Cereales para grano	390 (11,40%)
Cultivos forrajeros	15 (0,44%)
Cultivos industriales	2 (0,06%)
Flores	33 (0,96%)
Hortalizas	396 (11,58%)
Leguminosas para grano	-
Tubérculos consumo humano	6 (0,18%)
Cítricos	136 (3,98%)
Frutales no cítricos	1.798 (52,57%)
Olivar	609 (17,81%)
Otros cultivos leñosos	-
Viñedos	20 (0,58%)
Viveros	15 (0,44%)

Tabla 3.7.2. Superficie de cultivos en Puerto Lumbreras.

(*). Datos provisionales.

Superficie dedicada al cultivo de invernaderos, cultivos acolchados y riego localizado (*). 2008 PUERTO LUMBRERAS R. MURCIA

ESTRUCTURA	HECTÁREAS
Invernaderos	42
Cultivos acolchados	78
Riego localizado	854

Tabla 3.7.3. Cultivos en invernadero, acolchados y riego localizado

(*) *Datos provisionales.*

Como se puede observar Puerto Lumbreras basa su economía, ante todo, en el sector primario, la agricultura y la ganadería, ocupando éste un 55,6% de la población activa. En ganadería, destaca la cría de ganado Porcino, Ovino y Caprino; en la agricultura, el Almendro, el Olivo en seco y la agricultura extensiva e intensiva.

3.9. EL ALMENDRO

Aunque el almendro es uno de los cultivos que más interés despierta en la zona de trabajo como ya se ha indicado, se ha cultivado tradicionalmente en seco, a pesar de ello en los últimos años hay una tendencia del cultivo de este en regadío hecho que ha marcado un hito para la expansión de la especie, con mayores rendimientos.



Imagen 3.9.1. Detalle diferencia seco y regadío respectivamente.

Según es descrito por Manuel Muncharaz Pou (El almendro, manual técnico 2004) el almendro es una especie caducifolia de porte generalmente erguido, aunque algunas variedades son más o menos lloronas o abiertas. Su tronco es corto, no muy vigoroso, al igual que sus ramas. La corteza es lisa en su juventud, primero verdosa y luego marrón grisáceo rugosa y agrietada. Madera bastante pesada cuando adquiere madurez.

El sistema radicular está adaptado a condiciones de clima seco. Es potente, poco ramificado y bien anclado. Soportan muy mal el trasplante y son muy sensibles a la asfixia radicular. Presentan un marcado antagonismo, lo que es una razón que desaconseja la utilización del pie franco en plantaciones intensivas. En la actualidad se injertan sobre otros pies como puede ser melocotonero, cerezo e híbridos que le confieren entre otras características de resistencia a la asfixia radicular, lo cual los hace aptos para el cultivo en regadío sin problemas.

Las yemas pueden diferenciarse por su posición y por los órganos que darán lugar. En atención a su posición, pueden ser terminales o apicales y axilares o laterales. Las yemas apicales siempre son vegetativas y producen crecimiento en longitud del ramo. Las yemas axilares pueden dar lugar a madera o a flor. Las yemas axilares son tres, una central y dos laterales llamadas estipulares. El comportamiento de estas yemas es variable y se puede decir que es una característica varietal, Agustí, M. (Fruticultura (2010)).

Los ramos característicos del almendro son distintos, predominando los siguientes: ramo de madera, produce el desarrollo de una yema vegetativa que es una formación que solo da lugar a hojas. Cuando el desarrollo de la yema vegetativa proporciona ramos con hojas y flores, el ramo se llama mixto, en ambos casos los ramos son de longitud comprendida entre los 0,25 y 1 m.

En el caso de los ramos mixtos que no sobrepasan los 25 cm se denominan chifonas. En estas formaciones predominan los botones florales, a excepción de las yemas basales y la terminal. Si el crecimiento del ramo es aún menor, solo se desarrollan yemas laterales de flor, en este caso la yema se denomina ramillete de mayo en el cual en todos los casos la yema terminal es vegetativa. Un ramo anticipado es aquel que procede de una yema que se desarrolla en el mismo período vegetativo en que se forma la yema.

Por último, el chupón, es un ramo de grandes dimensiones tanto en longitud como en diámetro, de crecimiento vertical. Este ramo es una estructura poco deseable para el agricultor ya que no produce nada y es muy vigoroso.

Poseen flores hermafroditas con regla general son autoestériles, por lo que para su cultivo se necesitan como mínimo dos variedades con polen compatible. Su floración es en los meses de enero y febrero.

El fruto es una drupa oval que crece en un periodo muy rápido (45 días), para a continuación proseguir un proceso de maduración que concluye a mediados de octubre, periodo en el que se recolectan las variedades cultivadas. En ese momento se produce la dehiscencia de la parte carnosa del fruto, por la sutura ventral.

En cuanto a condiciones climáticas el almendro (*Prunus dulcis*) es una especie típicamente mediterránea, condicionada por este tipo de clima (inviernos suaves y húmedos y veranos secos y calurosos).

La temperatura es un factor a tener en cuenta, es así que el frío le afecta, aunque son necesarias las temperaturas bajas durante los meses de reposo, sus necesidades en frío invernal son muy bajas variando entre 100 y 400h, además de las temperaturas es importante considerar la humedad atmosférica, la variedad de almendro y el estado nutricional del árbol, también señalar que las temperaturas muy altas también le afectan.

Uno de los principales problemas que se observan en el almendro son las heladas que se producen durante los meses de primavera después de producirse el desborre y floración, estas heladas producen daños irreversibles.

A su vez es una especie que requiere temperaturas cálidas, tiene un largo periodo de maduración del fruto desde la floración que tiene lugar en enero hasta nueve meses después que se recolecta.

Es muy tolerante a la sequía, se puede producir en secano con 300mm, aunque es evidente que en regadío se mejora el rendimiento; por otro lado excesos de agua pueden conllevar problemas ya que no resiste la asfixia radicular, a su misma vez un manejo inadecuado del riego puede conducir a la contaminación y salinización del suelo de forma irreversible y por consiguiente hacer que el cultivo pierda su rentabilidad.

Los vientos fuertes también son perjudiciales sobre todo en la época de fecundación y en verano ya que pueden hacer caer los frutos.

Hay multitud de variedades de almendro de las cuales las más utilizadas en Puerto Lumbreras son las tradicionales como son Marcona, Desmayo Langueta, Garrigues, Mollar, Colorada...

Aunque en la actualidad hay nuevas variedades que buscan distintas cualidades para hacer frente a los problemas existentes como son heladas, autoesterilidad, desprendimiento del fruto...

A lo largo de la vida del almendro este pasa por distintas fases en cuanto a producción se refiere:

- Fase improductiva o de juventud: es el período comprendido entre el año de plantación del árbol y el año en que se producen las primeras flores capaces de fructificar. Se pueden aceptar que este período dura entre 3 y 5 años. Durante esta fase de tiempo se deben realizar podas de formación aunque no excesivas ya que pueden retrasar la entrada en producción del árbol.

- Fase de entrada en producción: período comprendido entre la primera fructificación comercial y el año en que árbol adquiere la máxima productividad. Es una fase de gran crecimiento vegetativo que conduce a que el árbol adquiera su tamaño definitivo. Conseguir el tamaño definitivo puede suponer unos 8 ó 10 años de esta fase.
- Fase de plena producción: Es el período en que el árbol ha adquirido su máxima productividad. Su duración tiene mucha relación con el patrón elegido y el tipo de cultivo que se realice.
- Fase de envejecimiento: Es el período en el crecimiento vegetativo es menos intenso. Aunque la producción puede ser interesante, va decreciendo progresivamente, debido al decaimiento del árbol.
En esta fase aunque los gastos van disminuyendo los beneficios lo hacen a mayor velocidad. Esto determina el momento en el cual se ha de arrancar la plantación en el cual los gastos superen a los beneficios.
- Fase de decrepitud: periodo en el que no hay desarrollo y que conduce a la muerte del árbol.

Durante las distintas etapas por las que el árbol pasa se deben de realizar distintas técnicas de poda que modifican la actitud natural del árbol con distintos objetivos:

- Poda de formación: Conjunto de operaciones durante el período juvenil, para formar la estructura adecuada del árbol.
- Poda de producción: Se realiza durante el período de fructificación dirigido a obtener la máxima productividad, tratando de proporcionar al árbol un equilibrio entre la parte vegetativa y productiva, que permita una producción regular y un alargamiento de esta fase.
- Poda de renovación o rejuvenecimiento: se realiza en períodos de envejecimiento con el objeto de suprimir las partes debilitadas y promover nuevos brotes alargando así la vida del árbol.

A su misma vez para un correcto desarrollo del árbol y con el objetivo de obtener la mayor rentabilidad se deben cubrir las necesidades alimenticias del mismo con elementos como es el agua, el cual es un bien indispensable y ya que este es escaso se debe de aplicar con la mayor eficiencia posible, Navarro Muñoz, A. (El almendro variedades y técnicas de cultivo (2ª edición)).

Los resultados apuntan a que aplicaciones de agua en los momentos oportunos se puede pasar de cosechas de 500 a 1000 Kg/ha a otras de 3000 a 5000.

En la actualidad hay multitud de sistemas de riego aunque cabe destacar como el más eficiente el riego por goteo que se basa en aplicaciones frecuentes, pero en pequeño volumen, obteniéndose una eficiencia entre el 85-95%.

Hay que considerar que excesos de agua pueden provocar un crecimiento excesivo de la parte vegetativa del árbol y provocar la disminución de la inducción floral (Grasselly y Duval, 1997).

Por ello se deben de seguir estrategias que mantengan un equilibrio, en el CEBAS (Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura) se han realizado ensayos utilizando distintos caudales de riego y viendo cual es la respuesta en distintas variedades, indicadas en la tabla 3.9.1.

Dosis de riego (m ³ /árbol y año)	Producción (Kg/árbol en cáscara)		
	Garrigues	Ramillete	Atocha
10,3	12,75	8,55	14,53
15,45	15,6	12,73	17
20,59	18,07	12,91	19,37
25,75	25,39	15,1	22,59

Tabla 3.9.1. Respuesta del almendro al riego localizado.

La distribución mensual en porcentaje del agua ha sido la siguiente:

Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1,8	2,3	4,8	7,8	11,6	13,8	16,8	16,1	11,6	7	4,5	2

Tabla 3.9.2. Porcentaje de riego mensual.

Esta distribución es una respuesta a las necesidades del cultivo de acuerdo con su coeficiente de evapotranspiración.

En cuanto a elementos nutritivos estos son proporcionados fundamentalmente por el suelo, por lo que para que el árbol tenga una buena alimentación, el suelo debe de estar bien nutrido.

Existen muchos factores dependientes de las características de los suelos que condicionan este factor como son textura, estructura, materia orgánica, pH, etc.

El sistema radicular del almendro puede proceder de diferentes especies según el patrón elegido, de manera que el comportamiento y la exigencia de las raíces y de la parte aérea pueden ser distintos.

Para mantener el suelo nutrido se pueden realizar planes de fertilización que se ajusten a las necesidades de nuestros suelos, siempre tomando precauciones ya que excesos en los aportes de nutrientes pueden conducir a la contaminación y a final de cuentas la pérdida del rendimiento de nuestro suelo.

4. MATERIAL Y METODOS

La parcela de estudio (Imagen 4.1) está situada en el término municipal de Puerto Lumbreras. Sobre el terreno hay un cultivo de almendros de edades entre los 10 y 12 años, de variedades “garrigues” y “colorada” (Imagen 4.2). La finca tiene una extensión de 9,5 hectáreas, en la cual hay implantada 1840 almendros y un marco de plantación de 6,5x6,5. El cultivo se nutre mediante sistema de fertirriego localizado por goteo, dotado de 2 Goteros/árbol (Imagen 4.3), y un caudal de 8 l/h, con una separación de 1 m. El programa de riego utilizado ha sido de 5-6 horas diarias, independientemente del período del año, lo cual supone un total de 29200 l/año y árbol.



Imagen 4.1. Parcela de estudio



Imagen 4.2. Almendros



Imagen 4.3. Sistema de riego

4.1. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO REALIZADO

El estudio realizado se puede dividir en tres fases: campo, laboratorio y gabinete.

4.1.1. Fase de campo

Después de leer la bibliografía existente sobre la zona de estudio, (Hoja de Puerto Lumbreras 975 1:100.000), y nuestro conocimiento del terreno, elegimos una parcela representativa de los suelos más fértiles de la hoja (Fuvisoles y Calcisoles), con una superficie de 95.000 m², donde realizamos un muestreo sistemático, siguiendo las directrices de Maraños, A, y col. (1994) se llevaron a cabo múltiples sondeos para conocer el tipo de suelo dominante, recogiendo material de cada uno de los puntos elegidos para su análisis de laboratorio, con un total de 11 muestras,



Imagen 4.1.1.1. Muestreo de los perfiles

Del mismo modo se muestreo en las zonas más representativas de la parcela, sobre el bulbo y la periferia del bulbo húmedo, para ver la distribución de las sales en el entorno radical aplicadas en el fertirriego, con un total de 8 muestras.

4.1.2. Fase de laboratorio

La preparación de las muestras para el estudio de laboratorio, se han realizado como es habitual en el laboratorio de Edafología y Química Agrícola:

- Extensión de las muestras sobre papel y al aire.
- Selección de algunos agregados para el estudio de propiedades físicas.
- Molienda con rodillo de madera y tamizado sobre una luz de malla de 2mm (Imagen 4.1.2.1).
- Peso de todas la fracciones resultantes.
- Molienda fina de parte de la muestra en el mortero de ágata, y, tamizado a 0,05 mm, para la determinación de algunas de las propiedades químicas.



Imagen 4.1.2.1. Instrumentos de molienda y tamizado.

Análisis granulométrico:

En la determinación de los porcentajes de las distintas fracciones minerales, se procedió de la siguiente forma:

- Tratamiento de las muestras con agua oxigenada, para la destrucción de la materia orgánica.
- Para la dispersión de la muestra, se realizó en un agitador mecánico de botellas, durante 8 horas, adicionando a la muestra hexametáfosfato sódico en el caso de muestras ricas en sales, y para prevenir una mala dispersión.
- Las fracciones gruesas (arena), se determinaron por tamizado en húmedo, y separación en fracciones por tamizado seco.
- Las fracciones finas (limo y arcilla), se separaron por sedimentación, siguiendo el método de la Pipeta de Robinson, tal y como se describe en el Soil Survey Report N° 1 (Soil Conservation Service, 1972)

pH.

Se determinó sobre una suspensión de tierra fina, en agua destilada, en una relación 1:2,5 (10g suelo/ 25ml de agua). Las medidas se realizaron con un pH-metro Crison-501 con electrodo de vidrio (Imagen 4.1.2.2).



Imagen 4.1.2.2. pHmetro Crison micro pH 2001 con electrodo de vidrio y sonda de temperatura.

Porcentaje de humedad

Se utilizó el método de la membrana de Richards (Richards, 1945), como se indica en el libro de prácticas de edafología.

Agua utilizable por las plantas.

Se calcula a partir de los porcentajes de humedad a 0,33 y 15 Kpa, la densidad aparente y la profundidad del horizonte en cuestión, utilizando el método de Henin, Gras y Monier (1972), de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$CR = (\%H (0,33 \text{ kpa}) - \%H (15 \text{ kpa})) * DA * Prof. (\text{dm})$$

CR: Capacidad de Retención. H: Humedad. DA: Densidad Aparente. Prof: Profundidad

Capacidad y bases de cambio

Se determinaron en la misma muestra y de forma sucesiva, con la siguiente actuación: a) lixiviación del suelo con acetato amónico (1 N y pH=7) en un tubo de percolación, utilizando como obturador lana de vidrio. En el lixiviado se determinaron las bases de cambio (Na y K por fotometría de llama en el aparato Jenway PFP7, y, Ca y Mg en un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer AAnalyst 400), según Soil Conservation Service USDA (1972); b) saturación de complejo de cambio por lixiviación con acetato sódico (1N y pH= 8,2); c) Lavado con alcohol y desplazamiento del sodio no asociado al complejo de cambio; d) desplazamiento del sodio asociado al complejo de cambio con acetato amónico (1N Y Ph=7). La capacidad de cambio se determinó con la valoración del sodio en el lixiviado por fotometría de llama (Richards 1947)

Nitrógeno total.

Se realizó según el método de Kjeldahl, por mineralización en caliente con ácido sulfúrico, usando como catalizador una solución sulfúrica de selenio, y sulfato potásico para elevar el punto de ebullición. La destilación del mineralizado se realizó en una unidad de digestión de doce unidades, valorándose posteriormente con ácido sulfúrico 0,005 N, según los Métodos Oficiales de Análisis del Ministerio de Agricultura (1971).

Carbonato cálcico equivalente

Se determinó tratando la muestra de suelo en un dispositivo cerrado, con HCl 1:1 a presión y temperaturas constantes. La valoración del CO₂ desprendido se llevó a cabo mediante el calcímetro manométrico descrito por BARAHONA et al. (1984). El CO₂ desprendido se expresó como "carbonato cálcico equivalente".

Carbono orgánico.

Se oxidó la materia orgánica con dicromato potásico en medio ácido valorando el exceso con sulfato ferroso amónico (Método de TYURIN, descrito por Konova, 1982).

Potasio asimilable.

Se extrajo con solución de acetato amónico (pH= 7) y posterior valoración por fotometría de llama. (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1986).

Fosforo asimilable.

Se determinó según el método de Olsen-Watanable, por extracción con una solución de bicarbonato sódico, y posterior valoración del complejo fosfomolibdico con un espectrofotómetro helios gamma, a una longitud de onda de 820nm.

Extracto saturado.

Preparamos la pasta saturada, con el objeto de saber la concentración y composición de las sales solubles. Se pesaron 200-250 g de suelo seco al aire, añadiendo poco a poco agua destilada, mezclando y agitando con una espátula hasta que se alcanzó el punto de saturación. Se dejó reposar durante una hora, comprobando el punto de saturación (Imagen 4.1.2.3). Se transfirió la pasta al embudo Buchner, vertiéndola sobre papel de filtro. Se aplicó la bomba de vacío y se recogió el filtrado en un kitasatos (Marañes et al. 2000).



Imagen 4.1.2.3. Recipientes donde se realizó la pasta saturada.

El extracto recogido se introdujo en pequeños botes para su posterior análisis.

Conductividad eléctrica

Se midió con un conductivímetro Crison 522 con electrodo de vidrio, previa determinación de la temperatura con el fin de estandarizar los resultados (Imagen 4.1.2.4). La conductividad eléctrica se expresa en $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ a 25°C , empleando para ello el factor de corrección (Marañés, et al. 2000).



Imagen 4.1.2.4. Conductivímetro Crison 522 con electrodo de vidrio.

Calcio (Ca^{2+}) y Magnesio (Mg^{2+})

Se midieron en un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer AAnalyst 400, a partir de una recta de calibrado realizada con patrones de concentraciones conocidas de estos elementos (Imagen 4.1.2.5.).



Imagen 4.1.2.5. Espectrofotómetro de absorción atómica

Sodio (Na^+) y Potasio (K^+)

Se midieron por fotometría de llama (emisión atómica) Jenway PFP7, a partir de una recta de calibrado con patrones de concentraciones conocidas de estos elementos (Imagen 4.1.2.6.).



Imagen 4.1.2.6. Fotómetro de llama.

Carbonatos (CO_3^{2-}), bicarbonatos (HCO_3^-)

Los carbonatos y bicarbonatos se determinaron tomando una alícuota del extracto de saturación, y valorando con ácido sulfúrico 0,005 N, utilizando fenolftaleína y anaranjado de metilo respectivamente como indicadores. (MAPA, 1994).

Cloruros (Cl^-), sulfatos (SO_4^{2-}), nitratos (NO_3^-), nitritos (NO_2^-), Bromuros (Br^-), Fluoruros (F^-) y fosfatos (PO_4^{3-}).

Se han determinado en el cromatógrafo iónico Dionex ICS-1000 utilizando los patrones correspondientes.

Agua de riego.

Una vez abierto el circuito del motor, se dejó correr durante aproximadamente unos 5 minutos, se lavó el recipiente de aproximadamente 1 litro en repetidas ocasiones. Se recogieron varias muestras alícuotas, con el recipiente anterior, de las que una vez mezcladas y homogeneizadas, se tomó una muestra para el análisis en laboratorio.

Los cationes y aniones, se analizaron con la misma metodología que para el caso de los extractos saturados de los suelos.

4.1.3. Fase de gabinete

Evaluación del suelo

En este trabajo se ha realizado la evaluación de los suelos, mediante dos métodos:

- Sistema de evaluación de la Productividad Agraria de la F.A.O. (Riquier, Bramao y Cornet, 1970)
- Esquema para la Evaluación de Tierras FAO (1976)

Sistema de evaluación de la Productividad Agraria de la F.A.O. (Riquier, Bramao y Cornet, 1970)

Estos autores establecen para tres usos, (pastos, cultivos agrícolas y plantas de enraizamiento profundo), un “índice de productividad” y un “índice de potencialidad” o de productividad potencial.

El índice de productividad, refleja numéricamente la capacidad actual del suelo para lograr un rendimiento determinado, independiente de los factores económicos que pueden condicionar el desarrollo de determinadas orientaciones productivas.

El índice de potencialidad, expresa también de forma numérica, la potencialidad del suelo cuando se han realizado todas las enmiendas necesarias, previamente determinadas, incluyendo las más costosas, que permitan superar los factores que condicionaban negativamente la productividad del suelo.

La premisa fundamental de esta metodología paramétrica, considera que la productividad agraria, con unas prácticas óptimas de manejo y unas condiciones externas al medio edáfico a favor (carencia de enfermedades, excelentes variedades adaptadas al medio, etc), estará en función de las propiedades intrínsecas del suelo, agrupadas en una serie de factores, que nos permitirán calcular el índice de productividad y de potencialidad.

Los factores determinantes de la productividad considerados son:

H = Humedad.

D = Drenaje (cantidad de oxígeno disponible para las raíces).

P = Profundidad efectiva del suelo.

T = Textura / estructura.

N = Saturación en bases del complejo adsorbente.

S = Concentración de sales solubles.

O = Contenido en materia orgánica.

A = Capacidad de intercambio catiónico / Naturaleza de la arcilla.

M = Reservas minerales.

La productividad coincide con la fertilidad natural del suelo en estado virgen durante su primer año de cultivo y con prácticas tradicionales de manejo.

Es por esa razón que se considera como la capacidad inicial del suelo para producir cosechas, y depende directamente de las propiedades intrínsecas del suelo.

A cada factor se le asigna un valor numérico, entre 0 y 100, en función de su incidencia sobre el rendimiento de los cultivos. El índice de productividad (P) se obtiene multiplicando los distintos factores de la productividad según la siguiente fórmula.

$$P = (H/100 \times D/100 \times P/100 \times T/100 \times (N/100 \text{ ó } S/100) \times O/100 \times A/100 \times M/100) \times 100$$

El índice resultante, está comprendido entre 0 y 100, además de informar sobre las limitaciones del suelo con respecto a uno o varios factores, nos permite clasificarlo en diferentes clases y productividad como se indica en la tabla 4.1.3.

Clase	Valor del índice	P
Excelente	65-100	I
Buena	35-64%	II
Media	20-34%	III
Pobre	8-19%	IV
Muy pobre o nula	0-7%	V

Tabla 4.1.3. Valoración de productividad

La matriz de gradación que hemos utilizado para cada una de las características consideradas y ya expuestas ha sido la siguiente:

Humedad utilizable (H)

Se ha determinado mediante el balance hídrico realizado para cada perfil del suelo estudiado.

La puntuación asignada está en función del número de meses en los que el suelo está seco (escala de valoración tabla 4.1.3.1.), es decir, en aquellos en los que la humedad está por debajo del punto de marchitamiento.

H. Humedad del suelo	Cultivos	Pastos	Árboles
H1. Seco todo o casi todo el año	5	5	5
H2a. Seco durante 11 meses al año	10	20	10
H2b. Seco durante 10 meses	20	20	10
H2c. Seco durante 9 meses	40	30	10
H3a. Seco durante 8 meses	50	30	10
H3b. Seco durante 7 meses	60	40	20
H3c. Seco durante 6 meses	70	60	40
H4a. Seco durante 5 meses	80	70	70
H4b. Seco durante 4 meses	90	80	90
H4c. Seco durante 3 meses	100	90	100
H5. Seco menos de 3 meses al año	100	100	100

Tabla 4.1.3.1. Escala de valoración de humedad

Para climas fríos, con peligro de heladas, los meses con temperatura media menor de 6°C (en el trabajo original de Riquier eran <10) se consideran meses secos.

Oxígeno disponible (D)

Está en relación directa con la cantidad de agua presente en el suelo y por consiguiente del drenaje.

D. Drenaje	Cultivos H4 H5 H2 H3	Pastos	Árboles
D1. Fuente inundación, capa freática muy cercana a la superficie frecuentemente durante casi todo el año (hor. Hidromórfico a una profundidad de 0-30cm) o al menos durante 2 meses.	10 20 30 40	60	5
D2. Moderada inundación, capa freática lo suficientemente cercana a la superficie como para afectar el enraizamiento (hor. Hidromórfico a una profundidad de 30-60cm). Suelo anegado entre 2 meses y 8 días al año	40 50 60 70 80	100	10
D3. Buen drenaje, capa freática lo suficientemente profunda como para no afectar el enraizamiento (hor. Hidromórfico a una profundidad de más de 60cm). Suelo inundado durante breves periodos (menos de 8 días cada vez)	80 90	90	40
D4. Bien drenado, capa freática profunda (hor. Hidromórfico a una profundidad de más de 120 cm)	100	80	100

Tabla 4.1.3.2. Valoración del drenaje

Profundidad efectiva del suelo

El parámetro espesor o profundidad representa el espesor útil del suelo, es decir hasta donde penetra una raíz (independientemente de que se trate de un horizonte A, B o C)

P. Profundidad del suelo	Cultivos	Pastos	Árboles
P1. Afloramientos rocosos sin cubierta de suelo o cubierta o muy somera	5	20	5
P2. Suelo muy somero, menos de 30 cm de espesor	20	60	5
P3. Suelo somero, de 30-60 cm de espesor	50	80	20
P4. Suelo medio, de 60-90 cm de espesor	80	90	60
P5. Suelo profundo, de 90-120 cm de espesor	100	100	80
P6. Suelo muy profundo, con más de 120 cm	100	100	100

Tabla 4.1.3.3. Valoración parámetro profundidad

Parámetro textura/estructura (T)

Se refiere a la textura en la zona radical.

T. Textura/estructura	Cultivos			Pastos			Árboles		
	H6 H5 H4	H3	H2 H1	H6 H5 H4	H3	H2 H1	H6 H5 H4	H3	H2 H1
T1. Suelos gravosos o pedregosos									
T1a. Gravas o piedras > 60%	10	10	10	30	30	30	50	50	50
T1b. Gravas o piedras entre 60-40%	30	30	30	50	50	50	80	80	80
T1c. Gravas o piedras entre 39-20%	60	60	60	90	90	90	100	100	100
T2. Suelos con textura extremadamente gruesa									
T2a. Arena pura, estructura particular	10	10	10	10	10	10	10	10	10
T2b. > 45% de arena gruesa	30	20	10	30	20	10	30	20	10
T2c. Suelos orgánicos > 30% de M.O. Sin descomponer	30	30	30	30	30	30	30	30	30
T3. Suelos con arcilla dispersa de estructura inestable (a menudo PSI > 15%)	30	20	10	30	20	10	30	20	10
T4. Suelos con textura ligera									
T4a. Estructura inestable	40	30	30	40	30	30	40	30	30
T4b. Estructura estable	50	50	60	50	50	60	50	50	60
T5. Suelos con textura pesada									
T5a. Estructura de masiva a prismática	50	60	20	50	60	20	50	60	20
T5b. Estructura en bloques, granular o migajosa. También masiva pero altamente porosa (suelos con muchos sesquióxidos)	80	80	60	80	80	60	80	80	60
T6. Suelos medianamente pesados									
T6a. Estructura de masiva a prismática	80	80	60	80	80	60	80	80	60
T6b. Estructura en bloques, granular o migajosa, también masiva pero no porosa	90	90	90	90	90	90	90	90	90
T7. Suelos de textura franca, equilibrada	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabla 4.1.3.4. Valoración parámetro textura

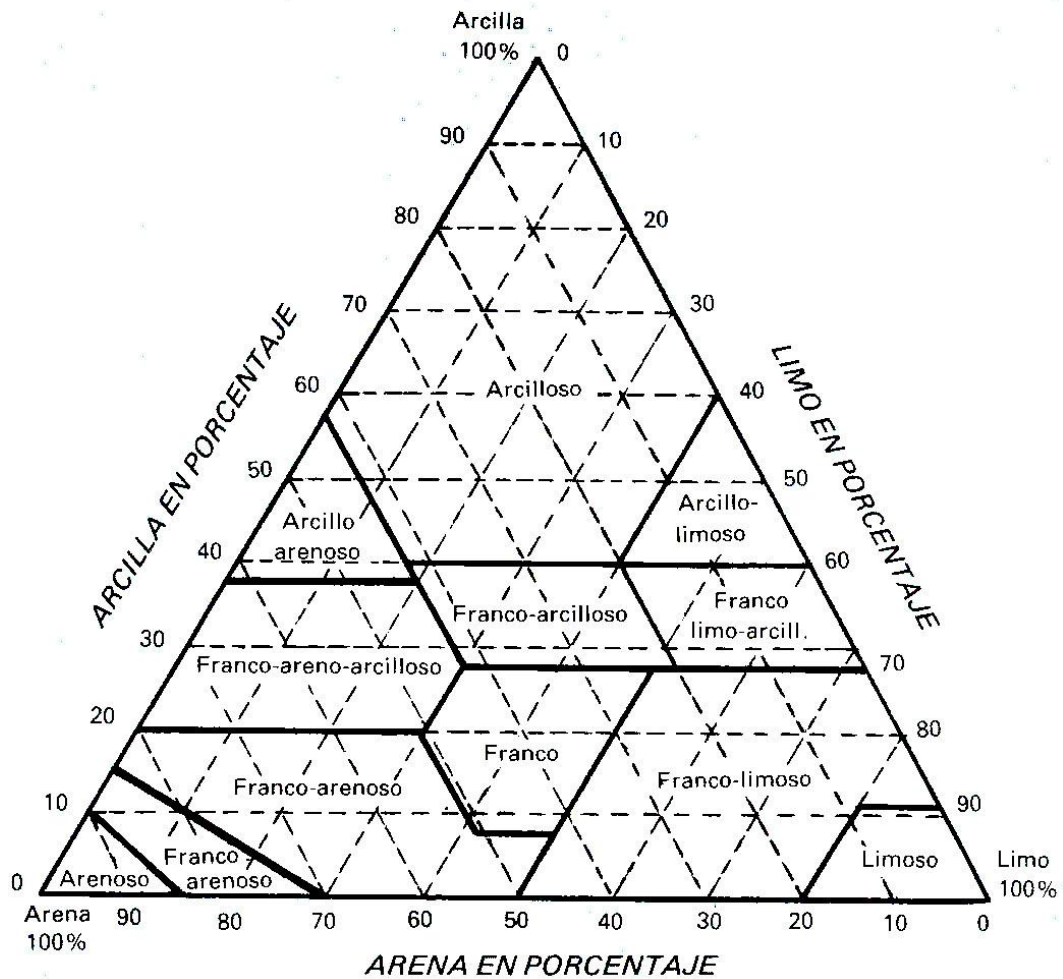


Figura 4.1.3.5. Diagrama textural para la denominación de la textura del suelo.

Grado de saturación en bases del horizonte superficial (N)

N. Nutrientes del hor. Superior (A)	Cultivos	Pastos	Árboles
N1. Grado de saturación (V) < 15%	40	60	80
N2. V entre 16 y 35%	50	70	80
N3. V entre 36 y 50%	60	80	90
N4. V entre 51 y 75%	80	90	100
N5. V > 76%	100	100	100
N6. Suelo calcáreo con CaCO ₃ > 20%	80	90	100

Tabla 4.1.3.5. Valoración parámetro Nitrógeno.

Salinidad

	Cultivos		Pastos		Árboles	
S. Sales solubles	T1	T5	T1	T5	T1	T5
C.E. =	T2	T6	T2	T6	T2	T6
Conductividad eléctrica, dS/m	T4	T7	T4	T7	T4	T7
S1. C.E, 0-2	100	100	100	100	100	100
S2. C.E, 3-6	70	90	70	90	70	90
S3. C.E, 7-8	50	80	50	80	50	80
S4. C.E, 9-12	25	40	25	40	25	40
S5. C.E, 13-16	15	25	15	25	15	25
S6. C.E > 17	5	15	5	15	5	15

Tabla 4.1.3.6. Valoración de la concentración de sales solubles.

Como ya se ha mencionado anteriormente los parámetros salinidad y textura, están referidos a la zona radicular.

Contenido de materia orgánica en el horizonte A (0)

	Cultivos, pastos y árboles								
O. Materia orgánica	H1	H2	H3	D3	D4	H4	H5	D1	D2
O1. Muy poca, < 1%	85				70				
O2. Poca, 1-2%	90				80				
O3. Media, 3-5%	100				90				
O4. Alto, > 5%	100				100				
O5. Muy alta, con C/N > 25	70				10				

Tabla 4.1.3.7. Valoración del contenido en materia orgánica

Capacidad de cambio de catiónico de las arcillas

A. CCC de la arcilla	Cultivos, pastos y árboles
A0. CCC < 5	85
A1. CCC 5 - 19	90
A2. CCC 20 - 40	95
A3. CCC > 40	100

Tabla 4.1.3.8. Valoración de la capacidad de cambio catiónico de las arcillas

Reserva mineral del suelo (M)

M. Reserva de minerales alterables en el hor. Subsuperficial	Cultivos, pastos y árboles	
	H1 H2 H3	H4 H5
M1. Reservas muy bajas o nulas	85	85
M2. Reservas escasas		
M2a. Minerales derivados de arenas o materiales ferruginosos	85	90
M2b. Minerales derivados de rocas ácidas	90	95
M2c. Minerales derivados de rocas básicas o calcáreas	95	100
M3. Reservas amplias		
M3a. Minerales derivados de arenas o materiales ferruginosos	90	95
M3b. Minerales derivados de rocas ácidas	95	100
M3c. Minerales derivados de rocas básicas o calcáreas	100	100

Tabla 4.1.3.9. Valoración de la reserva mineral

Clases de productividad

1	Excelente	65-100
2	Buena	35-65
3	Media	20-35
4	Pobre	8-20
5	Extremadamente pobre o nula	0-8

Tabla 4.1.3.10. Valoración de la productividad y el potencial productivo.

Una vez se han valorado todos los factores del suelo para la evaluación se calcula el índice de productividad con la fórmula mencionada anteriormente.

Para finalizar se ha de considerar la posibilidad de mejorar los resultados del suelo introduciendo modificaciones en los factores limitantes.

Clases de potencialidad:

Se pueden recomendar determinadas mejoras cuando la productividad del suelo aumente sensiblemente. En estos casos se recalculan los valores con las modificaciones previstas y se habla de clases de Potencialidad (P:i,ii,iii,iv,V).

Las mejoras pueden estar:

- a) Dirigidas a factores limitantes intrínsecos:
 - Riego
 - Fertilización
 - Aumento de la profundidad
 - Despedrado

- Desalinización
- Drenaje
- Abonado orgánico
- Mejora de textura

b) dirigidas a la mejora de condiciones fisiográficas y ambientales:

- Control de la erosión

Esquema de la FAO (1976) "Esquema para la evaluación de tierras"

En el esquema se reconocen cuatro categorías:

La primera categoría es el Orden que refleja, a grandes rasgos, si un suelo es apto o no para un uso concreto. Se reconocen dos órdenes:

S = Apta. Tierras en las que los beneficios superan los costos y el uso sostenido de la tierra no la incapacita en un período de tiempo suficientemente largo.

N = No apta. Las tierras pueden clasificarse como no aptas para un uso determinado por una diversidad de razones. Puede ocurrir que el uso propuesto sea técnicamente impracticable, tal como el riego de tierras rocosas escarpadas, o que provoque una grave degradación ambiental, como el cultivo en laderas escarpadas. Frecuentemente, sin embargo, la razón es de tipo económico: el valor de los beneficios esperados no justifica los costos de los insumos que serían necesarios.

En el orden N (No apta) se reconocen dos clases:

- **N1 = No apta actualmente.** Tierras cuyas limitaciones pueden eliminarse con medios técnicos o costos aunque estas modificaciones en la actualidad son impensables.
- **N2 = No apta permanentemente.** Limitaciones graves, de índole generalmente física, que se suponen insalvables a largo plazo. Posteriormente se ha incorporado la clase.
- **X = Tierras para conservación.** No apta para su explotación, tierras de especial protección, debido a su conservación, vida silvestre, de especial interés científico ecológico o de interés social (como parques, reservas, o zonas de recreo). Fue definida en un principio a nivel de unidad dentro de la subclase N, pero por sus especiales características ha sido introducida al máximo nivel de clase por la mayoría de los expertos.

La segunda categoría es la Clase que refleja grados de aptitud dentro del orden. Las Clases de aptitud reflejan grados de adaptabilidad. Se enumeran de un modo consecutivo, mediante cifras arábigas.

Para el Orden S (Apta) se consideran tres clases:

- **S1=Altamente apta.** Sin limitaciones para el uso sostenido o limitaciones de menor cuantía que no afectan la productividad ni aumentan considerablemente los costos.
- **S2 = Moderadamente apta.** Limitaciones moderadamente graves que reducen los beneficios, o implican riesgos de degradación en el empleo sostenido del suelo.
- **S3 = Marginalmente apta.** Las limitaciones para el uso sostenido son graves y la balanza entre costos y beneficios hace que su utilización sólo se justifique de forma marginal. Su empleo se justifica, normalmente, por razones distintas a las económicas.

Los límites entre los órdenes (S y N) y entre las diferentes clases (S1, S2, S3 y N1, N2) se establecen por la presencia de **factores limitantes**. Un factor limitante es una característica del suelo que dificulta el empleo para un determinado uso, o reduce la productividad, o aumenta los costos o implica riesgos de degradación, o todo a la vez. La inclusión de un suelo en una determinada clase viene dada por su máximo factor limitante. Es decir que si tenemos un suelo que para el parámetro PENDIENTE DEL TERRENO es de clase S1, para la PROFUNDIDAD DEL SUELO es de clase S3, para la TEXTURA es de clase S2, para el CONTENIDO EN HUMEDAD es de clase S2 y para el CONTENIDO EN SALES es S3, el suelo será evaluado de Clase 3.

Si comparamos estas clases con las establecidas en las Clases Agrológicas del Servicio de Conservación de Suelos de USA podemos establecer las siguientes comparaciones:

Clases FAO	Clases Agrológicas
S1	Clase I
S2	Clases II y III
S3	Clase IV
N	Clases V, VI y VII
X	Clases VIII

Los factores limitantes se usan para definir **la tercera categoría del sistema que es la Subclase** que queda definida por el tipo o tipos de limitaciones principales. El número de subclases no se limita pero debe ser pequeño y responder a diferencias reales en cuanto a exigencias de planificación o uso potencial. En el símbolo de cada subclase, el número de limitaciones que figuren debe ser el mínimo para que el resultado sea manejable. Una o rara vez dos letras bastarán normalmente.

Ejemplos de subclases: t = pendiente; e = riesgo de erosión; p = profundidad; s = salinidad; d = drenaje; c = deficiencia bioclimática; r = rocosidad; w = riesgo de inundación, etc.

Por último, **la cuarta categoría es la Unidad** que establece las diferencias dentro de las subclases en función del uso deseable. Todas las unidades dentro de una subclase (S2rA, S2rM, ...) tienen el mismo grado de aptitud a nivel de clase (S2) y características análogas de limitación a nivel de subclase (r). Las unidades difieren entre sí en sus características de producción o en aspectos secundarios de sus exigencias de ordenación (con frecuencia definible como diferencias de detalle en sus limitaciones). Su reconocimiento permite una interpretación detallada a nivel de planificación de la explotación. Las unidades se distinguen mediante letras mayúsculas que se colocan al final. No hay límite alguno para el número de unidades reconocidas dentro de una subclase.

Ejemplos de unidades:

A = Intensificación en el uso agrícola sin necesidad de grandes mejoras.

M = Intensificación en el uso agrícola con necesidad de mejoras importantes (riego, etc).

P = Dedicación a pastos para uso ganadero.

F = Repoblación forestal.

Evaluación de la Aptitud Específica para almendro

Pendiente

	S1	S2t	S3t	Nt
Clase	1. Llana y 2. Suave	3. Inclínada	4. Moderada	5. Escarpada y 6 Muy escarpada
%	≤ 8	≤ 16	≤ 30	> 30

Espesor (se refiere a la profundidad útil)

	S1	S2p	S3p	Np
Clase	Moderado	Limitado	Escaso	Somero
Cm	≥ 40	≥ 25	≥ 10	< 10

Rocidad

	S1	S2r	S3r	Nr
Clase	1. Moderadas	2. Rocoso	3. Muy rocoso	4. Extremadas
%	≤ 10	≤ 25	≤ 50	> 50

Pedregosidad

	S1	S2g	S3g	Ng
Clase	0 Sin piedras, hasta 3 Muy pedregoso	4 Algo excesivo	4 Algo excesivo	4 Excesivo
%	≤ 15	≤ 35	≤ 75	> 75

Fragmentos de 7,5 a 25cm.

Gravas superficiales

	S1	S2g	S3g	Ng
%	≤ 45	≤ 65	≤ 85	> 85

Fragmentos > 2cm

Drenaje

	S1	S2d	S3d	Nd
Clase	4 Bueno, 3 Moderado, 2 Imperfecto, 5 Algo excesivo	6 Excesivo	1 Escaso	0 Muy escaso

Carbono orgánico

	S1	S2o	S3o	No
%	≥ 0,8	≥ 0,4	< 0,4	--

Textura superficial

	S1	S2x	S3x	Nx
Tipo	Favorable	Desfavorable	Muy desfavorable	--
Clase	Otras	Arena, arcillosa y arcillo limosa estructuradas	Arcillosa y arcillo limosa masivas	--

Textura subsuperficial

	S1	S2x	S3x	Nx
Tipo		Muy desfavorable	--	--
Clase	Otras	Arcillosa y arcillo limosa masivas	--	--

pH superficial

S1	S2a	S3a	Na
6,0-8,1	5,6-5,9 y 8,2-8,3	5,2-5,5 y 8,4-8,9	≤5,1 y ≥9,0

(a= acidez/ alcalinidad)

pH subsuperficial

S1	S2a	S3a	Na
5,6-8,3	5,2-5,5 y 8,4-8,9	≤5,1 y ≥9,0	--

Grado de saturación superficial

	S1	S2v	S3v	Nv
Clase	Saturado	Saturado	Desaturado	--
%	≥ 50	≥ 35	< 35	--

Grado de saturación subsuperficial

	S1	S2v	S3v	Nv
Clase	Saturado	Desaturado	--	--
%	≥ 35	< 35	--	--

Carbonatos superficiales

	S1	S2k	S3k	Nk
%	≤ 20	≤ 45	≤ 75	> 75

Carbonatos subsuperficiales

	S1	S2k	S3k	Nk
%	≤ 45	≤ 75	> 75	--

Salinidad superficial

	S1	S2s	S3s	Ns
Clase	Baja	Alta	Muy alta	Severa
dS/m	≤ 4	≤ 8	≤ 12	> 12

Nota. Los valores de salinidad se expresaban antes en milimhos/cm pero no es necesaria ninguna conversión para pasar a los actuales dS/m, los valores son los mismos (1 mmhos/m = 1 dS/m).

Salinidad subsuperficial

	S1	S2s	S3s	Ns
Clase	Alta	Muy alta	Extrema	Extrema
dS/m	≤ 8	≤ 12	≤ 20	> 20

Sodicidad superficial

	S1	S2s	S3s	Ns
Clase	Baja	Moderada	Muy alta	Extrema
%	≤ 15	≤ 25	≤ 45	> 45

Nota. Se refiere este factor al porcentaje de sodio intercambiable (PSI). Se calcula midiendo la concentración de Na en el complejo de cambio, expresado en porcentaje, según la fórmula: $\text{Na (cmolc/kg)} * 100 / \text{CCC (cmolc/kg)}$. La capacidad de cambio de cationes se representa en las tablas por CCC, pero también por CIC, CEC, CCI, CII o T.

Sodicidad subsuperficial

	S1	S2s	S3s	Ns
Clase	Moderada	Muy alta	Extrema	--
%	≤ 25	≤ 45	> 45	--

Erosión

	S1	S2e	S3e	Ne
Clase	Nula o ligera	Moderada	Alta	Muy alta
tm/ha/año	≤ 10	≤ 20	≤ 100	> 100

Una vez se han determinado los 20 parámetros se conocen los factores limitantes y en función de ello se ha evaluado el suelo.

Las evaluaciones se han llevado a cabo mediante los ejemplos publicados por M. Sierra y C. Dorronsoro para la evaluación de Riquier y col (1970) y Dorronsoro-Díaz C., Fernández J., Dorronsoro-Díaz B., Díez, M. , Dorronsoro-Fdez C. En las paginas web:

<http://edafologia.ugr.es/evaluacion/tema3/riquierejemplo/riquejempl1.htm>

http://edafologia.net/programas_suelos/practgest/olivar/index.htm

4.2. TRATAMIENTO INFORMÁTICO

Los datos obtenidos se procesaron conjuntamente con el paquete Microsoft Office (2007).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los suelos estudiados en la hoja de Puerto Lumbreras, presentan distintas particularidades físico – químicas que se encuentran plasmadas en el proyecto LUCDEME. A fin de realizar un estudio más profundo y con este servir como un aporte sobre la calidad de los suelos para la región, han sido interpretadas y evaluadas las características mediante distintos métodos para evaluar el uso de la tierra.

5.1. EVALUACION DE LA HOJA DE PUERTO LUMBRERAS

Evaluación de Riquier, Bramao y Cornet (1970):

El índice de productividad, refleja numéricamente la capacidad actual del suelo para lograr un rendimiento determinado, independiente de los factores económicos que pueden condicionar el desarrollo de determinadas orientaciones productivas.

Los factores determinantes de la productividad considerados son:

H = Humedad.

D = Drenaje (cantidad de oxígeno disponible para las raíces).

P = Profundidad efectiva del suelo.

T = Textura / estructura.

N = Saturación en bases del complejo adsorbente.

S = Concentración de sales solubles.

O = Contenido en materia orgánica.

A = Capacidad de intercambio catiónico / Naturaleza de la arcilla.

M = Reservas minerales.

Valoración de los factores productivos:

Perfil	(H)	(D)	(P)	(T)	(O)	(A)	(M)	(S)
975-I	2b	4	1	7	1	3	2c	2
975-IV	2b	2	3	5a	2	3	2c	2
975-VII	2b	3	3	7	1	3	2c	2
975-VIII	2b	4	3	4a	1	3	2c	1
975-X	2b	3	4	6a	1	2	2c	2
975-XII	2b	3	3	7	1	3	2c	6
975-II	2b	4	2	6a	3	2	3c	1
975-XIII	2b	3	3	7	3	3	3c	1
975-XV	2b	3	2	6a	2	2	3c	1
975-XVII	2b	3	2	7	2	2	3c	1
975-XVIII	2b	3	3	6a	2	3	3c	1
975-XIX	2b	3	2	6a	2	3	3c	1
975-III	2b	4	3	7	1	3	2c	4
975-XVI	2b	3	2	7	4	2	3c	1
975-V	2b	3	2	7	1	2	2c	1
975-IX	2b	4	4	6a	2	1	2c	1
975-XI	2b	3	3	4	1	3	2c	1
975-XIV	2b	3	3	7	3	3	2c	1
975-VI	2b	3	2	6a	1	2	2c	1

Tabla 5.1.1. *(H) humedad *(D) Drenaje *(P) Profundidad *(T) Textura *(O) Materia orgánica
*(A) Capacidad de intercambio catiónico *(M) Reserva mineral *(S) Salinidad.

Determinación del índice y potencial productivo:

Evaluación	Secano	Regadío
Perfil	Producción	Producción
975-I (Leptosol eútrico, FAO 1985) (cultivos)	0,63	3,64
Pastos	2,02	11,63
Árboles	0,32	3,63
975-IV (Fluvisol calcárico, FAO 1985) (cultivos)	2,88	6,93
Pastos	5,18	11,08
Árboles	0,29	1,23
975-VII (Fluvisol calcárico, FAO 1985) (cultivos)	5,04	32,70
Pastos	9,07	52,32
Árboles	0,50	5,81
975-VIII (Fluvisol calcárico, FAO 1985) (cultivos)	2,80	12,11
Pastos	3,58	15,50
Árboles	0,56	4,85
975-X (Fluvisol calcárico, FAO 1985) (cultivos)	6,13	29,83
Pastos	7,76	33,55
Árboles	1,15	9,94
975-XII (Fluvisol calcárico, FAO 1985) (cultivos)	0,53	4,24
Pastos	1,68	9,69
Árboles	0,02	0,24
975-II (Leptosol eútrico, FAO 1985) (cultivos)	2,74	11,40
Pastos	6,57	27,36
Árboles	0,34	2,85
975-XIII (Regosol eútrico, FAO 1985) (cultivos)	7,20	45,00
Pastos	12,96	72,00
Árboles	0,72	8,00
975-XV (Regosol calcárico, FAO 1985) (cultivos)	1,95	9,23
Pastos	6,57	27,70
Árboles	0,12	1,03
975-XVII (Regosol calcárico, FAO 1985) (cultivos)	2,43	15,39
Pastos	8,21	46,17
Árboles	0,15	1,71

Tabla 5.1.2. Evaluación de Riquier, Bramao y Cornet (1970).

Evaluación (cont.)	En seco (cont.)	Regadío
Perfil	Producción	Producción
975-XVIII (Regosol calcárico, FAO 1985) (cultivos)	5,12	24,30
Pastos	9,22	38,88
Árboles	0,51	4,32
975-XIX (Leptosol eútrico, FAO 1985) (cultivos)	2,05	9,72
Pastos	6,91	29,16
Árboles	0,13	1,08
975-III (Regosol calcárico, FAO 1985) (cultivos)	2,80	16,15
Pastos	3,58	20,67
Árboles	0,56	6,46
975-XVI (Leptosol rendsico, FAO 1985) (cultivos)	3,04	17,10
Pastos	10,26	51,30
Árboles	0,19	1,90
975-V (Calcisol háplico, FAO 1985) (cultivos)	2,13	13,81
Pastos	7,18	41,42
Árboles	0,13	1,53
975-IX (Calcisol háplico, FAO 1985) (cultivos)	9,22	36,94
Pastos	8,29	33,24
Árboles	3,46	27,70
975-XI (Calcisol háplico, FAO 1985) (cultivos)	2,24	10,90
Pastos	4,03	17,44
Árboles	0,22	1,94
975-XIV (Calcisol háplico, FAO 1985) (cultivos)	7,20	42,75
Pastos	12,96	68,40
Árboles	0,72	7,60
975-VI (Calcisol háplico, FAO 1985) (cultivos)	1,70	8,28
Pastos	5,75	24,85
Árboles	0,11	0,92

Tabla 5.1.2. Bis. Evaluación de Riquier, Bramao y Cornet (1970).

Conclusión:

Tras la evaluación de Riquier, Bramao y Cornet (1970) para los suelos de la hoja de Puerto Lumbreras (975) 1:100000, el grado de productividad para árboles en seco varía en porcentajes entre 0,02 y 3,45 y el potencial productivo en regadío varía entre 0,24% y 27,70%.

En muchos perfiles con bajos rendimientos como son IV, XV, XIX, VI, XVIII (Tabla 5.1.2), se puede observar una sensible respuesta al regadío aumentando sus rendimientos,

aunque estos siguen siendo muy bajos lo que nos indica que el principal limitante no es el agua, sino otros factores como son el drenaje y la profundidad.

Esto es debido a que se encuentran en situaciones marginales, lugares de gran pendiente con los consiguientes problemas de erosión (tabla 5.1.4), alto contenido de gravas que dan lugar a un excesivo drenaje (tabla 5.1.4) y baja capacidad de intercambio catiónico, baja profundidad y contenido en materia orgánica. Estos factores hacen que no sea viable el desarrollo de cultivos sobre estos suelos (Imagen 5.1.1).



Imagen 5.1.1. Detalle pendiente y factores erosivos.

La vocación de los terrenos IV, XIX, VI, es el cultivar de almendros en seco, con un manejo tradicional, aunque no tienen un uso justificado, ya que los rendimientos son bajos, no obteniéndose unos beneficios que hagan rentable el mantenimiento del cultivo. Una vez observados los rendimientos de estas áreas, se puede decir que podrían servir para la repoblación forestal, como ocurre en el perfil XV, donde se ha llevado a cabo con éxito.

Sin lugar a dudas el condicionante de mayor importancia es la humedad, hecho que haga inviables la mayor parte de los suelos para determinados cultivos, esto es debido a una baja pluviometría, que hace que el suelo solo acumule reserva de agua durante dos meses, como se muestra en la ficha climática (tabla 5.1.3)(Figura 5.1.1)

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T ^a (°C)	9,8	10,9	12,9	14,6	18,0	22,0	25,5	25,7	22,1	18,0	13,9	10,8
P (mm)	20,1	23,9	25,0	28,5	24,0	15,1	4,5	4,4	25,8	39,1	30,3	21,8
ETP (mm)	19,6	23,4	38,4	51,3	82,3	118,2	156,6	148,5	101,4	65,3	36,1	22,7
ETR (mm)	19,6	23,4	25,0	28,5	24,0	15,1	4,5	4,4	25,8	39,1	30,3	21,8
V. reserva	0,5	0,5	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---
Reserva	0,5	1,0	0,0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Exceso												
Deficit			12,4	22,8	58,3	103,1	152,1	144,1	75,6	26,2	5,8	0,9

Tabla 5.1.3. Ficha hídrica

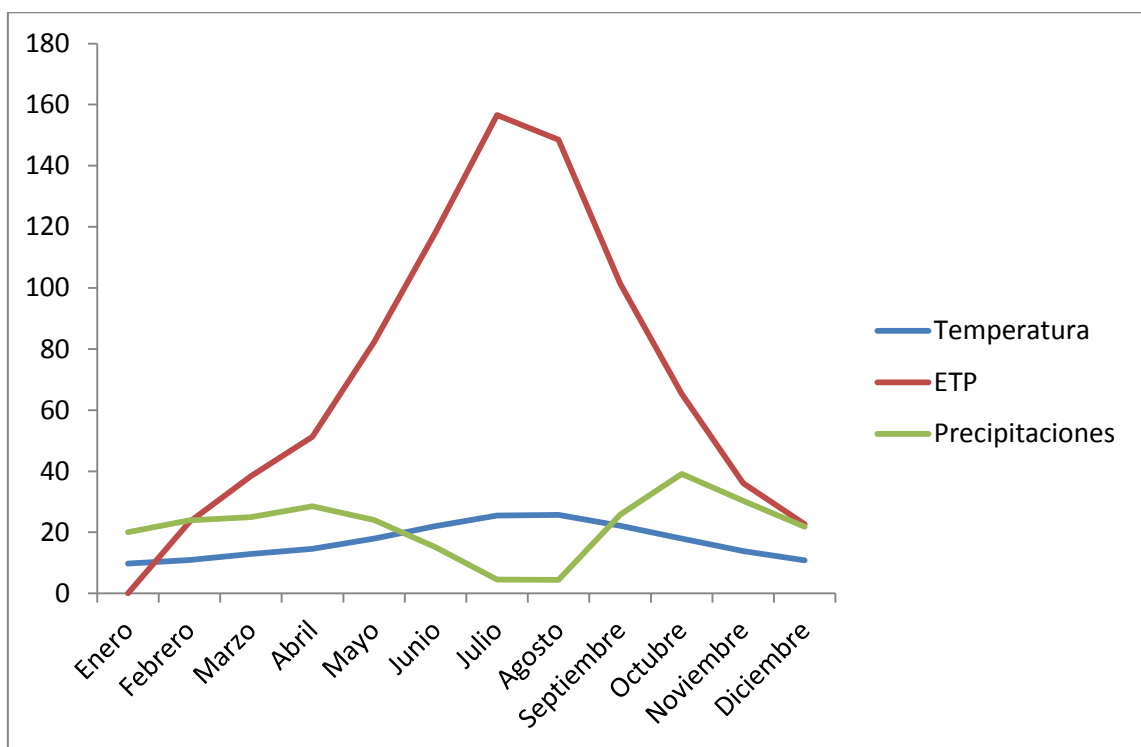


Figura 5.1.1. Diagrama climático

Como vemos en la ficha climática (tabla 5.1.3 y figura 5.1.1) hay déficit de agua prácticamente todo el año, por lo que es necesario el cultivo en regadío de estos

suelos para satisfacer las necesidades hídricas de las plantas, de tal modo que se obtenga un rendimiento adecuado.

Se ha realizado la evaluación de Riquier y col.(1970) en regadío (tabla 5.1.2) a fin de determinar la rentabilidad de la aplicación de riego, observándose una importante mejora, teniendo en estos casos potenciales productivos para árboles que llegan hasta valores del 27,70% (perfil IX).

Al observar las diferencias entre los valores de regadío y secano se hace indiscutible la aplicación de riego, ya que aumenta prácticamente para todos los casos 10 veces su productividad.

Los suelos de mayor potencial productivo para árboles según la evaluación de Riquier y col. (1970), en la hoja de Puerto Lumbreras, tienen potenciales entre 27,70% y 4,80%. Se trata de suelos de tipología Fluvisoles y Calcisoles, suelos desarrollados sobre antiguos sedimentos aluviales con una gran profundidad y textura adecuada (Tabla 5.1.1), en los cuales los cultivos de árboles se desarrollan cómodamente.

Indicar que los perfiles IV y XII son Fluvisoles con una valoración muy baja, esto es debido en el primer caso a un mal drenaje, mientras que el perfil XII, es debido muy probablemente, al aporte de agua de mala calidad de forma excesiva, que ha conducido a la salinización y en consecuencia la pérdida de estructura del mismo.

Los suelos más ampliamente representados en la hoja de Puerto Lumbreras (975) son todos aquellos que tienen un origen aluvial (Figura 5.1.2.) que coinciden con las zonas de máxima extensión de explotaciones agrícolas situadas en la franja central de la hoja en dirección NE – SW, que aparece delimitado por una franja verde en el mapa de suelos (figura 5.1.2) (De las unidades 7 a 10 y la unidad 25).

SUELOS DOMINANTES	INCLUSIONES	SUELOS DOMINANTES	INCLUSIONES
1	Litosoles Regosoles litosólicos	18	Regosoles margálicos Fluvisoles calcáricos
2	Litosoles Regosoles litosólicos	19	Regosoles margálicos Xerosoles calcálicos
3	Litosoles	20	Regosoles margálicos Litosoles
4	Litosoles Xerosoles calcálicos	21	Regosoles margálicos Fluvisoles calcáricos
5	Litosoles Xerosoles calcálicos	22	Xerosoles calcálicos
6	Litosoles Xerosoles calcálicos	23	Xerosoles calcálicos Litosoles
7	Fluvisoles calcáricos	24	Xerosoles calcálicos Litosoles Regosoles litosólicos
8	Fluvisoles calcáricos	25	Xerosoles calcálicos Fluvisoles calcáricos
9	Fluvisoles calcáricos Xerosoles calcálicos	26	Xerosoles calcálicos Xerosoles petrocálicos
10	Fluvisoles calcáricos	27	Xerosoles petrocálicos
11	Regosoles litosólicos	28	Xerosoles petrocálicos Fluvisoles calcáricos Xerosoles calcálicos
12	Regosoles litosólicos	29	Xerosoles petrocálicos Xerosoles calcálicos
13	Regosoles litosólicos Xerosoles calcálicos		Fase salina
14	Regosoles litosólicos Xerosoles calcálicos		
15	Regosoles litosólicos Xerosoles calcálicos		
16	Regosoles litosólicos Xerosoles calcálicos		
17	Regosoles margálicos		

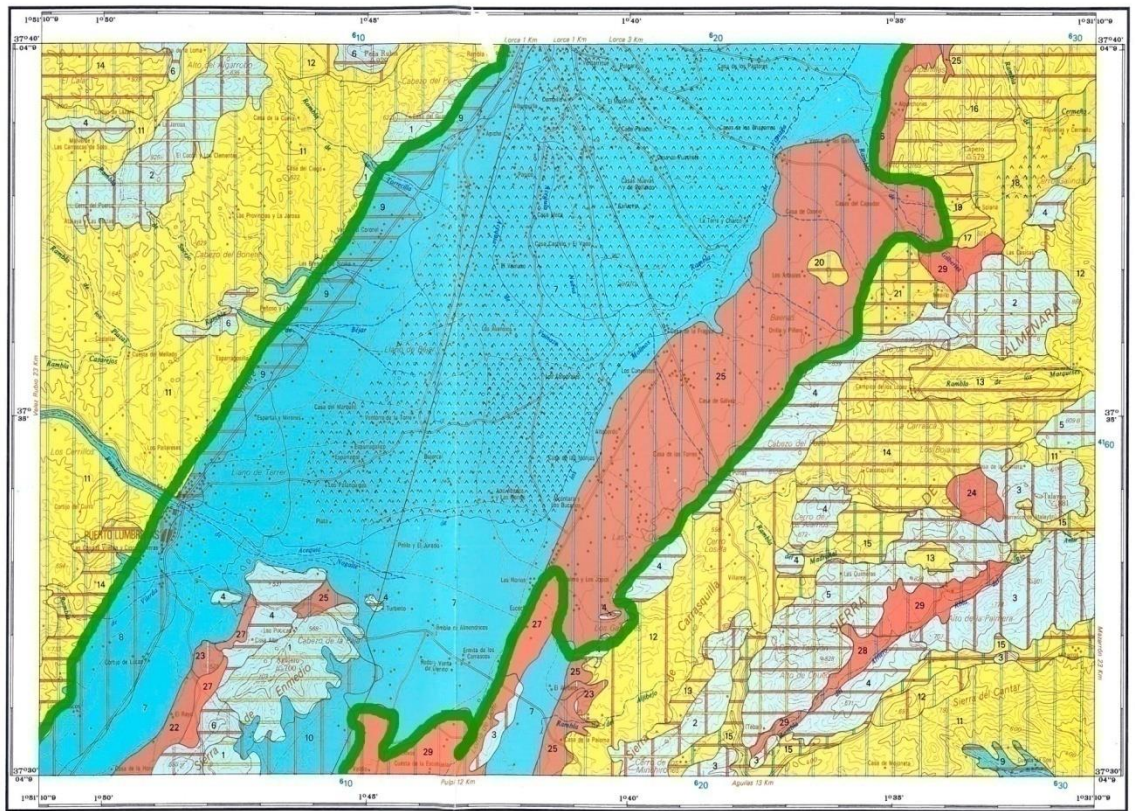
CUADRO DE DISTRIBUCIÓN
ESCALA 1:50.000

952 VELEZ BLANCO	953 LÓRCA	954 TOTANA
974 VELEZ RUBIO	975 PUERTO LUMBRERAS	976 MAZARRÓN
996 HUESCA -OJEDA	997 AGULAS	997 bis OPE

PROYECTO LUCDEME

MAPA DE SUELOS

PUERTO LUMBRERAS - 975



Base topográfica: Servicio Geográfico del Ejército
 Cartografía: REVINATLAS S.A. (Folios 10, 2002) Madrid
 Impresión: Industrias Gráficas María S.A.
 Depósito legal: M-41566-1988
 NPI: 254-86-007-0

Escala 1:100.000

Proyección U.T.M.

UNIVERSIDAD DE MURCIA. Departamento de O. Agrícola, Genética y Ecología
 Director del trabajo: Prof. Dr. Luis J. Alías Pérez
 Cartografía: Drs. Alías Pérez, Oriol Silla y Remedios Benítez
 Determinaciones analíticas: Drs. Lisardo Moreno y Martínez Sánchez y Lida López Carbonell

Figura 5.1.2. Mapa de suelos de Puerto Lumberras

Esquema de evaluación de la FAO:

Suelo	975 I	975I V	975 VII	975 VIII	975 X	975- XII	975 II	975 XIII	975 XV	975 XVII	975 XVIII	975 XIX	975 III	975 XVI	975 V	975 IX	975 XI	975 XIV	975 VI	
	Valor																			
Pendiente	Nt	S1	S1	S1	S1	S1	Nt	Nt	S1	Nt	N	Nt	S1	Nt	S1	S1	S1	S1	S2t	S2t
Prof (cm)	Np	S1	S1	S1	S1	S1	S3p	S1	S2p	s2p	S1	S3p	S1	S2p	S1	S1	S1	S1	S3p	S2p
Rocosidad	Nr	S1	S1	S1	S1	S1	Nr	S1	S2r	S1	S2r	S3r	S1	S3r	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Pedregosidad	Ng	S1	S1	S1	S1	S1	Nr	S1	S1	S1	S1	S1	S1	Ng	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Gravas sup	Ng	S1	S1	S1	S1	S1	Ng	S1	Ng	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Drenaje	S2d	S1	S1	S2d	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S2d	S1	S1	S1
% C.O.	S1	S1	S1	S2o	S1	S3o	S1	S1	S2o	S3o	S1	S1	S3o	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Textura sup	S2x	S3x	S2x	S1	S2x	S3x	S2x	S2x	S2x	S1	S1	S1	S3x	S1	S1	S2x	S2x	S2x	S2x	S2x
Textura sub	S1	S2x	S1	S1	S2x	S2x	S1	S1	S1	s1	S1	S1	S2x	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
pH sup	S2a	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3a	s1	S1	S3a	S2a	S1	S2a	S1	S1	S1	S1	S2a
pH sub	S1	S1	S1	S1	S2a	S2a	S1	S1	S3a	s1	S2a	S2a	S1	S1	S2a	S2a	S1	S1	S1	S1
% V Sup	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
% V Sub	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
% CO ₃ ⁼ sup	S1	S2k	S1	S1	S2k	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S2k	S2k	S2k	S1	S1	S2k	S2k	S2k
% CO ₃ ⁼ sub	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S3k
CE sup	S1	S2s	S1	S1	S1	Ns	S1	S1	S1	s1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
CE sub	S1	S1	S1	S1	S1	Ns	S1	S1	S1	s1	S1	S1	S2s	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
PSI Sup	S1	S1	S1	S1	S1	Ns	S1	S1	S1	s1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
PSI Sub	S1	S1	S1	S1	S1	Ns	S1	S1	S1	s1	S1	S1	S3s	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Erosión	S3e	S1	S2e	S2e	S2e	S1	S3e	S3e	S2e	S3e	S1	S2e	S2e	S2e	S2e	S2e	S2e	S1	S2e	S2e
VALORACIÓN	N	S3	S2	S2	S2	N	N	N	N	N	N	N	S3	N	S2	S2	S2	S2	S3	S3

Tabla 5.1.3. Esquema de evaluación de la FAO. *Prof (cm): profundidad útil del suelo *Sup: superficial *Sub: Subsuperficial *% V: grado de saturación (%) *% CO₃⁼: carbonatos (%)

*CE: conductividad eléctrica (dS/m) *% C.O: carbono orgánico (%) *PSI: porcentaje de sodio intercambiable.

La organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (F.A.O), aporta un conjunto de principios, conceptos y procedimientos metodológicos indicados en el capítulo de Material y métodos que se han seguido para la evaluación de los suelos de la hoja de Puerto Lumbreras (Proyecto LUCDEME, hoja 975, mapa 1:100000 Alias y col. 1988).

La estructura de clasificación en niveles jerárquicos de aptitud, órdenes, clases, subclases y unidades, es la siguiente como ya mencionamos en el capítulo de material y métodos:

Orden: expresa el tipo de aptitud.

S = Apta.

N = No apta.

En el orden N (No apta) se reconocen dos clases:

- **N1 = No apta actualmente**
- **N2 = No apta permanentemente.**

La segunda categoría es la Clase que refleja grados de aptitud dentro del orden. Las Clases de aptitud reflejan grados de adaptabilidad. Se enumeran de un modo consecutivo, mediante cifras arábigas.

Para el Orden S (Apta) se consideran tres clases:

- **S1=Altamente apta**
- **S2 = Moderadamente apta.**
- **S3 = Marginalmente apta.**

Conclusión:

La evaluación de los suelos por el esquema de FAO da una valoración entre N, S3 y S2.

Los suelos de valoración N se pueden clasificar en dos clases, como no apta permanentemente (N2) o actualmente (N1).

Los suelos que se pueden valorar como no aptos de forma permanente son los que se encuentran dentro de los perfiles de evaluación I, XII, II, XIII, XVII, XIX, VI, XVIII, esto es debido en su gran mayoría a una excesiva pendiente, pedregosidad, gravas superficiales y afloramientos rocosos que hacen inviable su uso (Imagen 5.1.2).



Imagen 5.1.2. Detalle profundidad, pendiente y afloramientos rocosos.

Cabe señalar el perfil XII el cual tiene como limitación una alta sodicidad y contenido en sales, que muy probablemente se debe a riegos excesivos con aguas de mala calidad que han conducido al suelo a su contaminación por acumulación de sales, pérdida de la estructura y en consecuencia de la rentabilidad.

Es de resaltar que todos los perfiles, a excepción de IV, XII y XVIII, tienen importantes problemas de erosión, factor degradativo que se puede deber muy probablemente como ya se ha indicado anteriormente a la situación de estos terrenos sobre lugares de relieve con excesiva pendiente (Imagen 5.1.1), un uso inadecuado, manejo y labores que han conducido a estos suelos a una alta vulnerabilidad a los factores erosivos como son agua, viento y desplazamiento del terreno.

Los suelos de valoración S2 (perfiles VII, VIII, X, V, IX, XI), se trata de suelos con limitaciones moderadamente graves, que reducen los beneficios o implican riesgos de degradación en el empleo sostenido del suelo, aunque determinados factores limitantes pueden ser paliados con distintas estrategias que permitan su uso de forma rentable y sostenible.

Ya que la problemática de estos suelos es común, basándose en problemas debidos a una suave inclinación, textura y erosión, las medidas que se pueden llevar a cabo podrían ser:

- Enmiendas orgánicas con la finalidad de mejorar la textura, reducir el pH de los suelos y mejorar cualidades como son el intercambio catiónico.
- Eliminación por completo de riego manta, que da lugar a una erosión continuada debido al arrastre de tierras por parte del agua, y en consecuencia la perdida de estructura así como la reducción de la profundidad del suelo, además, para paliar este desplazamiento del terreno se deberían llevar a cabo la formación de terrazas.

Los suelos con valoración S3 (perfiles IV, XVIII, III, VI), son marginalmente aptos, hecho que indica que las limitaciones para su uso sostenido son graves, y la balanza entre los costos y beneficios hace que su utilización sólo se justifique de forma marginal.

En cuanto a factores a favor se pueden enumerar:

- El alto contenido de gravas y arenas de los perfiles dan lugar a buenos drenajes y en conclusión a un buen desarrollo de los árboles, aunque este hecho condiciona a su vez la capacidad de retención de los suelos, la cual es baja, acompañada de una reducida capacidad de cambio.
- Grado de saturación máximo, lo que nos indica que el suelo es rico en nutrientes, aunque está condicionado por una baja capacidad de cambio, que da lugar a que el grado máximo se alcance con facilidad.
- Buen contenido en Carbono orgánico, lo que favorece la solución del suelo mejorando la textura, bajando el pH e incrementando la capacidad de intercambio catiónico.

5.2. EVALUACIÓN DE LOS SUELOS DE LA PARCELA DE ESTUDIO

Una vez realizada la evaluación de los suelos con el método de evaluación de tierras FAO y también mediante el sistema de evaluación de productividad agraria (Riquier, Bramao y Cornet (1970)), como se ha señalado anteriormente se puede observar un mayor potencial productivo en los suelos de tipología Fluvisoles y Calcisoles, sobre los cuales se desarrollan la mayor parte de los cultivos en la zona. Por este hecho se ha llevado a cabo un estudio sobre una finca de almendros situada sobre un terreno de naturaleza Fluvial, de manera que se han realizado los correspondientes análisis en laboratorio y obtención de los datos necesarios para la evaluación de los suelos.

5.2.1. Datos analíticos de los suelos de la parcela de estudio:

Suelo	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	CaCO ₃ (%)	pH	C.E (dS/m)	PSI	RAS
1	24,9	63,6	24,7	11,8	0,0	8,5	4,4	20,1	0,6
2	30,4	63,2	26,0	10,8	0,5	8,5	5,2	21,5	0,7
3	25,1	62,2	25,1	12,7	3,1	8,5	10,4	58,3	1,3
4	24,7	69,8	21,3	8,9	0,9	8,6	4,1	18,3	0,4
5	21,6	54,4	31,8	13,8	2,8	8,6	1,0	4,1	0,1
6	27,9	64,4	25,2	10,5	2,7	9,0	6,2	38,9	0,7
7	31,1	69,7	21,3	9,0	1,2	8,5	1,4	8,0	0,1
8	13,8	57,4	33,9	8,7	3,1	8,6	4,6	10,1	0,2
9	15,4	50,2	38,1	11,7	0,3	8,5	5,4	12,6	0,4
10	23,4	48,3	39,2	12,6	2,5	8,8	3,9	15,5	0,4
11	9,7	48,0	37,3	14,8	2,5	8,5	3,0	18,9	0,3

Tabla 5.2.1.1. Datos analíticos.

Suelo	Bases y capacidad de cambio (cmol/Kg)					V (%)	C.O.(%)	N(%)	C/N	P (ppm)
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	C.I.C.					
1	8,1	0,5	1,26	0,08	6,3	100	0,31	0,01	18,5	14,5
2	7,3	0,3	1,26	0,06	5,9	100	0,25	0,01	15,3	15,3
3	9,2	0,7	2,94	0,13	5,0	100	0,51	0,02	24,1	16,9
4	7,5	0,5	0,84	0,18	4,6	100	0,35	0,02	16,3	16,9
5	9,2	0,6	0,24	0,15	5,9	100	0,37	0,02	15,4	16,1
6	8,4	0,4	1,47	0,08	3,8	100	0,29	0,01	22,3	17,4
7	6,8	0,4	0,17	0,18	2,1	100	0,21	0,01	16,7	15,5
8	8,0	0,8	0,43	0,07	4,2	100	0,32	0,02	16,3	13,6
9	7,2	0,6	0,84	0,11	6,7	100	0,30	0,02	11,8	17,5
10	7,1	0,5	0,84	0,24	5,5	100	0,27	0,02	10,9	16,9
11	7,00	0,9	0,64	0,30	3,4	100	0,44	0,02	15,3	15,6

Tabla 5.2.1.1. Bis. Datos analíticos.

Se trata de suelos que tienen un alto contenido en grava y una textura que oscila de franca a franco - arenosa, con bajo contenido en arcilla y un moderado contenido en limo “como buenos Fluvisoles que son”.

El contenido en carbonato cálcico es muy bajo, teniendo niveles máximos del 3,1%, de tal modo que no afectan al cultivo.

La conductividad eléctrica se puede valorar como escasa en el caso de los perfiles 10 y 11, por otro lado hay valores moderados para los perfiles 1, 2, 4, 6, 8 y 9, esto supone una reducción del rendimiento para el almendro del 50%, aunque para el perfil 3 con una conductividad eléctrica de 10,4 dS/m hay una reducción del rendimiento máxima, según Marañés (1998).

Respecto al pH de acuerdo a los criterios de USDA (United States Department of Agriculture) es ligeramente alcalino para estos suelos.

El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) es excesivamente alto, ya que los suelos de la parcela de estudio tienen valores que oscilan entre 4,1 y 58,3, que suponen limitaciones para el desarrollo del cultivo, oscilando los niveles máximos para frutales entre 2-10, según Urbano, P. (2002).

En cuanto a los niveles de elementos indicar como muy bajos el contenido en nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, según Marañés (1998).

La concentración de fósforo tiene niveles normales para todos los suelos excepto para los perfiles 1, 2, 7 y 8 donde la concentración se puede valorar como muy baja, según Marañés (1998).

La capacidad de cambio es muy baja para todos los perfiles oscilando entre valores de 6,7 y 2,1, según Marañés (1998).

La relación C/N es variable en los distintos perfiles, siendo para los perfiles, 2, 5, 9, 10 y 11 Baja, lo que nos indican que la materia orgánica está muy mineralizada y para el resto (perfiles 1, 3, 4, 6, 7, 8), la relación C/N que existe es mayor, que se puede atribuir a que la materia orgánica (M.O) es relativamente fresca, ya que se han realizado enmiendas orgánicas para intentar mejorar la fertilidad del suelo.

El contenido en carbono orgánico (C.O) es muy bajo para todos los perfiles siendo inferior en todos los casos a 0,75, según Maraños (1998).

Suelo:	% de humedad a 33Kpa	% de humedad a 1500 Kpa	Densidad aparente g/cm ³	Capacidad de Retención (mm)	Agua útil (mm)
1	14,17	6,62	1,58	5,95	5,95
2	15,16	5,6	1,59	7,58	7,58
3	13,19	6,37	1,55	5,28	5,28
4	17,65	5,33	1,59	9,78	9,78
5	14,11	7,29	1,55	5,29	5,29
6	11,53	5,99	1,58	4,39	4,39
7	15,02	4,94	1,6	8,09	8,09
8	15,28	5,23	1,57	7,91	7,91
9	19,26	7,23	1,56	9,38	9,38
10	18,47	7,11	1,56	8,85	8,85
11	19,18	7,69	1,53	8,80	8,80

Tabla 5.2.1.2. Capacidad de retención y densidad aparente.

La Capacidad de retención de estos suelos es baja o muy baja como consecuencia de su bajo contenido en arcilla y materia orgánica. Este déficit de almacenamiento de agua se ve en parte compensado por la profundidad efectiva del suelo.

Si hacemos la media del agua útil de los suelos (tabla 5.2.1.2.) de nuestra parcela da un valor de 7,4, de tal modo que las necesidades hídricas de los cultivos son mayores que la capacidad del suelo por lo que se debe de diseñar una estrategia de riego de forma frecuente y en pocas cantidades para satisfacer las necesidades del cultivar sin encharcamientos.

5.2.2. Evaluación de suelos de la finca.

Con la finalidad de tener una visión objetiva de los datos que se han obtenido en laboratorio sobre la finca de estudio, se han realizado las correspondientes evaluaciones sobre los perfiles de la parcela.

Evaluación de Riquier, Bramao y Cornet (1970):

Valoración de los factores productivos:

Perfil	(H)	(D)	(P)	(T)	(N)	(O)	(A)	(M)	(S)
1	2b	4	4	1c	5	1	A1	M3c	S2
2	2b	4	4	1c	5	1	A1	M3c	S2
3	2b	4	4	1c	5	1	A1	M3c	S4
4	2b	4	4	1c	5	1	A1	M3c	S2
5	2b	4	4	1c	5	1	A1	M3c	S1
6	2b	4	4	1c	5	1	A1	M3c	S2
7	2b	4	4	1c	5	1	A1	M3c	S1
8	2b	4	4	2b	5	1	A1	M3c	S2
9	2b	4	4	2b	5	1	A1	M3c	S2
10	2b	4	4	1c	5	1	A1	M3c	S2
11	2b	4	4	2b	5	1	A1	M3c	S2

Tabla 5.2.2.1 Evaluación de Riquier, Bramao y Cornet (1970)

Determinación del índice y potencial productivo:

Perfil	Ev. Riquier y col. (1970) secano	Ev. Riquier y col. (1970)regadío
1 (cultivos)	6,43	26,46
pastos	7,71	31,75
árboles	4,28	35,28
2 (cultivos)	6,43	26,46
pastos	7,71	31,75
árboles	4,28	35,28
3 (cultivos)	2,30	9,45
pastos	2,75	11,34
árboles	1,53	12,60

Tabla 5.2.2.2. Resultados de la evaluación.

4 (cultivos)	6,43	26,46
pastos	7,71	31,75
árboles	4,28	35,28
5 (cultivos)	9,18	37,80
pastos	11,02	45,36
árboles	6,12	50,40
6 (cultivos)	6,43	26,46
pastos	7,71	31,75
árboles	4,28	35,28
7 (cultivos)	9,18	37,80
pastos	11,02	45,36
árboles	6,12	50,40
8 (cultivos)	1,07	13,23
pastos	0,86	10,58
árboles	0,43	10,58
9 (cultivos)	1,07	13,23
pastos	0,86	10,58
árboles	0,43	10,58
10 (cultivos)	6,43	26,46
pastos	7,71	31,75
árboles	4,28	35,28
11 (cultivos)	1,07	13,23
pastos	0,86	10,58
árboles	0,43	10,58

Tabla 5.2.2.2.bis. Resultados de la evaluación.

Conclusión:

Una vez realizada la evaluación de Riquier, Bramao y Cornet (1970) se puede observar la marcada diferencia entre los rendimientos obtenidos para secano y regadío, FAO (1990c). En secano el grado de productividad para árboles oscila entre 0,43 y 6,12% y en regadío de 10,58 a 50,40%. Como podemos cerciorar, estos bajos rendimientos que se dan para secano son debidos en primera instancia al factor climático, debido a una baja humedad del suelo, que según la ficha climática (tabla 5.1.3 y figura 5.1.1), solo se acumula agua durante 2 meses al año. Este hecho condiciona lógicamente el desarrollo de los árboles aunque se deben de señalar otros factores negativos como son:

- Textura con excesivo contenido en arenas y gravas, hecho que da lugar a un excesivo drenaje y por consiguiente poca retención de agua y de nutrientes, aunque en este tipo de suelos las especies de árboles sensibles a la asfixia radicular, como es el almendro, se desarrollan cómodamente.

- En toda la parcela de estudio podemos ver que existe un bajo contenido en materia orgánica, lo que conlleva una baja capacidad de cambio, retención de agua, formación de coloides y de desarrollo de estructura.

En cuanto a factores a favor cabe señalar:

- Gran profundidad del terreno donde el árbol desarrolla sus raíces con facilidad.
- Aunque hay un excesivo drenaje, algunas especies con problemas de asfixia radicular como es el almendro se desarrollan en perfectas condiciones.
- Grado de saturación máximo, aunque condicionado por una baja capacidad de intercambio catiónico nos indica que el suelo es rico en nutrientes.

Esquema de evaluación de la FAO:

Suelo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Valor										
Pendiente	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Prof (cm)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Rocosidad	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Pedregosidad	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Gravas sup	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Drenaje	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
% C.O.	S3o	S3o	S2o	S3o	S3o	S3o	S3o	S3o	S3o	S3o	S2o
Textura sup	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Textura sub	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
pH sup	S3a	S3a	S3a	S3a	S3a	Na	S3a	S3a	S3a	S3a	S3a
pH sub	S2a	S2a	S2a	S2a	S2a	S3a	S2a	S2a	S2a	S2a	S2a
% V Sup	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
% V Sub	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
% CO ₃ ⁼ sup	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
% CO ₃ ⁼ sub	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
CE sup	S2s	S2s	S3s	S2s	S1	S2s	S1	S2s	S1	S1	S1
CE sub	S1	S1	S2s	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
PSI Sup	S2s	S2s	Ns	S2s	S1	S3s	S1	S1	S1	S2s	S2s
PSI Sub	S1	S1	S2s	S1	S1	S2s	S1	S1	S1	S1	S1
Erosión	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
VALORACIÓN	S3	S3	N	S3	S3	N	S3	S3	S3	S3	S3

Tabla 5.2.2.3. Esquema de evaluación de la FAO. *Prof (cm): profundidad útil del suelo *Sup: superficial *Sub: Subsuperficial *% V: grado de saturación (%) *% CO₃⁼: carbonatos (%)

*CE: conductividad eléctrica (dS/m) *% C.O: carbono orgánico (%) *PSI: porcentaje de sodio intercambiable.

Conclusión de la parcela de estudio:

La valoración de los suelos de la finca de estudio varía según el esquema de evaluación de la FAO entre N y S3.

Los suelos con valoración N (perfiles 3 y 6) son suelos no aptos, esto es debido a factores como son el pH ligeramente alcalino en toda la extensión del suelo, el cual llega hasta niveles de 9, por otro lado una alta sodicidad (tabla 5.2.1.1), a consecuencia del riego de forma excesiva con aguas de mala calidad, que han producido la salinización del suelo.

Los suelos con valoración S3 son definidos por el esquema de evaluación de la FAO como marginalmente aptos, de tal modo que las limitaciones para el uso sostenido son graves. Esta valoración se debe a causas comunes en todos los perfiles, como son un bajo contenido en carbono orgánico y pH excesivamente alto, que dan lugar a una reducción considerable del rendimiento del cultivar, aunque estos factores pueden ser fácilmente paliados mediante enmiendas orgánicas.

La incorporación de materia orgánica al suelo no es insumo costoso y puede ser suplido por el agricultor, entre los factores beneficiosos de esta incorporación cabe señalar un aumento del contenido de materia orgánica, incremento de nutrientes, mejora de la estructura y textura del suelo, posible reducción del pH y aumento de la capacidad de intercambio catiónico, de tal modo que se pueden paliar ambos factores limitantes indicados en la evaluación de FAO (Tabla 5.2.2.3) de forma económica y accesible para el agricultor, alargando la vida del cultivar y permitiendo el uso sostenible del suelo.

Se debe de indicar a su vez como limitante la textura del suelo, que varía de franca a franco-arenosa con un bajo contenido en arcilla y moderado contenido en limo, la cual no es de las más adecuadas para el cultivo de almendro, ya que este prefiere suelos sueltos (fundamentalmente arenosos).

En cuanto a factores a favor se pueden indicar una pendiente llana o nula, lo cual hace que el factor de erosión sea nulo al no haber escorrentía superficial, desplazamiento del terreno y facilitando a su vez las labores de campo.

El perfil del suelo tiene una gran profundidad útil entre 40-60cm en toda la extensión de la finca con un buen drenaje, condiciones en las cuales el almendro tiene un perfecto desarrollo.

Con lo que este suelo se puede definir para todos los perfiles a excepción de 3 y 6, como S3a0A (suelo marginalmente apto con problemas de pH (a) y materia orgánica (o) con una intensificación del cultivo sin necesidad de grandes mejoras (A)).

Por otro lado para los perfiles 3 y 6 se pueden valorar como N1sM como causa de la alta concentración en sodio (s) y de otras sales a nivel superficial y subsuperficial, este factor indica que hay una intensificación del uso agrícola con necesidad de importantes mejoras (M).

La alta concentración en sodio y otras sales puede ser paliado mediante riegos de lavado y el cultivo sobre las calles de la parcela de especies absorbedoras de sales como son las gramíneas o cualquier otro manejo que disminuya la evapotranspiración.

A pesar de la presencia de importantes limitantes que condicionan la productividad del cultivar, este suelo se ha de considerar como condicionalmente apto, hasta el punto de que en la actualidad se obtienen grandes rendimientos.

5.2.3. Distribución de las sales del fertirriego en el suelo.

Como se ha indicado anteriormente es necesaria la puesta en regadío de los cultivos para que sean rentables. La finca objeto de este estudio lleva en regadío los últimos 12 años, en la que se le realizaba fertirriego de 6 horas añadiéndose 454 Kg/ha y año con riego localizado de alta frecuencia, independientemente del estado fenológico del árbol, que ha producido la acumulación de la sales en la periferia del bulbo seco como consecuencia del agua y el fertirriego utilizado. (Figura 5.2.3.1. e imagen 5.2.3.1.)

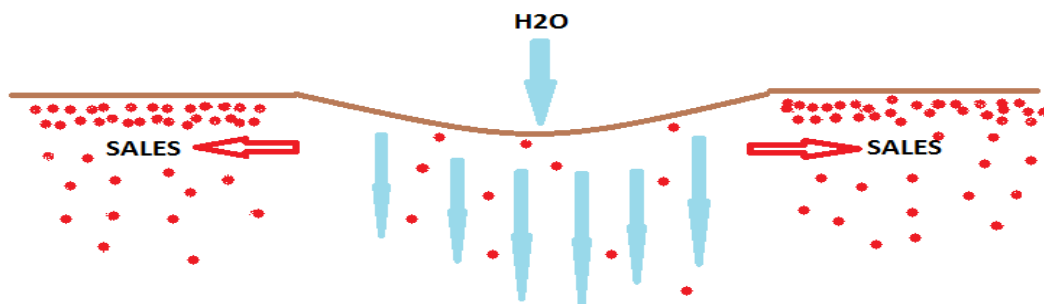


Figura 5.2.3.1. Dinámica del agua y sales en el suelo.



Imagen 5.2.3.1. Detalle sales en la periferia del gotero.

El agua utilizada para riego y el fertirriego añadido se caracterizan en las dos tablas siguientes:

	Cationes del agua (mmol+/L)				RAS	CE dS/m
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		
Agua	4,5	12,1	6,23	0,18	2,16	2,08
Fertirriego	7	9,5	5,34	0,18	1,8	1,85

Tabla 5.2.3.1. Cationes del agua y del fertirriego utilizado.

La conductividad eléctrica (CE) y la relación de sodio intercambiable (RAS) del agua se consideran como elevados, habiendo un riesgo de salinización muy alto de clase 4 y bajo riesgo de alcalinización clase 1, clasificándose el agua como C₄S₁, según USDA (Ayers, R.S., y Westcot, D.W. 1987). En estas aguas los cationes dominantes son el magnesio y el sodio sobre el calcio.

	Aniones del agua (mmol+/L)								
	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻³	SO ₄ ⁻²	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻
Agua	0,01	3,44	0,00	0,01	0,07	0,00	5,57	1,54	1,81
Fertirriego	0,08	4,50	0,01	0,01	0,15	0,00	7,79	1,64	2,96

Tabla 5.2.3.2. Aniones del agua y del fertirriego utilizado.

En los aniones presentes en el agua indicar como dominantes sulfatos, cloruros, carbonatos, bicarbonatos y nitratos con cantidades mínimas o nulas de fluoruros, bromuros y fosfatos.

Para estudiar el comportamiento de la distribución de la sales por el fertirriego en el terreno, se han analizado dos perfiles representativos por ser los que mayores problemas presentan de acumulación de sales (perfiles 3 y 6), en la zona del gotero y bulbo seco a distintas profundidades, a fin de determinar la concentración de las distintas sales en estas zonas.

Las muestras son las siguientes:

Muestra	Área de muestreo
1	Bulbo seco superficial (P3)
2	Bulbo seco 10 cm de profundidad (P3)
3	Gotero superficie (P3)
4	Gotero 10 cm de profundidad (P3)
5	Bulbo seco superficial (P6)
6	Bulbo seco 10cm de profundidad (P6)
7	Gotero superficial (P6)
8	Gotero 10cm de profundidad (P6)

Tabla 5.2.3.3. Nomenclatura de los suelos de la zona bulbo seco y húmedo.

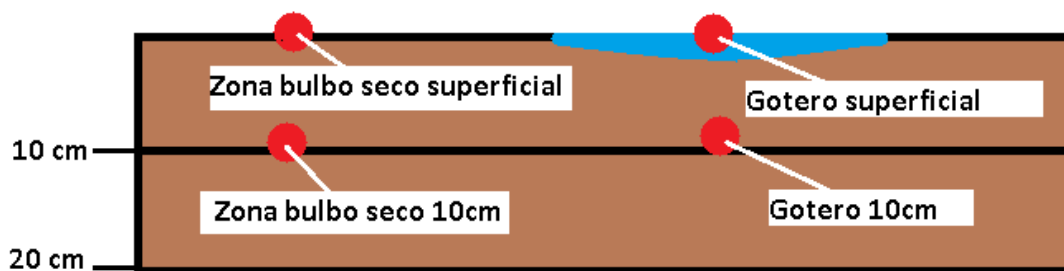


Figura 5.2.3.2. Zonas de muestreo en el terreno

MUESTRAS	Bases de cambio (cmol+/Kg)						PSI	CE (dS/m)
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	CIC	V		
1	18,4	135	155,91	8,37	4,4	100	100	103,3
2	14,6	4,7	2,22	0,56	5,6	100	39,6	14,9
3	20,7	8,2	3,87	0,56	4,8	100	80,6	12,3
4	11,5	4,8	0,98	0,28	6	100	16,3	4,1
5	21,9	137,4	160,04	8,6	3,6	100	100	87,5
6	14	5,4	2,42	0,79	5,6	100	43,2	13,2
7	7,2	3,3	0,52	0,25	1,9	100	27,4	3,3
8	11,2	3,5	0,53	0,25	4	100	13,3	3,3

Tabla 5.2.3.4. Datos del complejo de cambio de los suelos zona bulbo húmedo y bulbo seco.

La capacidad de intercambio catiónico es baja o muy baja como corresponde a suelos que tienen un bajo contenido en arcilla y materia orgánica, lo que facilita que su saturación en bases sea del 100%. El complejo de cambio está dominado fundamentalmente por sodio y magnesio como consecuencia del aporte de los abonos y del agua de riego, especialmente en las muestras del bulbo seco superficial (muestras 1 y 5), como consecuencia de la fuerte evapotranspiración y la lejanía del gotero, con valores de PSI de 100; en el resto de las muestras el catión dominante es el calcio con valores de PSI en muchos casos altos. En las muestras 2 y 6 la concentración de cationes de cambio es mucho menor por la acumulación de estos en la superficie. En el gotero (muestras 3,4,7 y 8) la acumulación de cationes de cambio está condicionada por el aporte continuado de fertirriego.

Podemos observar que la conductividad eléctrica (CE) es máxima en las muestras que se encuentran en el bulbo seco en superficie (muestras 1 y 5), con conductividades que son mayores de 100 dS/m. En las demás muestras la salinidad disminuye notablemente, especialmente en la zona del gotero.

El RAS es mayor en las zonas de la periferia del bulbo, especialmente en superficie, con valores muy altos, lo que indica que hay un problema serio de la estructura del suelo.

Su valor disminuye fuertemente en la zona del gotero por el continuo lavado. (Figura 5.2.3.4, tabla 5.2.3.6.)

MUESTRAS	Aniones (mmol+/L)								
	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ⁻²	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻
1	0	1630,70	4,35	1,21	792,94	0	2238,05	3,94	2,51
2	0,13	77,31	0	0,11	22,30	0	54,84	0,20	0,95
3	0,12	41,95	0	0,04	13,28	0,17	66,38	4,10	7,07
4	0,14	8,30	0	0,04	0,95	0	21,96	2,54	4,02
5	5,50	956,95	17,82	0,90	318,70	0	1382,47	0,48	1,80
6	0,16	59,81	0	0,04	13,05	0	66,44	1,28	10,95
7	0,08	7,51	0	0,02	0,84	0,08	13,50	2,10	4,05
8	0,02	6,58	0	0,02	1,03	0	13,38	1,90	3,15

Tabla 5.2.3.5. Aniones del extracto de saturación de las muestras de bulbo seco y húmedo.

Muestras	Cationes (mmol+/l)				RAS
	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	
1	2672,03	418,26	38,67	1830,9	87,4
2	119,28	8,11	26,30	74,06	16,8
3	98,62	5,80	31,84	77,35	13,3
4	38,70	2,32	22,11	27,57	7,8
5	1793,93	260,98	64,12	1347,46	67,5
6	108,95	7,43	27,20	67,06	15,9
7	13,91	2,19	14,92	15,63	3,6
8	9,77	1,84	14,52	16,05	2,5

Tabla 5.2.3.6. Cationes del extracto de saturación de las muestras de bulbo seco y húmedo.

En estas muestras se puede observar que existe un exceso de iones (tabla 5.2.3.6) que en la mayoría de los casos se pierden y no son aprovechables por la planta y existe una gran acumulación en superficie y en la periferia de bulbo húmedo (imagen 5.2.3.1).

- **Na⁺**: de los iones más abundantes en el suelo. Su toxicidad es alta. En la tabla 5.2.3.6 y la figura 5.2.3.14 se observa que se concentra principalmente en la superficie del bulbo seco. En la zona del gotero la concentración de Na⁺ es menor debido al continuo lavado.
- **K⁺**: al igual que el sodio, se acumula principalmente en la superficie del bulbo seco, no siendo aprovechado en su mayoría por la planta dada la alta salinidad y baja humedad de estas zonas. (tabla 5.2.3.6, figura 5.2.3.16)
- **Ca⁺²**: la concentración de calcio es casi homogénea en toda la superficie (tabla 5.2.3.6, Figura 5.2.3.17). En superficie su relación con el resto de los elementos disminuye.

- **Mg²⁺**: al igual que el Na⁺, se acumula principalmente en la superficie del bulbo seco, (tabla 5.2.3.6, Figura 5.2.3.15).
- **CO₃²⁻**: se distribuye por todo el perfil, aunque tiende a acumularse en la superficie con concentraciones normales, (tabla 5.2.3.8, Figura 5.2.3.6).
- **HCO₃⁻**: se acumula de forma heterogénea en cualquier situación. Es muy tóxico para la planta, (tabla 5.2.3.5, figura 5.2.3.8).
- **Cl⁻**: es uno de los aniones más abundantes en el suelo, se concentra principalmente en la superficie del bulbo seco. Es muy tóxico (tabla 5.2.3.5, figura 5.2.3.6).
- **SO₄²⁻**: es el anión más abundante, aunque se encuentra repartido por todo el perfil se acumula sobre todo en la superficie del bulbo seco (tabla 5.2.3.5, Figura 5.2.3.5).
- **NO₃⁻**: También está en exceso y se acumula en el bulbo seco, especialmente en superficie (tabla 5.2.3.5, figura 5.2.3.7), por lo que en gran parte no es aprovechado por la planta.
- **NO₂⁻**: solo aparece en la superficie del bulbo seco en bajas cantidades, que se pueden atribuir a aguas estancadas y a la reducción del nitrato. (tabla 5.2.3.5, figura 5.2.3.10).
- **Br⁻, F⁻, PO₄³⁻**: Se presentan en concentraciones bajas y una distribución irregular. (tabla 5.2.3.5, figura 5.2.3.11, 5.2.3.12, 5.2.3.13).

En definitiva, se observa una problemática no solo desde el punto de vista ambiental por la acumulación de sales en superficie, sino también desde el punto de vista agronómico, ya que la mayor parte de los abonos que se le aporta al suelo no son aprovechados por la planta, lo que afecta a su rendimiento y ocasiona un gasto económico inútil, Escamez Gil, A (2007).

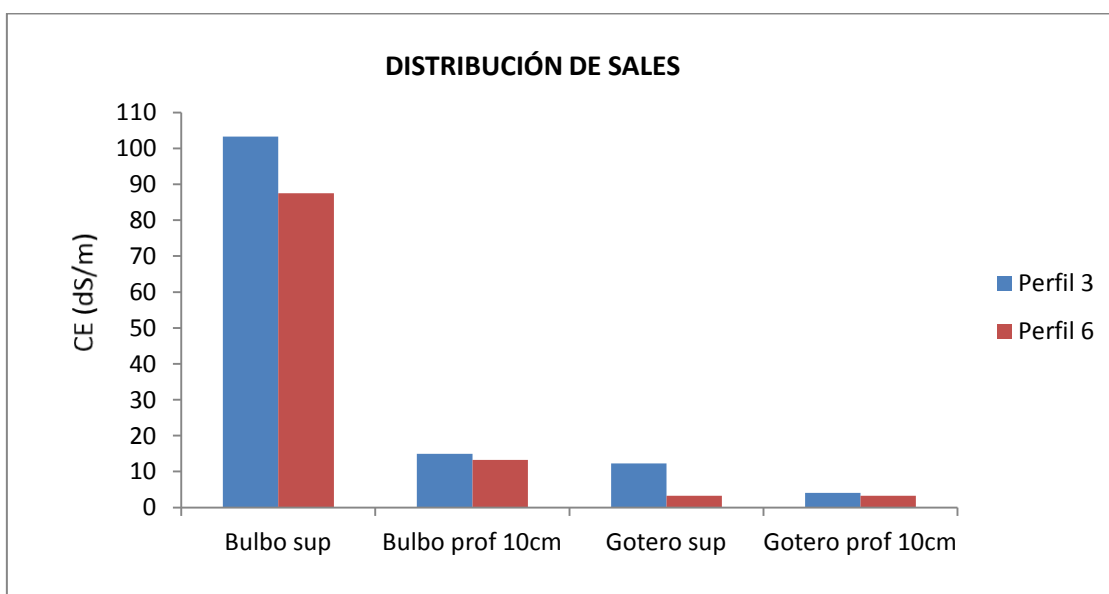


Figura 5.2.3.3. Distribución de las sales.

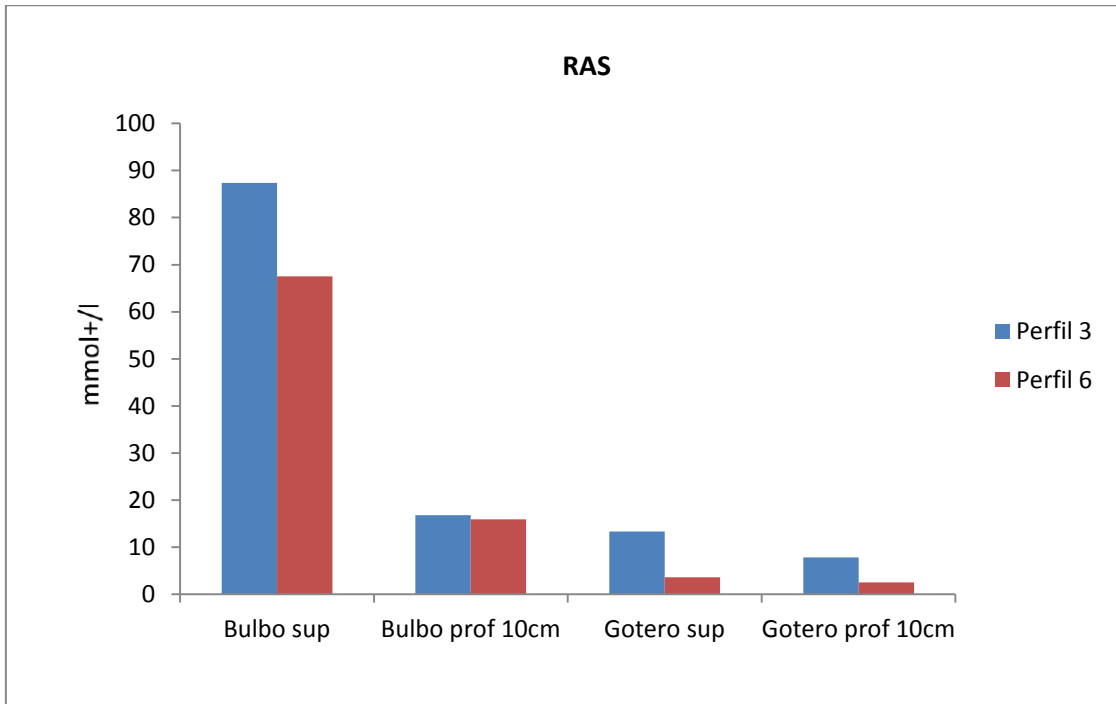


Figura 5.2.3.4. Relación de absorción del sodio

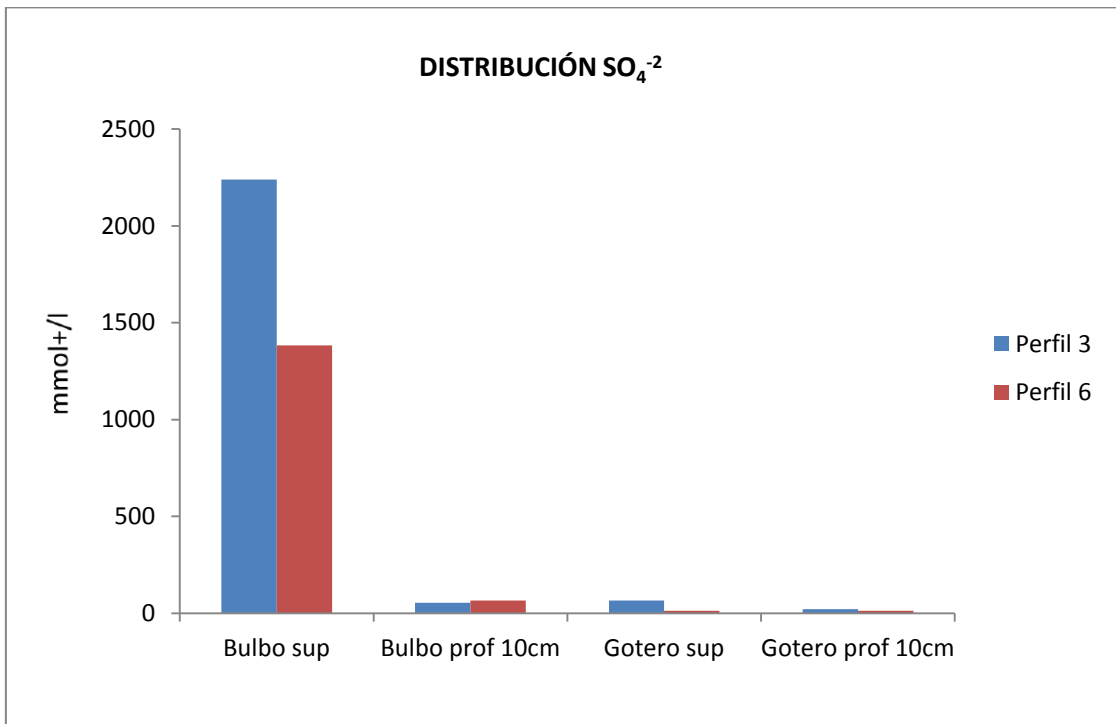


Figura 5.3.3.5. Distribución del SO_4^{-2} en el suelo

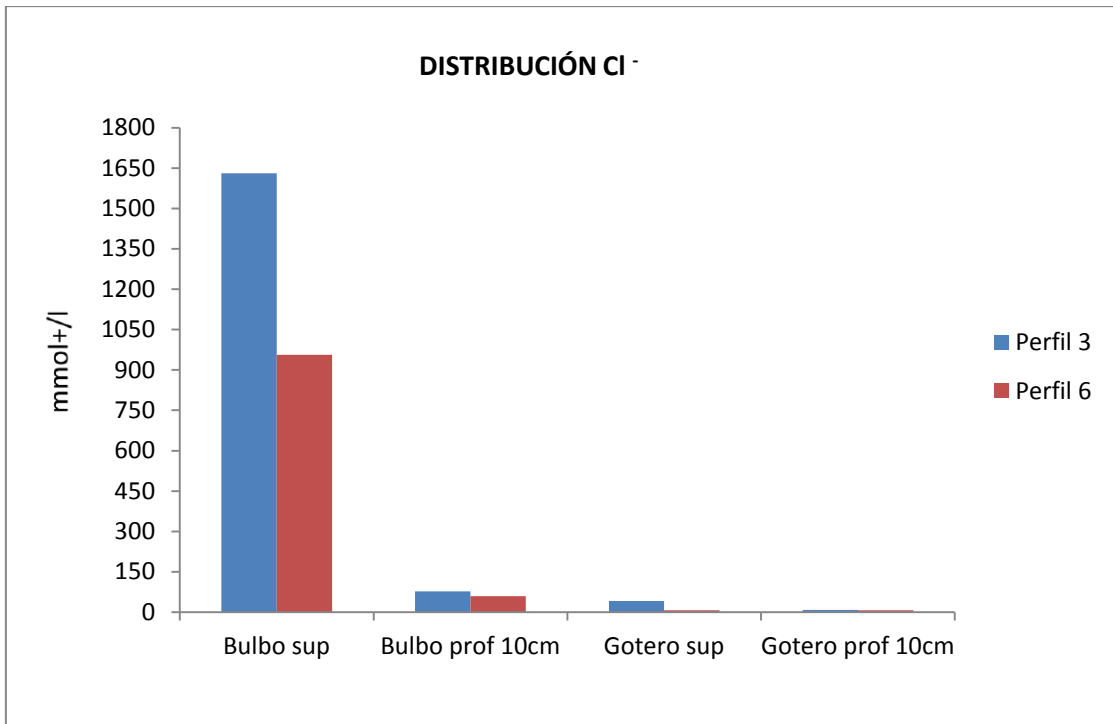


Figura 5.2.3.6. Distribución del Cl^- en el suelo.

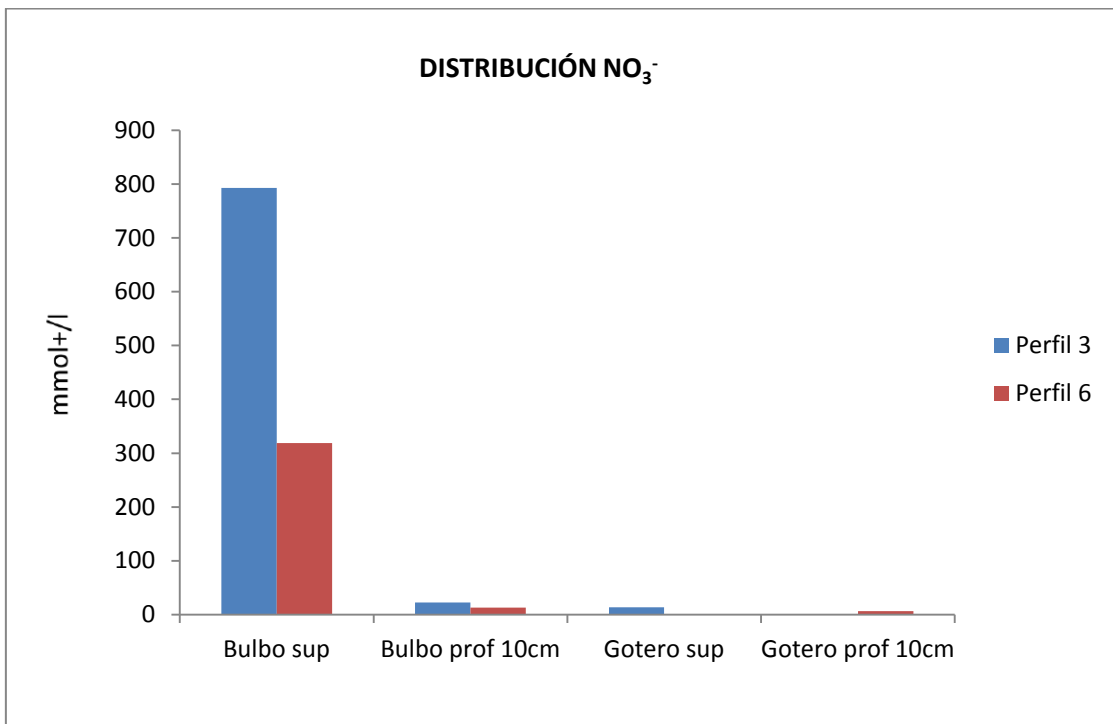


Figura 5.2.3.7. Distribución del NO_3^- en el suelo.

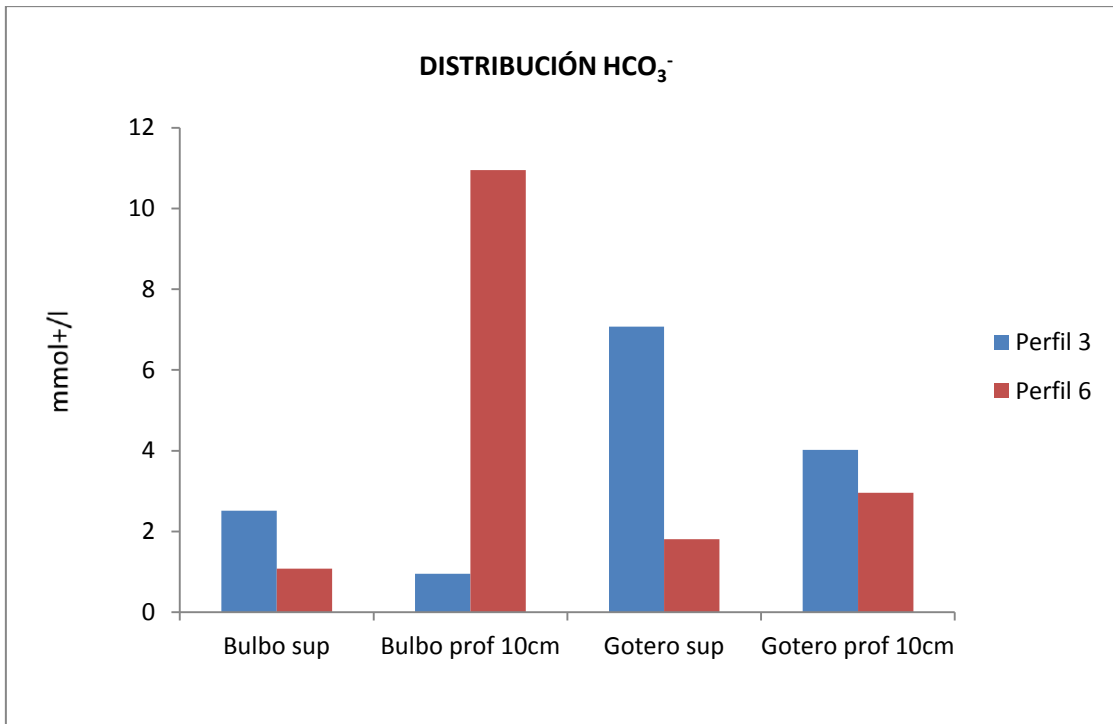


Figura 5.2.3.8. Distribución del HCO_3^- en el suelo.

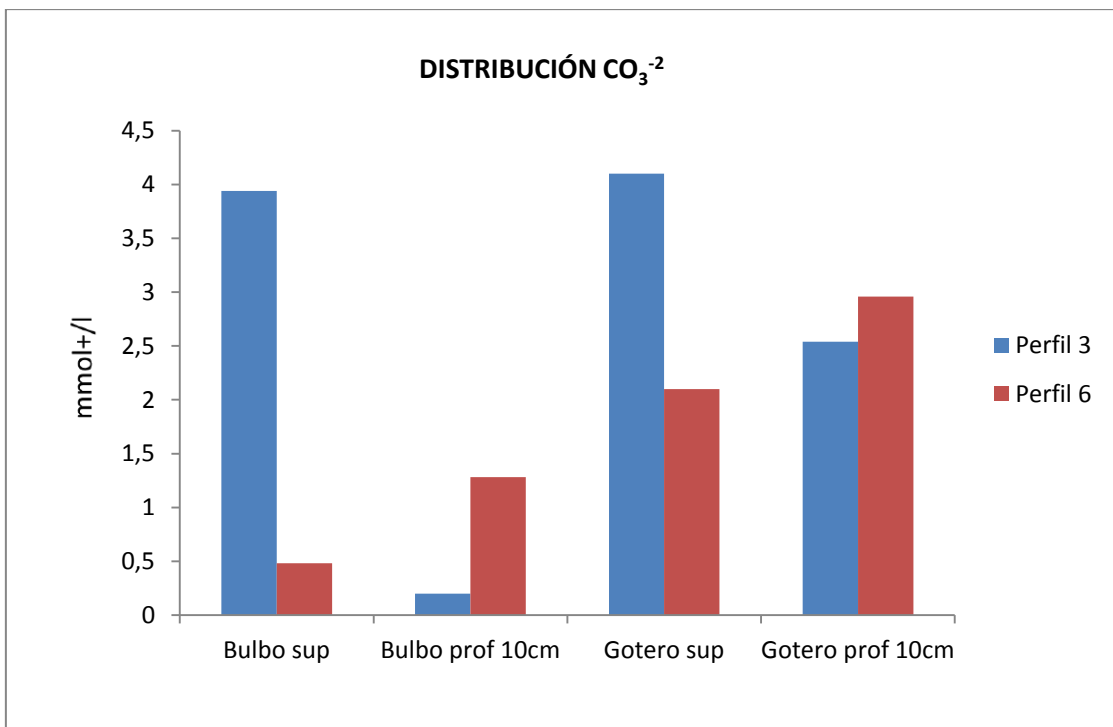


Figura 5.2.3.9. Distribución del CO_3^{2-} en el suelo.

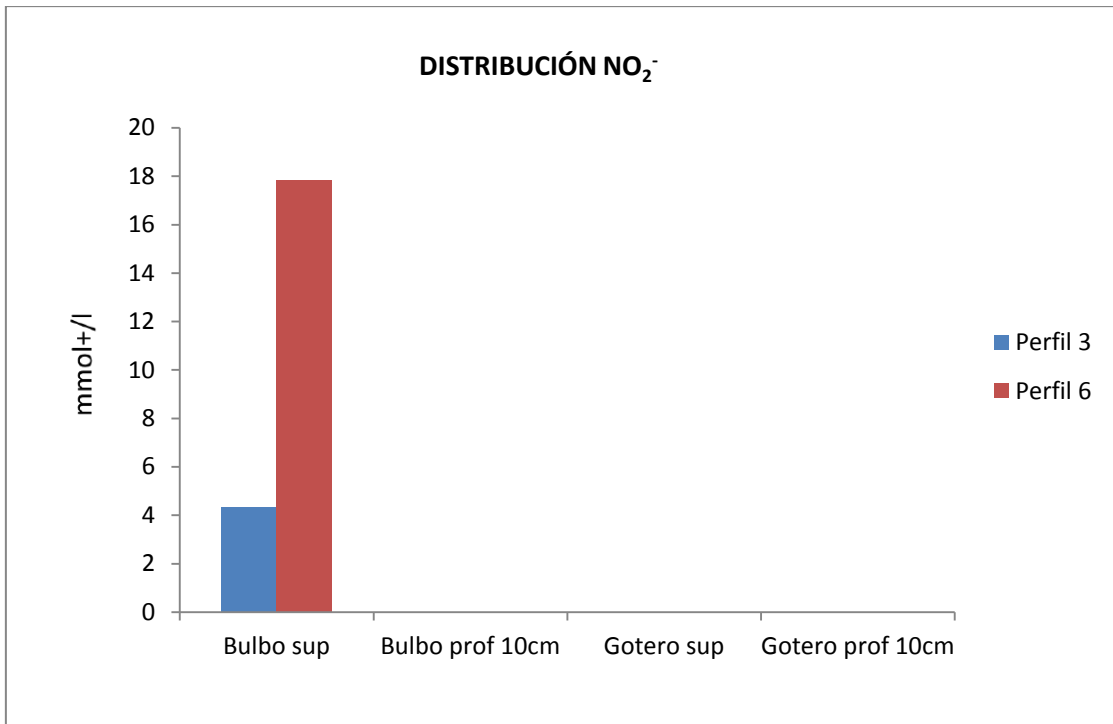


Figura 5.2.3.10. Distribución del NO_2^- en el suelo.

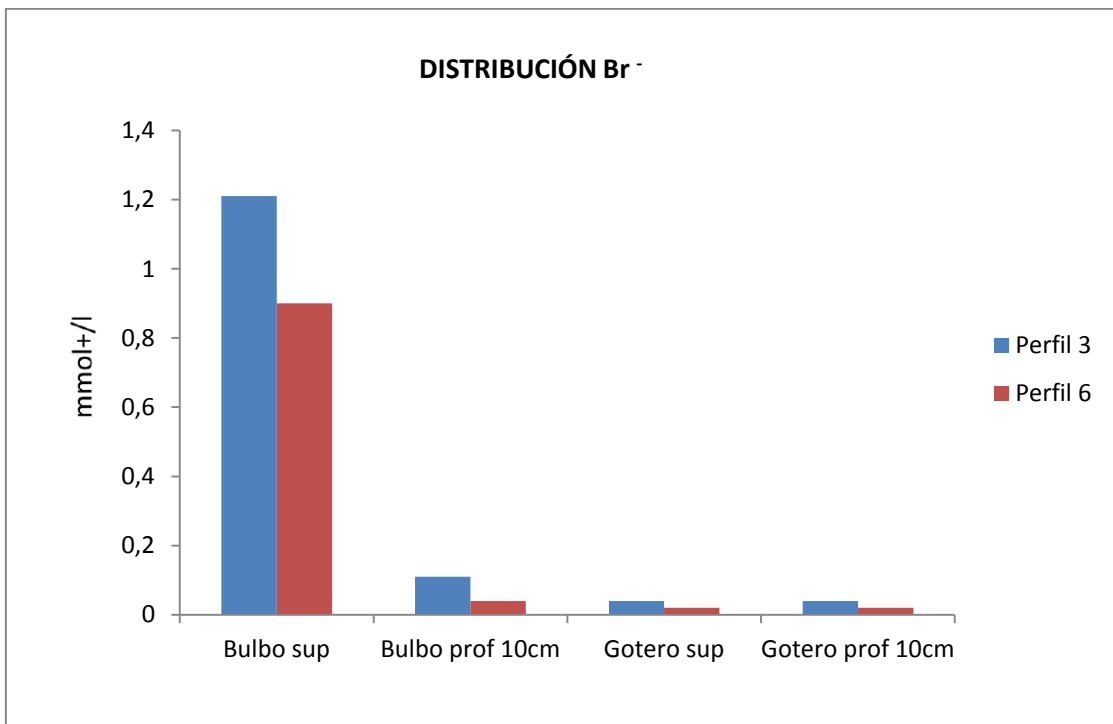


Figura 5.2.3.11. Distribución del Br^- en el suelo.

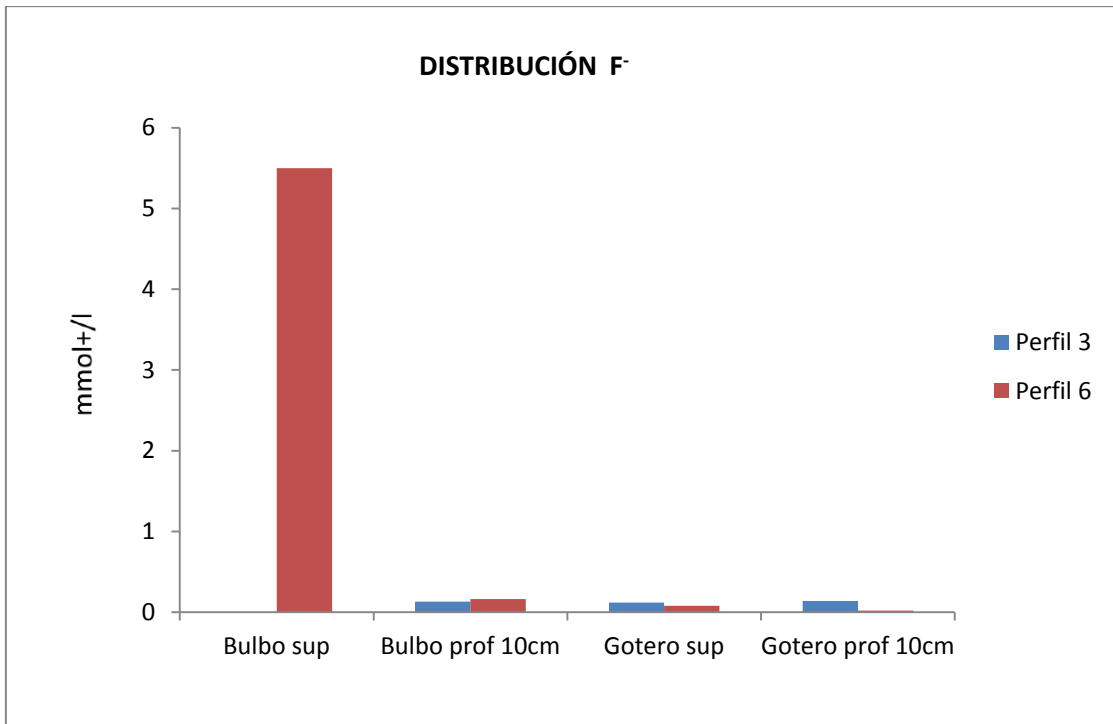


Figura 5.3.3.12. Distribución del F en el suelo.

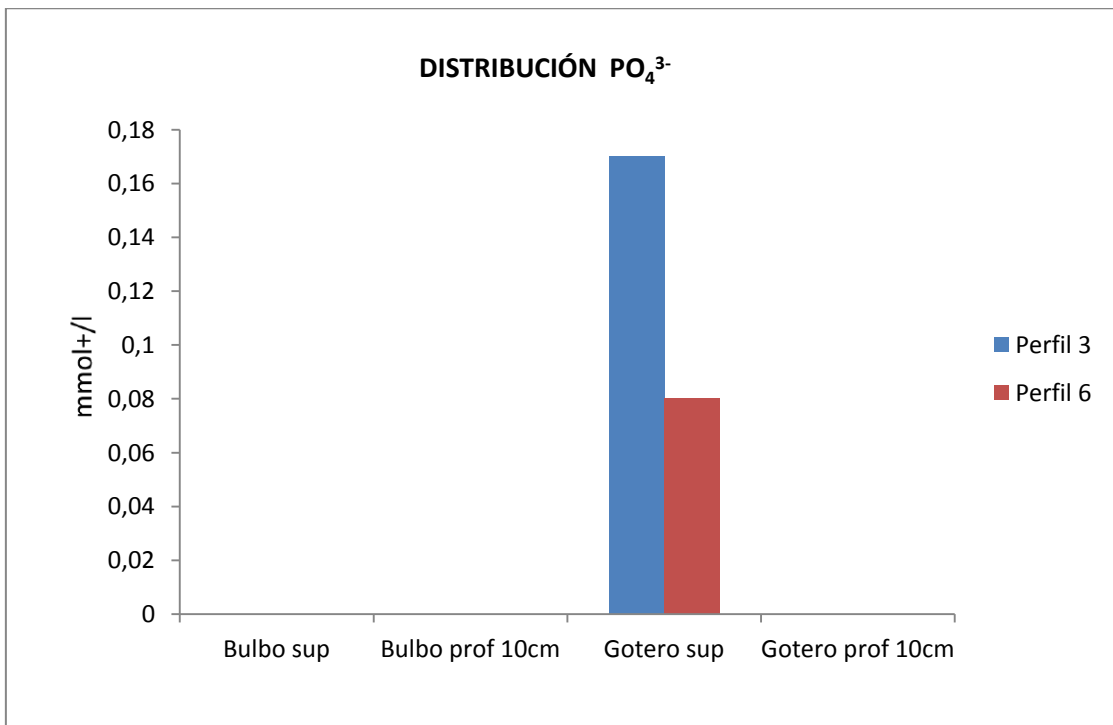


Figura 5.2.3.13. Distribución del PO₄³⁻ en el suelo.

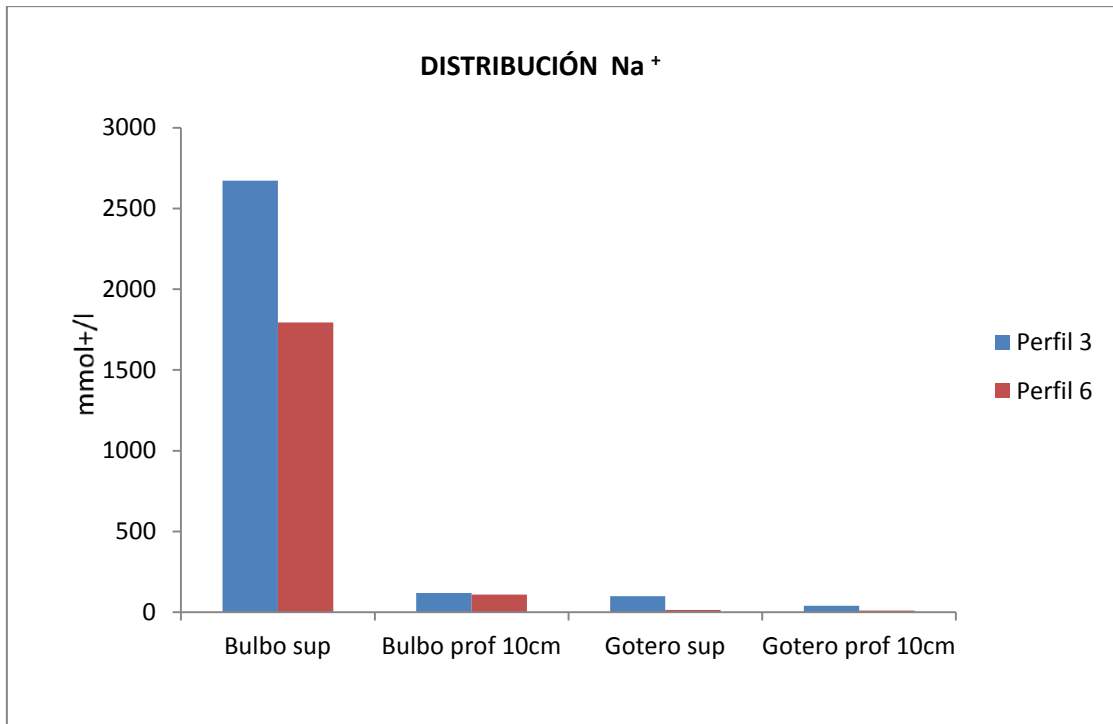


Figura 5.2.3.14. Distribución del Na⁺ en el suelo.

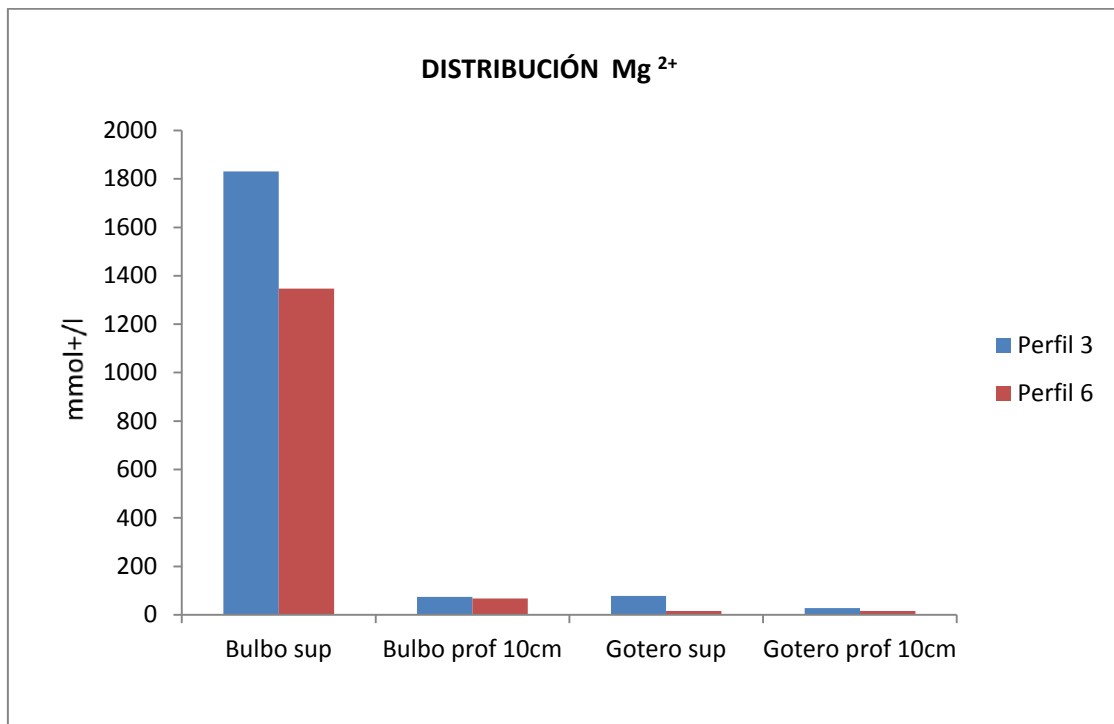


Figura 5.2.3.15. Distribución del Mg²⁺ en el suelo.

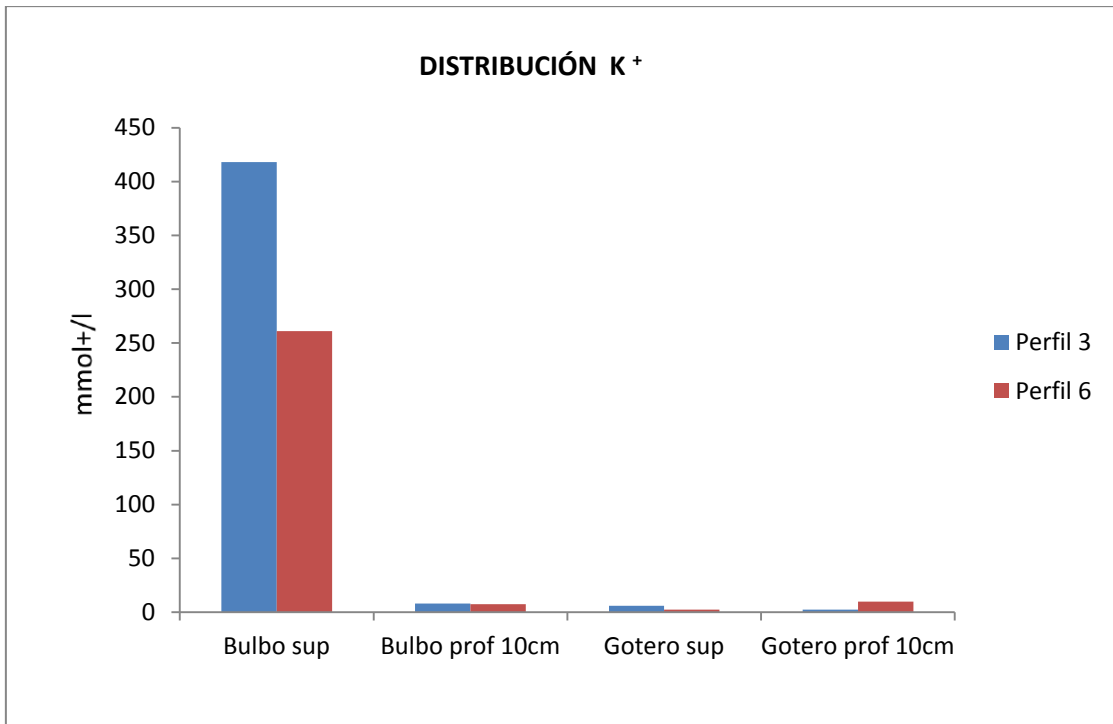


Figura 5.2.3.16. Distribución del K⁺ en el suelo

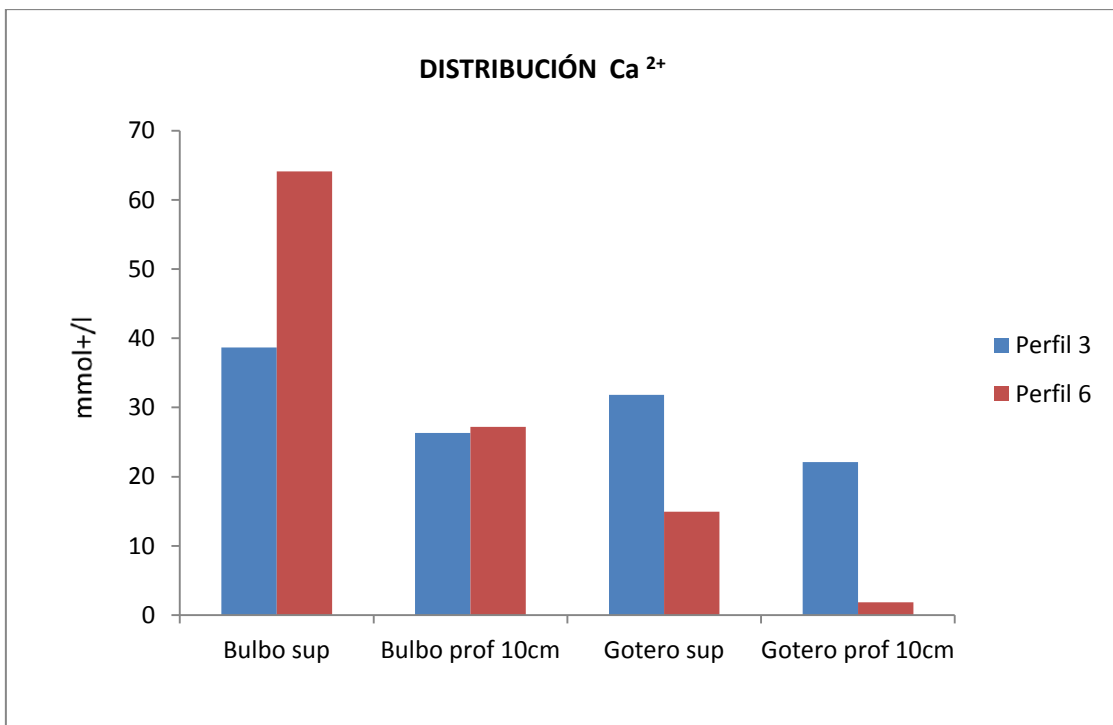


Figura 5.2.3.17. Distribución del Ca²⁺ en el suelo.

5.3. PROPUESTAS DE MEJORA

Una vez se han hecho las evaluaciones de los suelos de la hoja y de la parcela de estudio, se podría decir que la problemática se basa en un mal manejo del riego, que ha llevado a la parcela a la salinización y que, si se continua, puede conducir a una pérdida de la rentabilidad del cultivo y por tanto de la validez del terreno.

Además, una reducción en la aportación de agua aumentaría considerablemente los beneficios, ya que el elevado consumo de la misma acarrea varias cuestiones como son el mayor consumo de abono, mayor uso de herbicidas para la eliminación de malas hierbas, alto de vigor del cultivo que se traduce en una reducción de la inducción floral, mayores costes de poda y a final de cuentas la pérdida de la rentabilidad del cultivo.

Durante el año 2012 se ha cambiado la estrategia de riego, de tal modo que en el 2011 se realizaban riegos de 6 horas todos los días independientemente del estado fenológico del árbol y en la actualidad se ha diseñado un plan de riego basado en riegos de alta frecuencia y de corta duración, reduciéndose de este modo el consumo de agua y en consecuencia los factores que lleva consigo hasta el punto que se ha pasado progresivamente de aportes 29,3 m³/ árbol y año a 15,7m³/árbol y año, siguiendo los datos aportados por el CEBAS (Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura) y Navarro Muñoz, A. (2002). El almendro variedades y técnicas de cultivo (2ªedición).

Cabe señalar la utilización de aguas de mejor calidad con un bajo contenido en sales y la realización de aportes de materia orgánica en forma de estiércol de cerdo (cajamar 2000), procedente de granjas colindantes con el fin de reducir el aporte al suelo de sales, mejorar la estructura, textura, pH, etc.

5.4. BALANCE ECONÓMICO DE LA FINCA

Gasto en agua (€) (2012)	15.361,98
Gasto en combustible (€)	1.104,55
Productos agrícolas y mantenimiento general (€)	3.262,62

Tabla 5.4.1. Gastos

Total ventas (€) (2012)	29.200,75
Total Gastos (€)	19.729,15
Beneficio(€)	9.471,60

Tabla 5.4.2. Balance final

Las producciones obtenidas han sido de 15090 Kg de garrigues y 7540 Kg de colorada con unos rendimientos respectivamente de 31,1 y 36,6 % en el 2012.

El agricultor señala una mayor rentabilidad económica hasta el punto en que en el año 2011 tuvo el doble de gastos que en 2012 lo que ha supuesto un aumento del beneficio entre el año 2011 y 2012 del 33.9 %.

Estos beneficios no solo repercuten a corto plazo sino que se ha de tener en cuenta aspectos como el uso sostenible del suelo y una mayor de la longevidad productiva del cultivar.

6. CONCLUSIONES

En relación a los resultados obtenidos y a los objetivos planteados, podemos sacar varias conclusiones:

- Los suelos dominantes en la hoja de Puerto Lumbreras son los Regosoles aunque los más utilizados para la agricultura son los Fluvisoles.
- Los suelos de la parcela de estudio (Fluvisoles) por lo general son poco fértiles por deficiencias en materia orgánica, baja capacidad de cambio y textura gruesa.
- La elevada relación de adsorción de sodio (RAS) del agua de riego tiene como consecuencia la degradación de la estructura del suelo provocando una dispersión de los agregados.
- La elevada dosis y frecuencia de riego, unido al efecto anterior, provoca que las sales se acumulen en la periferia del bulbo húmedo.
- Este sistema produce una distribución anómala de las sales fertilizantes que se acumulan en el horizonte superficial, en cantidades que impiden el desarrollo radicular y aprovechamiento de los iones. Dado el elevado nivel de humedad, próximo a saturación, mantenido con este sistema, la redistribución de dichas sales para su aprovechamiento es difícil.
- Las soluciones que podemos plantear pasan por una disminución del RAS de la solución del riego aportando mayor cantidad de calcio con objeto de limitar el efecto dispersante.
- Es recomendable reducir la dotación del riego, lavar el suelo con agua de mejor calidad y aplicar enmiendas que aumenten la fertilidad (fundamentalmente enmiendas orgánicas).
- Un buen manejo del suelo debe buscar su máximo rendimiento pero manteniendo su fertilidad.

7. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, J. Fernández, J. y Ferrnández E. (1988). Una clasificación para la evaluación integral de las tierras. II congreso Geológico Nacional. Granada.

Agustí, M. (2010). FRUTICULTURA. Ediciones Mundi-Prensa. 507 pp.

Alias Perez. Luis J. y col (1988). Proyecto LUCDEME de Puerto Lumbreras (975) (mapa de suelos, escala 1:100000). Revisatlas. Madrid. 124 pp.

Ayers, R.S., y Westcot, D.W. (1987). La calidad del agua en la Agricultura. Estudios FAO. Serie Riego y Drenaje núm. 29. Rev. 1. Roma.

Blum W.E.H. (1998). Soil degradation caused by industrialización and urbanization. En: Blume et al.(Eds.), Towards sustainable land use. Advances in Geocology 31, Catena Verlag, Reiskirchen.

Cajamar (2000). Agenda Agrícola. Simancas Ediciones. Palencia. 320 pp.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), (2013). en la página web del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS): http://www.cebas.csic.es/dep_spain/riego/riego_lineas.html

Ministerio de Agricultura, Alimentación y medio ambiente, (2008). Mapa de cultivos y aprovechamientos de Puerto Lumbreras, hoja 975 MTN. <https://aplicaciones.magrama.es/tienda/jsp/ConsultaIndividualDescargas.jsp>

De la Rosa, D. (2008). Evaluación agro-ecológica de suelos para un desarrollo rural sostenible. Ediciones Mundi-Prensa, 404 pp.

Dorronsoro Fernandez, C. (2013a).Evaluación de suelos (Sistema de Riquier), en la página profesional de Carlos Dorronsoro Fernández en: <http://www.edafologia.net/evaluacion/tema3/storie.htm>

Dorronsoro Fernandez, C. (2013b).Evaluación de suelos (Esquema para la Evaluación de Tierras FAO (1976)), en la página profesional de Carlos Dorronsoro Fernández en: <http://edafologia.net/evaluacion/tema4/fao.htm>

Dorronsoro Fernandez, C. (2013c). CambioUso, Evaluación de Aptitudes específicas de los suelos para otros cultivos según el "Esquema para la evaluación de suelos de la FAO" en zonas olivareras, en la página profesional de Carlos Dorronsoro Fernández: http://edafologia.net/programas_suelos/practgest/olivar/index.htm

Dorronsoro Fernandez, C. (2013d). Clasificación de suelos FAO, en la página profesional de Carlos Dorronsoro Fernández en: <http://www.edafologia.net/cartotema02/faoclas06.htm>

Escamez Gil, A. (2007). Evaluación de los suelos de la hoja de Valdepeñas de Jaén, T.M. JAEN. Proyecto Final de Carrera. Universidad de Almería. Dpto. De Edafología y Química Agrícola. 154 pp.

FAO (1976a): Esquema para la evaluación de Tierras. Boletín de suelos. 32. Roma. Italia.

FAO (1977b). Guía para la descripción de perfiles de suelos. ONU. Roma. 70 pp.

FAO (1990c). Evaluación de tierras para la agricultura en regadío: directivas. 55. Roma. 289 pp.

FAO-ISRIC-ISSS, (1998d). World reference base of soil resources (WRB). World Soil Resources Report 84. FAO, Roma.

FAO (1985e): Soil Map of the World, col. I: Legend

Marañés, A, y col. (1994). Análisis de Suelos. Metodología e Interpretación. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería. 184 pp.

Menjívar Flores, J. C. (2001). Estudio de suelos de olivar de la hoja de Torres (948), su evaluación y degradación. Tesis doctoral Universidad de Granada. Dpto. De Edafología y Química Agrícola, 412 pp.

MuncharazPou, M. (2004). El almendro, manual técnico. Ediciones Mundi-Prensa, 416 pp.

Navarro Muñoz, A. (2002). El almendro variedades y técnicas de cultivo (2ª edición). Consejería de Agricultura y Pesca. 197 pp.

Porta, J., López-Acevedo, M. y Poch, R.M. (2008). INTRODUCCIÓN A LA EDAFOLOGÍA: USO Y PROTECCIÓN DEL SUELO. Ediciones Mundi-Prensa. 452 pp.

Sánchez, J.A. (1992). Las "Tierras" de la hoja de Carboneras (1992). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada. 373 pp.

Urbano, P. (2002). Fitotecnia: Ingeniería de la Producción Vegetal. Ediciones Mundi-Prensa, 528 pp.

Universidad de granada, Departamento de Edafología y Química Agrícola. (2013a). El suelo: concepto y formación, en la página web: <http://edafologia.ugr.es/introeda/tema01/indice.htm>.

Universidad de granada, Departamento de Edafología y Química Agrícola. (2013b). Evaluación de suelos: conceptos, en la página web: <http://www.edafologia.net/evaluacion/tema1/1conceptos.htm>

Duchaufour (1975) Ph (1975). Manual de edafología. Toray-Mason S.A. París. En la tesis doctoral de Sánchez Garrido, J.A. (1992).

Bennet, H.H. (1950). Manual de conservación de suelos. Washington. D.C: Ser. Len. Ext. Sec. Est.

García Alvarez, A. (1981). “La ordenación del territorio en el estado de las Autonomías”. Estudios territoriales, 1. pp 13-52.

Beek K.J. (1980) From soil survey interpretation to land evaluation. In: Land reclamation and water management - developments, problems and challenges. ILRI Publication No. 27. Wageningen. 191 p.