

Consejo Superior de Investigaciones  
Científicas

INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES Y  
AGROBIOLOGIA

EVALUACION AGROECOLOGICA DE  
SUELOS REPRESENTATIVOS DE LA  
PROVINCIA DE HUELVA, ESPAÑA

Aplicación y Validación del  
Sistema MicroLEIS

por

Blanca Estela Corres

XXVIII CURSO INTERNACIONAL DE  
EDAFOLOGIA Y BIOLOGIA VEGETAL

Sevilla, 1991

EVALUACION AGROECOLOGICA DE SUELOS REPRESENTATIVOS DE LA  
PROVINCIA DE HUELVA, ESPAÑA.  
Aplicación y Validación del Sistema MicroLEIS

por

BLANCA ESTELA CORRES ZEPEDA

*Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Guadalajara  
Jalisco, México*

Sevilla, 1991



Consejo Superior de Investigaciones Científicas

INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES

Y AGROBIOLOGIA DE SEVILLA

Avda. Reina Mercedes s/n.

41012 Sevilla, España

Apartado 1052 Tel. (95) 4624711

D. DIEGO DE LA ROSA ACOSTA, DOCTOR INGENIERO AGRONOMO,  
PROFESOR DE INVESTIGACION DEL C.S.I.C.

CERTIFICA: Que la Licenciada en Ciencias Biológicas,  
BLANCA ESTELA CORRES ZEPEDA, por la Universidad  
Autónoma de Guadalajara, ha llevado a cabo el  
presente trabajo bajo mi dirección y en los  
laboratorios de este Instituto; reuniendo las  
condiciones exigidas por el XXVIII Curso  
Internacional de Edafología y Biología Vegetal,  
especialidad en Edafología.

Y para que conste, expide y firma este certificado en

Sevilla, 17 de Junio de 1991.

### Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero y profundo agradecimiento al Prof. Dr. Ing. Diego de la Rosa, por la asesoría y dirección de este trabajo, así como por sus valiosas enseñanzas y su grata compañía durante el trabajo de campo.

Al Prof. Dr. José Luis Mudarra, por su valiosa colaboración en éste trabajo y sus atenciones como coordinador del XXVIII Curso Internacional de Edafología y Biología Vegetal.

Al Prof. Dr. Antonio Troncoso, Director del Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, por todas sus atenciones y facilidades para la realización del XXVIII Curso Internacional de Edafología y Biología Vegetal.

Al Sr. D. Juan Antonio Moreno, por su ayuda en la aplicación del sistema MicroLEIS y su valiosa colaboración y grata compañía durante el trabajo de campo.

Quiero agradecer a la Universidad Autónoma de Guadalajara, Jalisco, México, el haberme otorgado el permiso y las facilidades para asistir al XXVIII Curso Internacional de Edafología y Biología Vegetal, Sevilla, España, 1991.

Un agradecimiento en forma especial a mi madre y hermano por todo su cariño y apoyo que siempre me han brindado para mi superación profesional.

Agradezco la amistad y el cariño que me brindaron mis amigos latinoamericanos: Benjamín Herrera, Fabio Tomatis y Guillermo Idrogo.

A todas aquellas personas del Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, que de alguna forma me brindaron su amistad, apoyo y afecto durante mi estancia en ésta Ciudad de Sevilla.

## CONTENIDO

*Abstract.*

1. Introducción.
2. Antecedentes Bibliográficos.
3. Materiales y Métodos.
  - 3.1. Descripción de la Zona de Estudio.
  - 3.2. Explicación del Sistema MicroLEISS
  - 3.3. Plan de Trabajo.
4. Resultados y Discusión.
5. Conclusiones.
6. Bibliografía.

### Anexos:

- No.1. Ejemplo de Descripción de Perfil de Suelo  
( Base de datos FAO-ISRIC, 1990)
- No.2. Resultados de la Aplicación del Sistema de Evaluación  
( MicroLEIS, versión 2.1 1991 )

## ***ABSTRACT***

CORRES, B.E., 1991. Agroecological Land Evaluation of Benchmark Soils from Huelva, Spain: Application and Validation of MicroLEIS System. XXVIII Curso Internacional de Edafología, IRNAS, CSIC, Sevilla, Spain.

Biophysical land evaluation is the most appropriate way for predicting potentials and limitations of land for selected uses. The major aims are natural resources sustainability and environmental quality. Land evaluation is an interface between land resources survey and land use planning. For this interpretative process, land characteristics, such as soil, climate, hydrology and topography factors, are considered diagnostic criteria.

Presently, computer-based land evaluation methods, along with land databases, geographical information systems and remote sensing techniques, are being widely developed. MicroLEIS is a PC computer-based land evaluation information system for optimal allocation of agricultural and forestry land use systems, under Mediterranean conditions. The global outline of this methodology, which is in general accordance with FAO-Framework for Land Evaluation, integrates several land capability, suitability and yield prediction methods.

This work, as practical training by the author within the "XXVIII Curso Internacional de Edafología", contains the results of MicroLEIS application in the seven benchmark natural areas from Huelva province. Input data referring to the most representative relief, climate and soil units were used. The soil data, from existing soil survey reports, were previously re-structured and computerized according to the FAO-ISRIC Soil Database. The evaluation results were finally compared with dominant present uses in the benchmark areas.

Therefore, the current version of MicroLEIS system appears to be a useful tool to predict suitable agricultural and forestry uses. Refining of evaluation models and interfacing to other computerized land information systems are future recommendations to improve MicroLEIS. Also, although this methodology developed for Mediterranean regions can not be transferred directly to other regions of the world, the principles are considered universal.

*Additional index words:* physical land evaluation, land capability, land suitability, yield prediction, predicting model, soil survey, soil database.

## 1. INTRODUCCION.

El manejo y uso inadecuado de los recursos naturales ha provocado hoy en día un grave deterioro de los ecosistemas del mundo, con la consecuente desaparición de grandes extensiones de bosques, selvas y en general de numerosas especies vegetales y animales, así como también la pérdida de millones de hectáreas por año de suelo, recurso de primordial importancia ya que representa la base de sustento para la flora, fauna y el mismo hombre.

Ello se debe principalmente al escaso conocimiento que se tiene del medio ambiente y sus recursos, al cambio arbitrario que se da al uso de las tierras, al aumento desmedido de la población que trae como consecuencia una necesidad cada vez mayor de alimento y vivienda, y a las prácticas agroculturales en general.

Para lograr un aprovechamiento racional del recurso suelo es necesario tener un conocimiento completo de sus propiedades físicas, químicas y biológicas que permitan predecir su adaptabilidad a diferentes usos y manejos. Este conocimiento se puede lograr a base de levantamientos edafológicos, cuyo propósito fundamental es proporcionar la información sobre el origen, características y propiedades de los suelos, y constituyen además una fuente de información para realizar la evaluación, ordenación y programación de las actividades agroeconómicas de una región determinada.

A partir del reconocimiento de unidades edáficas, la evaluación constituye un proceso de interpretación práctica realizado de forma científica y sistemática e independiente del estudio de otros aspectos físicos y socioeconómicos ( De la Rosa, 1977 ).

Las técnicas de fotointerpretación y cartografía han permitido en principio hacer más eficiente y rápida la labor de estudio de unidades edáficas, sin embargo en los últimos años la aplicación de sistemas computarizados y de sensores, con su interpretación a través de la computación y la informática han abierto nuevas posibilidades para el desarrollo de programas y modelos de predicción de uso del suelo.

La evaluación de suelos, según su productividad agrícola, considera las relaciones entre variables exclusivas del sistema suelo y los rendimientos de los cultivos. Actualmente el análisis de estas relaciones, por medio de modelación matemática en sistemas estáticos, constituye una técnica básica en la metodología paramétrica de evaluación de suelos para usos agrícolas (De la Rosa et al., 1979).

Por lo expuesto anteriormente el objetivo principal del presente trabajo es predecir el potencial agroecológico de suelos representativos de la provincia de Huelva, España, mediante el uso del sistema microcomputarizado de evaluación de tierras MicroLEIS. Igualmente, llevar a cabo un análisis comparativo de los resultados obtenidos tras la aplicación de MicroLEIS y los usos actuales que reportan dichos suelos.



## 2. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS.

El suelo constituye uno de los recursos naturales esenciales que conforman el medio ambiente, ya que es el soporte de vida y actividad en la tierra. Sin embargo este recurso por lo general ha sido utilizado como base para el expansionismo urbanístico o la actividad económica, olvidando que la distinta vocación de un suelo se define por sus propiedades, que han de estimarse como uno de los factores importantes ante cualquier intento de ordenación de suelos de un territorio, creándose con esto la necesidad de planear su uso y protección como recurso natural importante. La forma de lograr lo anterior es conociendo y evaluando dicho recurso.

Para identificar los objetivos de un proceso de evaluación, es necesario diferenciar claramente dos términos: suelo y tierra, los cuales algunas veces son usados como sinónimos.

El "suelo" es definido por Brinkman y Smith (1973) como un cuerpo tridimensional que ocupa la parte más superficial de la corteza terrestre y tiene propiedades que difieren del material de roca subyacente, como resultado de interacciones entre clima, organismos vivos (incluyendo actividades humanas), material parental y relieve a través de periodos de tiempo, y el cuál se distingue de otros suelos por diferencias en características internas y/o pendiente, microtopografía, pedregosidad y rocosidad en su superficie.

Por otro lado el concepto "tierra" es mucho más amplio, las características de la tierra incluyen a los suelos, así como aspectos del medio ambiente natural tales como:

microtopografía, vegetación y clima. Así la evaluación del suelo es considerada una parte importante de la evaluación de la tierra, puesto que el suelo es uno de los constituyentes centrales de ella. (Kellog, 1961; Vink, 1962).

Para llevar a cabo una verdadera evaluación de tierras, se debe considerar el concepto "calidad de tierra" que ha sido desarrollado para un propósito exclusivo de medición sintética de las propiedades simples de la tierra, dentro de los factores que tienen una influencia específica sobre los procesos de uso del suelo.

Los niveles de productividad de un suelo se determinan por observaciones directas y mediciones de campo, que son extrapoladas a otras unidades de tierra en la misma área por métodos de correlación de rendimientos con datos de características locales de la tierra.

No obstante cuando se utilizan nuevos tipos de uso de la tierra, en los cuales los rendimientos no pueden ser medidos o cuando se prevee un mejoramiento de tierras mayor, la calidad de la tierra será un concepto útil para la evaluación de este recurso ( Beek, 1978 ).

Los sistemas de evaluación de suelos pueden agruparse en un número reducido de categorías, como los desarrollados por Lewis (1952), y Vink (1960), o el propuesto por Shaller et al.(1968), en el cual se considera el uso primario del suelo. Hoy en día se utiliza el sistema desarrollado por la USD Soil Conservation Service (USD, 1961, 1967, 1972, 1975), en el cual se consideran cualidades del suelo tales como: productividad, fertilidad, degradación y transformación, dicho sistema considera la evaluación del suelo para su uso en cultivos y pastos, para uso forestal, para la vida silvestre y por último para el uso en ingeniería ( De la Rosa et al.1979).

Los sistemas de evaluación para el establecimiento de cultivos y pastos, miden la aptitud relativa del suelo para el uso agrícola, con respecto a su capacidad productiva, fertilidad natural, o peligro de degradación. Para estos

propositos, los sistemas de evaluación se han adaptado a diferentes condiciones y necesidades y han sido desarrollados por un gran número de investigadores ( Storie 1950, 1954, 1970; Mitchell, 1950; Clarke, 1964; Sopher, 1969; SROA,1969 ).

Dentro de la evaluación de suelos para uso forestal, estos estan agrupados con respecto a su aptitud relativa para las clases de arboles que tengan la misma productividad y manejo similares.

Los sistemas de evaluación de suelo para uso forestal han sido desarrollados en varios paises tales como: Australia ( Lewis y Hardin, 1963); Canada ( Dree, 1969); y USA (USDA, 1967 ). El sistema utilizado por el "Soil Conservation Service" establece grupos forestales de acuerdo a varios criterios. Este sistema considera principalmente la productividad potencial de los suelos basada en determinaciones de campo, tales como el promedio de altura que domina en los arboles de una especie dada y que ha sido alcanzada en un número determinado de años, sobre una clase específica de suelo, por consiguiente todos esos sistemas de evaluación toman en consideración algunos criterios de diagnóstico, en los cuales no se incluyen características del suelo, ya que en muchos casos este criterio de diagnóstico juega un papel secundario ( De la Rosa,et al. 1979 ).

La evaluación de suelos que soportan vida silvestre está hecha en base a las propiedades que afecten el crecimiento de diferentes elementos y clases de habitats de vida silvestre. Para la mayoría de los sistemas desarrollados (Pearse, 1969; USDA, 1972; Hawes y Hudson, 1976 ) los elementos del habitat que deben ser considerados son los siguientes: cultivos de granos y semillas, pastos domesticados y legumbres, plantas herbáceas, arboles de madera dura, coníferas, plantas acuáticas y áreas de agua somera. También deben ser consideradas las clases de vida

silvestre en lugares abiertos, áreas forestales y vida acuática.

En el "Canadian Land Inventory" fué utilizada por Perret, 1969 y Mc Cormack, 1971 una clasificación separada de la capacidad real del suelo. Este sistema enfatiza dos clases de vida silvestre en el cuál se consideran de especial importancia, lugares abiertos ( para ungulados) y vida acuática en general, y se establecen requerimientos muy específicos para cada uno de ellos.

Los factores del suelo tales como textura de la capa superficial, capacidad de retención de agua, pedregosidad y rocosidad, y pendiente son los principales criterios de diagnóstico de estos sistemas, considerandose también algunas variables del medio ambiente natural tales como macrotopografía y peligros de inundación (De la Rosa et al. 1979).

Todos los materiales no consolidados los cuales estan relacionados a estructuras de ingeniería, materiales estructurales y estructuras de construcción son considerados como suelos para la ingeniería de la ciencia del suelo.

Dentro de este contexto, los suelos pueden evaluarse bajo dos diferentes condiciones: cuando la tecnología del suelo es aplicada en un sistema de producción agrícola y cuando la tecnología del suelo es aplicada a un proyecto de desarrollo de espacios urbanos, industriales, ó de recreación ( De la Rosa et al. 1979 ).

En la primera condición los suelos se clasifican en unidades que tienen necesidades técnicas similares desde el punto de vista de ciertas mejoras en ingeniería agrícola. Las principales mejoras en ingeniería agrícola son: introducción de sistemas de riego, drenaje, estructuras para controlar fluidos, estructuras para el control de erosión y alteraciones importantes en la pendiente o en la profundidad útil.

De todos los diferentes sistemas de evaluación de suelo para usos en ingeniería con fines agrícolas que han sido

propuestos (Desaunettes, 1962; Didic, 1964; Maletic, 1966; Cardoso, 1970), uno de los más ampliamente utilizados es el desarrollado por la Bureau of Reclamation (USD, 1953). En este sistema los suelos están agrupados de acuerdo a sus características de movimiento de agua, eficiencia en el uso de la misma, aspectos económicos de producción, y preparación del suelo para irrigación. Este sistema además de considerar las principales características del suelo como criterio de diagnóstico, toma en cuenta otros factores tales como: el uso del suelo, productividad, salidas por transformación, requerimientos de agua y drenaje, y algunos factores socioeconómicos, que tienen algunas veces mayor importancia que los factores del suelo ( De la Rosa et al. 1979).

La evaluación para usos de ingeniería con propósitos no agrícolas, clasifica a los suelos en unidades que tienen requerimientos físicos similares para usos urbanos, industriales y/o recreativos. Para interpretaciones en ingeniería el "Soil Conservation Service" (USDA, 1971) considera los siguientes usos: sanitario ( fosas sépticas, lagunas para aguas residuales, rellenos sanitarios); áreas recreativas: ( campamentos, campos de golf, club de playa, etc. ); viviendas y edificios industriales; caminos locales, calles y carreteras.

En los últimos años, muchos sistemas de evaluación con fines de ingeniería se han desarrollado, especialmente para construcción de carreteras (Olinger, 1953; Evans, 1957; Olson, 1964; Elder, 1966; Montgomery y Edminster, 1966; Bortelli et al. 1966).

Las características y propiedades del suelo que se toman como criterios de diagnóstico para su uso en ingeniería son: tamaño de las partículas, situación del agua en el suelo, plasticidad, compactación, expansión y contracción, temperatura, reacción, corrosividad, materia orgánica, profundidad del manto freático, profundidad del material parental y pendiente. (De la Rosa et al. 1979)

Los sistemas más comunmente utilizados en la clasificación del suelo para usos de ingeniería, son los adoptados por la American Association of State Highway Officials ( AASHD, 1961) y el desarrollado por el U.S. Department of Defense (USDD, 1968).

En los últimos años la informática está siendo utilizada en campos muy diversos de la edafología. Algunos autores tales como De Leenher et al.(1968), han desarrollado técnicas y programas especiales para el simple almacenamiento de datos. Lee et.al. (1976), elaboraron un programa de aplicación, en ALGOL, para realizar descripciones de perfiles de suelos a partir de datos codificados. La informática se está utilizando también para establecer clasificaciones numéricas de suelos (Arkely, 1970), y trazar mapas básicos e interpretativos de los mismos (Nichol and Bartelli,1974), (De la Rosa et al.1979).

En un sentido más amplio, Informática y Biosfera ha establecido un banco automatizado de datos, con glosario de términos estandarizados, que acepta tratamientos informáticos en difíciles lenguajes de programación (Orstom, 1969). Otras unidades de proceso de datos que abarcan los más diversos aspectos del estudio del suelo, tales como los desarrollados por Netherlands Soil Survey Institute, Soil Survey of England and Wales y el Canada Department of Agriculture, están actualmente en producción rutinaria. ( De la Rosa et al. 1979).

Las principales actividades que se vienen realizando en el mundo dentro de este campo, están recogidas en el "Proceeding of International Society of Soil Science, Working Group on Soil Information System, Wageningen The Netherlands" (Bie 1975).

Durante los últimos cinco años, se ha incrementado la aplicación de información tecnológica a los procedimientos de evaluación de tierras, con el establecimiento de los sistemas LEIS, estos sistemas integran fácilmente la información de suelos generada a través de estudios de campo, mediante el uso de modelos de simulación y sistemas de información geográfica GIS (De la Rosa et al. 1978).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Características de la Zona de Estudio.

La zona de estudio corresponde a la provincia de Huelva, situada en el extremo Suroeste de España, frontera con Portugal, forma parte de Andalucía Occidental y por ello del antiguo reino de Sevilla. Dos tercios de la provincia pertenecen a Sierra Morena, que comparte al Norte con la provincia de Badajoz y al Nordeste con la de Sevilla, el tercio restante es la llamada "tierra llana", prolongación hacia el Oeste de las grandes llanuras que se extienden por la vecina provincia de Sevilla. La desembocadura del río Guadalquivir y sus afluentes limitan al Sudeste a las tres provincias, Huelva, Cadiz y Sevilla, bañadas en un paisaje uniforme de marismas, por el Oeste la provincia de Huelva limita con Portugal, de la que le separa el río Guadiana, y su afluente el Chanza por el centro y el sur, mientras que por el Norte, la frontera atraviesa más arbitrariamente Sierra Morena (Fourneau, 1983).

Sus coordenadas geográficas extremas referidas al meridiano de Greenwich son: entre los 36°47' 32" y 38°11' 56" de latitud Norte y entre los 6°07' 25" y 7°31'17" de Longitud Oeste.

La provincia abarca una extensión superficial de 1,008,473 Has, que representan el 2% de la superficie nacional. Se divide en tres regiones naturales Sierra Morena al norte, que cubre dos tercios de la provincia, la tierra llana al Sur, y el litoral Atlántico con sus cordones de dunas y extensas marismas.



Administrativamente la provincia está dividida en 79 municipios y seis comarcas agrarias establecidas por la Secretaría Gral Técnica del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. La primera corresponde a la comarca de la Sierra, la segunda al Andévalo Occidental, la tercera al Andévalo Oriental, la cuarta a la Costa, la quinta al Condado Campiña y la sexta al Condado litoral.

La Sierra de Huelva representa el 66.2% de la superficie provincial y agrupa 52 municipios dentro de dos partidos judiciales: el de Aracena ó Sierra Alta y el de Valverde del Camino y Andévalo. Es ante todo una comarca con vocación agrícola y pastoreo extensivo de cerdos ibéricos en las dehesas de encinas y alcornoques, y de ovejas y cabras en el matorral. El resultado de ello son algunas industrias agrícolas, las chacinerías y el corcho.

El Andévalo se extiende al Sur de la Sierra Alta y posee los suelos más pobres de toda la provincia, aunque es una región minera muy importante, en ella se encuentran yacimientos de piritas de hierro y cobre, alrededor de las minas de Riotinto al Este, en Calañas por el Centro, y en Tharsis por el Oeste.

La tierra llana y las marismas del litoral, la forman las comarcas de las llanuras que se extienden entre el Andévalo y el litoral, alrededor de la carretera Huelva-La Palma-Sevilla, constituye la gran comarca agrícola de la provincia, que produce cereales, viñedos, olivares y frutales; también es la más poblada con grandes municipios tales como Almonte, Bollullos, La Palma y Moguer. La viticultura continúa siendo allí una industria floreciente. En la Costa Occidental entre Ayamonte e Isla Cristina, la pesca y sus industrias derivadas son el sector predominante. Huelva su capital y primer puerto de la provincia, ocupa la zona central del litoral entre los ríos Odiel y Tinto y se considera el gran centro industrial de la provincia. La

parte Oriental de la costa continúa aún salvaje con los cordones de dunas vivas del Coto de Doñana y las marismas del Guadalquivir (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1985).

### Climatología.

La provincia de Huelva está dominada en su generalidad por un clima Mediterráneo Subtropical, exceptuando dos áreas: el litoral Atlántico, donde el clima se clasifica como Mediterráneo Marítimo y un pequeño enclave situado en la sierra de Aracena, donde el clima predominante es el Mediterráneo Continental Templado.

El valor de la temperatura media anual es de 18°C. La media de los meses más fríos es de 11°C y de los más calidos de 25°C.

Desde el punto de vista pluviométrico, tanto el régimen de humedad como la intensidad de lluvia y la situación estacional del periodo seco, definen el clima provincial como Mediterráneo seco, con una isoyeta anual de 500 a 700 mm; exceptuando la zona de la Sierra de Aracena, en la que la isoyeta anual alcanza los 800 a 1,200 mm lo que lo define como Mediterráneo húmedo (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1985).

### Fisiografía, geología y litología.

En la provincia pueden observarse tres zonas bien diferenciadas, al Norte la Sierra, en el centro una penillanura ondulada y al sur una llanura inclinada hacia el sur-sureste.

En el Norte de la provincia están situadas las últimas estribaciones del sistema Bético o Sierra Morena, cuyo principal accidente geográfico es la Sierra de Aracena,

formada por las cresterías paralelas, entre las que destacan las sierras del Cuchillar, Parrales y Bujarda en la umbría. Paralelas a estas, y como límite de la provincia, aparecen las sierras de Hinojales y del Robledo, donde se encuentra la máxima altitud (1,052m).

La parte central de la provincia está constituida por la comarca natural del Andévalo, que se corresponde con una penillanura ondulada, basculante hacia el oeste y recorrida en su parte sur por sierras de pequeña altitud, entre las que se encuentran las de Granada, Vaca, Estrella y los Montes de San Benito en el centro.

Hacia el Este del Andévalo y como una prolongación del sistema montañoso que recorre el norte de la provincia, se ubican las sierras de la Picota, Cecimbre y Madroñal, donde está situado el enclave minero de Riotinto.

El sur de la provincia comprende una llanura inclinada, en la que la parte más elevada la constituye la Campiña, y una zona próxima al litoral formada por las marismas. Dentro de ésta se encuentra el punto de menor altitud de la provincia: La Laguna del Portil (0 metros).

Desde el punto de vista geológico, en la parte central de la Comarca Sierra se localizan los suelos más antiguos de la provincia, pertenecientes al Cámbrico, y se observan dos tipos de formaciones, unas de origen volcánico y otras sedimentario.

Las formaciones hipogénicas están constituidas por granitos, dioritas y vulcanitas ácidas o básicas entre otras. Estas mismas formaciones aparecen en el Norte de la comarca y se adentran en la provincia de Badajoz. En el resto de la superficie comarcal se observa un predominio de pizarras arcillosas del post-Cámbrico sobre pizarras del Devónico Superior.

La comarca del Andévalo Occidental pertenece, en su mayor parte, al periodo Carbonífero, con formaciones de pizarras arcillosas y grauwackas, aunque también aparecen en algunas zonas formaciones pizarrosas de Devónico Superior,

constituídas por rocas volcánicas, riolitas y doloritas, que en varios puntos también emergen del Carbonífero.

La comarca del Andévalo Oriental puede considerarse geológicamente, una prolongación de su homónima occidental, aunque con un relieve más accidentado, como consecuencia de los afloramientos de rocas hipogénicas que llegan a ocupar más de la mitad de la comarca, con predominio de vulcanitas (riolitas), excepto por una potente formación de rocas intrusivas ácidas, fundamentalmente granitos, granitos sieníticos y pórfidos en el Noroeste.

El resto de la comarca está ocupada por formaciones de conglomerados, arenas y cuarcitas embutidas de materiales arcillosos pertenecientes al Devónico Superior con potentes anticlinales y por pizarras que datan del Carbonífero Inferior, con pizarras y grauwackas recorridas por sinclinales en la dirección oeste-este.

En la comarca Costa, las unidades fisiográficas que se presentan de Norte a Sur son: el macizo Hercínico, el Plioceno continental y las formaciones litorales del cuaternario.

En los cursos de los ríos Odiel y Piedras se han formado terrazas fluviales a distintos niveles de depósitos cuaternarios del Holoceno, de limos, cantos, arenas, gravas y arcillas.

En las comarcas de Condado Campiña y Condado Litoral, se reparten de Norte a Sur las siguientes unidades fisiográficas: El Macizo Hercénico, La Depresión Bética, El Plioceno Continental y las marismas (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1985).

## Hidrología.

La red hidrográfica de la provincia está constituida principalmente por los ríos Tinto y Odiel, estos ríos nacen en Sierra Morena y descienden paralelamente hacia el Océano hasta unirse a poca distancia con el mar, dando lugar a la gran vía Onubense en una área de marismas e Islas arenosas.

En la comarca de Sierra están ubicadas las divisorias de las cuencas del Guadiana, Guadalquivir y Odiel, ricas en cursos de agua y corrientes de régimen estacional en función de la pluviometría, que aportan su caudal a los ríos o embalses de la zona. Entre los principales cursos de agua destacan la rivera de Huelva y el embalse de Aracena en la cuenca del Guadalquivir, las riveras del Múrtiga, Chanza y Calabozas tributarias del Guadiana, y la rivera del Odiel y el embalse de éste mismo río. La comarca del Andévalo Occidental queda enclavada dentro de las cuencas del Odiel por el Este y de la rivera del Chanza por el Oeste. Tiene una red fluvial densa, en la que destaca el río Oraque, y multitud de arroyos y riveras que vierten sus aguas en los ríos Odiel y riveras del Malagón, Cobica y Viguera, que vierten sus aguas en el Chanza. Sobre estos cursos se localizan los embalses de Azud de Maravaca, Lagunazo y Minas de Herrerías.

Toda esta red de la comarca del Andévalo Occidental soporta un acusado estiaje y una falta de acuíferos importante en las capas subterráneas, por lo que las posibilidades de riego quedan reducidas a la perforación de pozos de poca profundidad.

El Andévalo Oriental está surcado por el Odiel de NE a SO y por el Tinto en el Oeste, con sus numerosos afluentes, entre los que pueden destacarse el río Agrío y las riveras de Santa Eulalia y Olivargas en el Odiel y las riveras de Jarrama y Casas Valverde en el Tinto.

La comarca Costa está atravesada por el río Piedras en el centro y delimitada por el Guadiana en el Oeste y el

Odiel en el Este, Presenta cursos de agua de carácter muy estacional que afluyen en los rios anteriormente citados, cuyos caudales son aprovechados mediante embalses del Piedras y del Sancho para el abastecimiento público e industrial, quedando el aprovechamiento del manto acuífero que recorre la comarca para su utilización agrícola, aunque muy restringido.

El Condado es la comarca que ofrece mayor posibilidad de riego actualmente, mediante el alumbramiento de aguas subterráneas, plan Almonte-Marismas ó en un futuro próximo mediante la construcción del embalse Corumbel (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1985).

#### **Edafología.**

De acuerdo a los factores climáticos, se establece que los suelos Onubenses presentan un régimen térmico catalogado como Termic, con temperatura media anual del suelo, a 50 cm de profundidad, igual ó superior a 15°C y siempre inferior a 22°C y un régimen de humedad Xeric: suelos con sección de control totalmente seca por lo menos 45 días consecutivos durante los cuatro meses siguientes al solsticio de invierno.

La diversidad de factores climáticos, geomorfológicos y litográficos han determinado que las coloraciones del horizonte superior del suelo sean claros, dando lugar a una predominancia de epipedones ochricos sobre todos los demás, mientras que en los horizontes subsuperficiales el más frecuente es el tipo B cámbico estructural, sintomático del inicio del desarrollo de los perfiles de los suelos, no siendo infrecuente que en posiciones fisiográficas favorables se haya desarrollada un verdadero horizonte B e incluso Bt argílico.

En las áreas de rocas duras o en las ocupadas por materiales recientes, tales como los arenales y las

marismas, el desarrollo de los perfiles no ha sido posible, no presentando los suelos horizontes de diagnóstico, sino a lo sumo un horizonte antrópico.

De acuerdo al sistema de clasificación de suelos elaborado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Soil Survey Staff, 1975), se encuentra que en la provincia de Huelva los suelos pertenecen a los ordenes Inceptisols, Alfisols, Vertisols y Entisols. El orden Inceptisols se encuentra ampliamente representado, perteneciendo al mismo la mayoría de los suelos presentes en la provincia y dentro de este orden el gran grupo mayoritario, es el de los Xerochrepts.

En las comarcas del Andévalo Oriental y Occidental los suelos presentan una catena de suelos que dependiendo fundamentalmente de su posición fisiográfica y de la dureza de la roca, en la que junto con los suelos profundos desarrollados con claras muestras de iluviación de arcilla, aparecen suelos brutos a veces esqueléticos, producto de procesos erosivos, encontrándose frecuentemente la asociación Entisols-Inceptisols y Alfisols con predominio de los Inceptisols sobre los otros dos ordenes.

En cuanto a características físicas y químicas se trata de suelos pobres, ácidos, de texturas generalmente groseras, formando, tierras de mediana fertilidad para los cultivos típicos de la región.

El área Sur de la provincia ocupada por las comarcas de la Costa, Condado Campiña y Condado Litoral, presenta una mayor diversidad de suelo, en esta zona encontramos Vertisols formados sobre magras miocénicas, Entisols de dunas y marismas, Inceptisols de areniscas y arcillas miocénicas y Alfisols de áreas volcánicas.

El orden Vertisols se encuentra representado por el gran grupo de los Chromoxerets, suelos aptos para el cultivo, y que por su contenido alto en arcilla presentan problemas para la realización de determinadas labores de

cultivo, son de fácil encharcamiento sobre todo cuando el drenaje superficial se encuentra restringido.

El orden Entisols que comprende suelos sin desarrollo edáfico, tiene una amplia representación en estas comarcas del sur provincial y se encuentra representado por cuatro grandes grupos: Xerothents, Xeropsamments, Xerofluvents y Haploquents (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1985).

### 3.2. Explicación del Sistema MicroLEIS.

El sistema MicroLEIS constituye un procedimiento computacional para la aplicación de diversos métodos de evaluación ecológica de tierras, en regiones Mediterráneas. Selecciona para cada suelo los cultivos agrícolas y forestales, de acuerdo con sus potencialidades y limitaciones biofísicas.

El sistema incluye los programas informáticos: Cervatana, Almagra, Albero-1, Albero-2, Albero-3 y Sierra, desarrollados por en lenguaje GW Basic/MS-Dos/Pc, con el objeto de automatizar la aplicación de un sistema cualitativo y cuantitativo de evaluación de unidades tierra y unidades suelo (De la Rosa et al. 1991).

El programa Cervatana permite hacer una evaluación, para establecer la capacidad general del uso de las tierras, diferenciando las que tienen una clara vocación agrícola, de las que pueden considerarse marginales desde este punto de vista; a través de cuatro categorías de capacidad de uso: Clase S1: Aptitud excelente, Clase S2: Aptitud buena, Clase S3: Aptitud Moderada y Clase N: Aptitud Marginal o nula, destacando también los factores edafoclimáticos, tales como: pendiente, características del suelo, riesgos de erosión y deficiencia bioclimática, que actúan como factores limitantes.



Para cada uno de los criterios de diagnóstico o factores limitantes que definen las clases, se consideran diversos niveles de generalización en función de características tales como: profundidad útil, textura, drenaje, salinidad del suelo, erosividad por lluvias, grado de humedad y riesgos de heladas.

Para profundizar en el conocimiento de la capacidad de uso de las tierras, definido en el programa Cervatana, se puede establecer a través del programa Almagra, la aptitud relativa de los suelos para un conjunto de 12 cultivos agrícolas, tomando en cuenta las características y propiedades intrínsecas del suelo, utilizando las variables edáficas que son relativamente constantes, como son la profundidad útil, la textura, el drenaje, el contenido de carbonatos, la salinidad del suelo, el porcentaje de saturación de sodio y el grado de desarrollo del perfil, dicho programa establece cinco clases de aptitud: SI-Optima, S2-Elevada, S3-Moderada, S4-Marginal y S5-Nula.

Los programas Albero 1,2,y 3 son de tipo cuantitativo y permiten evaluar la capacidad productiva o rendimientos esperados para tres cultivos básicos, trigo, maíz y algodón, mediante la aplicación de tres modelos polinomiales de regresión, a partir de diversos parámetros edáficos. La capacidad de pronóstico de los modelos de regresión, que está limitada por los propios parámetros de validación inductiva y por las consideraciones iniciales de su formulación y calibración, se refieren a un nivel de manejo elevado y para los mejores suelos agrícolas de la provincia de Sevilla.

Las variables independientes de los modelos corresponden a las siguientes características edáficas: profundidad útil, (X1), contenido de arcilla (X2), tipo de drenaje (X3), contenido de carbonatos (X4), sales totales (X5), saturación de sodio (X6) y capacidad de cambio catiónico (X7).

Como continuación del programa Cervatana y para aquellas tierras clasificadas como marginales desde el punto de vista

agrícola, el programa Sierra hace aplicación de un procedimiento de evaluación de tierras seleccionando las especies forestales más indicadas en cada lugar. De un total de 24 especies representativas de las regiones Mediterráneas, tanto productoras como protectoras, se lleva a cabo la selección en función de los niveles preferentes de desarrollo para determinados parámetros ecológicos, tales como: latitud, altitud, posición fisiográfica, características del suelo como son: profundidad útil, textura, drenaje, pH, y factores climáticos como temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa y precipitación pluvial.

### 3.3. Plan de Trabajo.

Tomando como base estudios edafológicos realizados en años anteriores se eligieron 17 unidades de suelo representativas de la Provincia de Huelva, España. Ubicados en las siguientes comarcas naturales:

Unidad de suelo H-01. Andévalo Occidental.

Unidad de suelo H-02. Andévalo Oriental.

Unidad de suelos H-03. Condado Campiña.

Unidades de suelo H-04, H-04a y H-04b. Condado Litoral.

Unidades de suelo H-05, H-05a, H-05b, y H-05c. Costa.

Unidad de suelo H-06. Marismas.

Unidades de Suelo H-07, H-07a, H-07b y H-07c. Sierra Morena.

Unidades de suelo H-08 y H-08a. Sierra de Aracena.

Para cada unidad de suelo se seleccionaron sus características morfológicas, los parámetros fisicoquímicos y los datos bioclimáticos, los cuales fueron reordenados de acuerdo al formato de la base de datos SDB (FAO-ISRIC, 1990).

La base de datos de suelo FAO-ISRIC es la primera versión que un usuario puede utilizar como herramienta que facilite la organización, almacenamiento y recuperación de datos básicos de suelo, en una microcomputadora. El presente sistema es una mejora de la base de datos de suelo desarrollada originalmente por el Soil Reference and Information Centre (ISRIC), subsecuentemente adaptada a las condiciones Botswana y reescrita para un uso universal. Se le ha designado FAO-ISRIC como reconocimiento a la contribución fundamental del ISRIC en el desarrollo de esta base de datos.

El sistema de códigos usados en el sistema de base de datos de suelos FAO-ISRIC, sigue la versión del manual para descripción de perfiles de suelo desarrollado por FAO (1989). Un sistema de variables de códigos es también utilizado para facilitar las adaptaciones a condiciones locales. Es un sistema flexible en su uso y en sus requerimientos de hardware. Las principales características de la base de datos de suelo FAO-ISRIC son:

- 1.- Una interfase de usuario en una base de menú. Instrucciones sobre pantalla, y pantallas de ayuda, facilitan que el usuario pueda recorrer la base de datos. Las opciones son seleccionadas y almacenadas por simple presión de cualquier tecla.
- 2.- Pantallas para facilitar la entrada y salida de datos. Procedimientos de entrada y salida de datos incluyen un control de validez sobre el código de datos
- 3.- Grandes facilidades de extensión. Los resultados pueden ser impresos o almacenados en diskettes, lo cuál los hace compatibles a otros programas
- 4.- Facilidades para leer, escribir o comunicarse con otras bases de datos. Esto le permite ser utilizada en un gran número de oficinas. Por ejemplo los datos pueden ser introducidos en oficinas regionales y alimentar una base de datos central, o los datos pueden introducirse directamente

en el campo, con el uso de una computadora portátil y añadirlos después a la base de datos principal.

5.- Un sistema de códigos flexible. La base de datos permite la clasificación y codificación de variables que puedan ser cambiadas, así como también se pueden definir un número ilimitado de variables.

6.- El sistema está protegido contra errores operacionales e interrupciones de energía eléctrica.

Los principales grupos de datos que pueden ser almacenados en la base de datos FAO-ISRIC son: Descripciones de campo, información sobre sitio y características de los perfiles, resultados de datos analíticos y sales solubles, y resultados de análisis físicos, tales como infiltración y retención de agua. ( Ver anexo No. 1).

Todas las unidades de suelo fueron evaluadas aplicando el sistema de evaluación agroecológica microcomputarizado MicroLEIS. Dicha evaluación se inició con la aplicación del programa CERVATANA, para determinar los suelos que tienen una clara vocación agrícola y separarlos de los que se pueden considerar como marginales desde este punto de vista.

Como continuación de la evaluación de suelos con fines agrícolas se aplicó a todas las unidades el programa ALMAGRA, para establecer su aptitud relativa a 12 cultivos agrícolas: Trigo, Maíz, Melón, Patata, Soja, Algodón, Girasol, Remolacha, Alfalfa, Melocotón, Cítricos y Olivo.

A las unidades de suelo que al aplicarles el programa CERVATANA presentaron una vocación agrícola comprendida entre las categorías S1, tierras con excelente capacidad de uso y la clase S3, tierras con moderada capacidad de uso, pero que presentan limitantes importantes de tipo topográfico, edáfico o climático, que reducen su capacidad agrológica, fueron sometidas a una tercera evaluación mediante los programas ALBERO 1,2,y 3 para determinar en forma cuantitativa su capacidad productiva o su rendimiento para el cultivo de trigo, maíz y algodón.

Por último a las unidades de suelo consideradas como marginales o con la categoría S3 que marca el programa CERVATANA, se les aplicó el programa de evaluación SIERRA para definir en ellas el uso como suelos con fines forestales, seleccionando además las especies más indicadas para cada lugar, de un total de 24 especies representativas de regiones mediterráneas.

Una vez obtenida la evaluación completa, de cada una de las unidades de suelo, se llevaron a cabo salidas al campo a las diferentes comarcas naturales, de la Provincia de Huelva, España, mencionadas anteriormente, con el objeto de comparar los resultados obtenidos en dicha evaluación, con las condiciones actuales de uso del suelo.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

La unidad de suelo H-01 se encuentra ubicada en la comarca natural del Andévalo Occidental, éste suelo ha sido clasificado de acuerdo a los criterios del sistema "Soil Taxonomy" (Soil Survey Staff, 1975) como Lithic Xerochrepts, es un suelo con una profundidad útil de 30 cm, de textura franca, pH ácido, drenaje excesivo y erosión fuerte.

El resultado obtenido a través de la aplicación del programa de evaluación CERVATANA, nos indica que pertenece a la subclase S3 t1, lo cuál lo identifica como un suelo con categoría agrícola moderada, con factores limitativos de pendiente y características del suelo (t1). En cuanto a su aptitud relativa para los 12 cultivos que señala el programa ALMAGRA, éste suelo presenta una clase S5 nula para todos los cultivos, debido a su poca profundidad útil, mientras que si se toma en cuenta su textura puede considerarse de clase S4 marginal para los cultivos de trigo, maíz, soja, girasol, remolacha y alfalfa, y de clase S3 moderada, para los cultivos de melón, patata, algodón, melocotón, citricos y olivo. El drenaje es un factor limitativo para el cultivo de trigo, maíz, melón, patata, soja, algodón, girasol, remolacha y alfalfa; sin embargo ésta característica resulta ser óptima para el cultivo de melocotón, citricos y olivo. Los parámetros de contenido en carbonatos, salinidad, saturación de sodio y desarrollo del perfil no son limitativos para ninguno de los cultivos.

Esta unidad de suelo por sus características morfológicas, fisicoquímicas y bioclimáticas se considera un suelo con mejores posibilidades dentro de la vocación para uso forestal, y a través de la aplicación del programa de evaluación SIERRA se tiene que las especies forestales más indicadas serían: *Pinus silvestris*, *Betula pendula*, y *Eucaliptus globulos*. ( Ver Anexo No. 2).

De acuerdo a lo observado en la salida al campo, el uso más frecuente que se está dando a los suelos pertenecientes a ésta unidad del Andévalo Occidental es el forestal, predominando las especies de *Eucaliptus*, *Pinus* y *Quercus*.

La unidad de suelo H-02 pertenece a la comarca natural del Andévalo Oriental, es un suelo con escasa profundidad útil, no mayor a 15 cm, con una estructura debilmente desarrollada, de textura franca, con drenaje bueno y erosión moderada y cuyo material original está representado por pizarras del Carbonífero, y se clasifica como Lithic Xerorthents.

De acuerdo con el resultado obtenido al aplicar el programa CERVATANA ésta unidad de suelo se considera dentro de la subclase S3 1b, de aptitud moderada desde el punto de vista agrícola, siendo sus principales factores limitativos las características generales del suelo, principalmente su escasa profundidad útil y su déficit bioclimático, por lo que no se consideró necesario aplicar en él los programas ALMAGRA, y ALBERO 1,2,y 3, ya que la vocación de estos suelos es netamente forestal, con posibilidad de cultivar en ellos de acuerdo a los resultados obtenidos en el programa SIERRA las siguientes especies: *Pinus pinea*, *Quercus canariensis*, *Quercus suber*, *Eucaliptus globulus* y *Ceratonia siliqua*. ( Ver Anexo No.2)

El uso actual de los suelos correspondientes a ésta unidad ubicada en el Andévalo Oriental, región predominantemente minera y de suelos muy pobres es el forestal, dominando las especies *Eucaliptus*.

En la comarca natural del Condado Campiña se encuentra localizada la unidad de suelo H-03, que corresponde a un suelo de carácter vértico, clasificado como Entic Pelloxererts, es un suelo de textura arcillosa, sin límite de profundidad útil, con drenaje deficiente, su pH varía desde un valor neutro hasta ligeramente alcalino, su estructura está fuertemente desarrollada, y se deriva de un material original correspondiente a margas del mioceno.

Esta unidad corresponde a un suelo de subclase S2r, categoría buena en cuanto a su capacidad de uso agrícola; no presenta factores limitativos en cuanto a profundidad útil, textura, drenaje, contenido de carbonatos, salinidad, saturación de sodio y desarrollo del perfil para los 12 cultivos que indica el programa de evaluación ALMAGRA.

Al aplicar los programas ALBERO 1,2, y 3 se obtuvieron rendimientos buenos para los cultivos de trigo, maíz y algodón. ( Ver Anexo No.2).

Los suelos pertenecientes a esta unidad son suelos muy fértiles dedicados actualmente al cultivo de numerosas especies económicamente importantes tales como: girasol, remolacha y vid.

El grupo de suelos correspondientes a las unidades H-04, H-04a y H-04b, está ubicado en la comarca natural del Condado Litoral, la primera unidad se clasifica como Entic Xerumbrets, es un suelo originado a partir de areniscas del pleistoceno, presenta una textura arenosa, con poca o nula estructura, con drenaje excesivo, erosión nula y un pH ligeramente ácido.

El segundo suelo de este grupo a sido clasificado como Grosarenic Fragixeralf, suelo muy profundo, con estructura poco desarrollada, de textura arenosa, drenaje moderado y pedregosidad y erosión nula.



La unidad de suelo H-04c es representativo de los suelos deprimidos, correspondientes a los cordones de la Marismilla, el nivel freático de estos suelos se encuentra a escasa profundidad y aflora en las épocas mas húmedas transformando estos suelos en verdaderas lagunas, lo cuál permite el desarrollo de una densa vegetación anual que incorpora gran cantidad de materia orgánica al horizonte superficial, presenta una textura franco arenosa, sin estructura desarrollada a todo lo largo del perfil. Cabe destacar la presencia de carbonatos que alcanzan un máximo en el horizonte superficial (23.4%) y disminuyen hacia su base ( 1.5%), el pH es alcalino y varía con la profundidad.

Los suelos correspondientes a esta comarca natural presenta gran heterogéneidad en cuanto a su capacidad agrícola, ya que se tienen unidades de suelo con una categoría moderada S3 como son la H-04 y H-04b y suelos con categoría buena S2 correspondiente a la unidad H-04a. Los factores limitativos para las dos primeras unidades son la textura y la profundidad útil, mientras que para la última unidad no existen factores limitativos para ninguno de los 12 cultivos recomendados en el programa ALMAGRA, presentando también ésta unidad buenos rendimientos en los cultivos de trigo, maíz y algodón. ( Ver Anexo No.2).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el programa SIERRA, estos suelos principalmente los de las unidades H-04 y H-04b pueden ser utilizados con fines forestales, pudiendo cultivarse en ellos especies tales como: *Pinus pinea*, *Quercus canariensis*, *Quercus suber*, *Eucaliptus globulus* y *Ceratonia siliqua*.

El grupo de unidades de suelo H-05, H-05a, H-05b y H-05c pertenecen a la comarca natural de la Costa. La unidad H-05 ha sido clasificado como Aquic Palexeralf, es un suelo de textura arenosa hasta una profundidad de 70 cm y arcillo-arenoso de 70 a 100 cm. se deriva de material arcilloso del plioceno, presenta una estructura bien desarrollada, con

drenaje moderadamente bueno y con síntomas de hidromorfía a los 70 cm. de profundidad.

La unidad H-05a corresponde a un suelo del tipo Aquic Xeropsamment, suelo que presenta síntomas claros de hidromorfía por estar saturado en agua durante algún tiempo a lo largo del año, es un suelo profundo y casi sin estructura, se localiza en zonas planas, su textura es arenosa, con drenaje excesivo y erosión fuerte.

El suelo correspondiente a la unidad H-05b es un suelo del tipo Calcic Rhodoxeralf, éste suelo es muy evolucionado, profundo en parte y con roca aflorante en otras, posee un horizonte argílico continuo, más rojo que 2.5 YR, compacto, plástico y bien desarrollado, derivado de calizas y arcillas. Presenta una textura franco arcillosa en todos sus horizontes, estructura bien desarrollada y con una erosión y drenaje moderados.

La última unidad de este grupo es la H-05c, y corresponde a un suelo del tipo Aquic Haploxeralf, suelo profundo con evidentes señales de hidromorfía entre 25 y 60 cm. de profundidad.

Tienen un horizonte Ap de unos 15-20cm de espesor, arenoso franco. Entre 15 y 20 cm de profundidad hay un B2.1t franco arcillo arenoso, de estructura poliédrica, por debajo de éste y hasta 55 cm. de profundidad hay un horizonte B2.2tg desarrollado en ambiente óxido reductor, por la presencia de moteados; ambos subhorizontes poseen alta saturación en bases, superior al 75%. El C1 y IIC2 presentan texturas similares, el IIC2 presenta numerosos signos de hidromorfía y tendencia a características plintíticas que se manifiesta por el encostramiento del material.

Los suelos correspondientes a esta comarca natural de la Costa presentan categorías agrícolas S2 buena, a excepción de la unidad H-05a que presenta una categoría moderada S3, no presentan factores limitativos para los 12 cultivos recomendados por el programa ALMAGRA y presentan buenos

rendimientos en el cultivo de trigo, maíz y algodón. (Ver Anexo No.2).

Estos suelos están ubicados en una gran comarca agrícola en la cuál se cultivan cereales, viñedos, olivares y variedad de frutales.

La unidad de suelo H-06 está localizada en la comarca natural de Marismas, es un suelo salino clasificado como Salorthidic Fluvaquent, se origina de un material de arcillas del Holoceno, presenta una textura arcillosa a todo lo largo del perfil, con síntomas claros de hidromorfía a los 25 cm. de profundidad. La conductividad eléctrica es de 20 mmhos/cm, en la superficie, la cual va aumentando con la profundidad, hasta alcanzar 50 mmhos/cm a los 70 cm. Su drenaje es deficiente y su erosión nula.

Este suelo presenta una aptitud agrícola nula, principalmente por sus características salinas, que no permiten el cultivo de especies económicamente importantes, tanto desde el punto de vista agrícola como forestal. (Ver Anexo No.2).

El grupo de unidades de suelo H-07, H-07a, H-07b y H-07c. pertenecen a la comarca natural de Sierra Morena. La unidad H-07 se clasifica como un suelo Dystric Eutrochrepts, es un suelo derivado de calizas del cámbrico, con una textura franca, estructura bien desarrollada, y con un drenaje moderadamente bueno y una erosión ligera, suelo más o menos profundo, con una saturación de bases del 100% y un pH que va de ligeramente ácido en la superficie a neutro hacia la profundidad.

La unidad de suelo H-07a corresponde a un suelo clasificado como Typic Xerochrept, su origen es a partir de rocas graníticas y metamórficas de contacto, su textura es franco arenosa a todo lo largo del perfil, es un suelo de estructura ligeramente desarrollada migajosa, con un drenaje bueno y una erosión ligera.

El suelo de la unidad identificada como H-07b ha sido clasificado como Ultic Palexeralf, suelo profundo, con una textura franco arcillo arenosa en los primeros 20 cm. de profundidad, con un horizonte argílico bien definido, con pH ligeramente ácido, derivado de granito micáceo, con drenaje bueno y erosión moderada.

La última unidad de este grupo corresponde a la H-07c, es un suelo clasificado como Dystric Xerochrept, derivado de granito micáceo, con una textura franco arenosa hasta una profundidad de 30 cm. cambiando después a una textura franco arcillo arenosa en el resto del perfil, la estructura moderadamente desarrollada, drenaje bueno y erosión ligera.

La aplicación del programa CERVATANA a las unidades de suelo pertenecientes a esta comarca natural dió como resultado suelos con categoría de subclase 31 moderada, desde el punto de vista agrícola.

Los factores limitativos más importantes de estas unidades de suelo son la pendiente y factores bioclimáticos, lo que hacen que estos suelos tengan una vocación más que nada forestal, pudiendo cultivarse en ellos especies tales como: *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Quercus pirenayca*, *Quercus faginea*, *Quercus canariensis*, *Quercus suber*, *Quercus Ilex*, *Eucaliptus globulus*, *Castanea sativa* y *Ceratonia siliqua*, de acuerdo a los resultados obtenidos al aplicar el programa de evaluación SIERRA. (Ver Anexo No.2).

Estos suelos están ubicados en la comarca natural de Sierra Morena, comarca con suelos de vocación agrícola y pastoreo extensivo de cerdos ibéricos, su vegetación principal son las dehesas de encinas y alcornoques.

Las unidades de suelo H-08 y H-08a se encuentran localizadas en la Sierra de Aracena, la primera unidad corresponde a un suelo que ha sido clasificado como Typic Haploxeralf, los horizontes Aoo y A1 presentan una textura franco arcillo arenosa, con estructura migajosa gruesa y reacción no caliza. Presentan un horizonte argílico bien

desarrollado, B2t y B3t a una profundidad de 10 a 70 cm. Su pH va de ligeramente ácido a neutro, el drenaje es bueno y la erosión ligera.

La segunda unidad de éste grupo es un suelo clasificado como Dystric Eutrochrepts. El perfil del suelo es de tipo Ap B, El color del horizonte Ap es pardo rojizo oscuro, de textura franco limosa y estructura poliédrica subangular. El color del horizonte B es rojo muy oscuro, estructura ligeramente desarrollada, de forma poliédrica subangular, su pH es ligeramente ácido, su origen es a partir de areniscas cámbricas, su drenaje es bueno y su erosión ligera.

Los suelos correspondientes a esta comarca al igual que los anteriores son suelos con categoría agrícola S3, moderada cuyo factor limitativo más importante es la pendiente, pudiendo considerarlos para uso forestal, en los cuales de acuerdo a los resultados obtenidos en la aplicación del programa de evaluación SIERRA se pueden cultivar las siguientes especies: *Pinus pinaster*, *Quercus pirenayca*, *Quercus faginea*, *Quercus suber*, *Quercus Ilex*, *Eucaliptus globulus* y *Castanea sativa*. (Ver Anexo No. 2)

Actualmente estos suelos están dedicados al pastoreo extensivo de cerdos ibéricos, predominando en ellos la vegetación de dehesas de encinas y alcornoques.

## 5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que el reconocimiento de suelos genera una gran cantidad de información tanto de datos de campo, como de laboratorio, el uso de la base de datos FAO-ISRIC resulta ser una herramienta excelente para el almacenamiento, organización y recuperación de datos. Igualmente, puede facilitar el flujo de dichos datos a otros sistemas computarizados de evaluación de tierras, de información geográfica sobre recursos naturales y de información teledetectada. El desarrollo de las interfaces correspondientes resultaría del mayor interés para lograr estos últimos objetivos.

El sistema microinformático de evaluación de suelos y tierras MicroLEIS es un procedimiento interpretativo que si bien ha sido diseñado para regiones Mediterráneas, podría ser adaptado para su uso en otras regiones del mundo, haciendo las adaptaciones que cada zona requiera. Su facilidad de aplicación ha resultado incluso mejorada al llevarse a cabo en el entorno del sistema gráfico Windows 3.0.

De las 17 unidades de suelo evaluadas, las que se pueden considerar con vocación agrícola son: Unidad H-02 del Condado Campiña, Unidad H-04 del Condado Litoral y las subunidades H-05, H-05a, H-05b y H-05c de la Costa. Cabe destacar la diferencia que existe en cuanto a

características de textura en las unidades antes mencionadas, ya que la unidad ubicada en el Condado Campiña por su carácter arcilloso facilita el cultivo en seco, mientras que las unidades de suelo ubicadas en el Condado Litoral y Costa por su textura arenosa están condicionadas a la implementación de sistemas de riego.

Las unidades de suelo H-01 del Andévalo Occidental, H-02 del Andévalo Oriental, H-04 y H-04b de la Costa, H-07, H-07a, H-07b y H-07c de Sierra Morena, H-08 y H-08a de la Sierra de Aracena demuestran una clara vocación para uso forestal, principalmente debido a sus características morfológicas y factores bioclimáticos. La comprobación o validación de los requerimientos edafoclimáticos de las especies forestales recomendadas ha permitido ir perfeccionando el programa de evaluación Sierra.

La unidad de suelo H-06 correspondiente a la comarca natural de Marismas fué la única que presentó categoría nula, desde el punto de vista agrícola y forestal debido al problema de salinidad presente en estos suelos.

Finalmente, parece evidente el interés general y utilidad de los sistemas de evaluación de tierras para alcanzar un desarrollo sostenible de los recursos naturales y una mejora de la calidad ambiental. El desarrollo de estos sistemas informáticos representan también un medio muy adecuado para propiciar el intercambio de ideas y conocimientos entre especialistas en este campo de la investigación.

## 6. BIBLOGRAFIA SELECCIONADA

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS. 1961. Standard specifications for highway materials and methods of sampling and testing. Ed. 5. 2v.

BEEK, K.J. 1978. Land evaluation for agricultural development. International Institute for Reclamation and Improvement/ILRI. Publication no. 23.

BIE, S.W. 1975. Proceeding of meeting of International Society of Soil Science. Working Group on Soil Information Systemas. Cen. of. Agr. Pub. and Doc., Wageningen. 87.

BRINKMAN, R AND SMITH, A.J. 1973. Land evaluation for rural purposes. Inst. of Land Recl. and Imp. Wageningen.

DE LA ROSA, D., CARDONA, F. Y PANEQUE, G. 1977. Evaluación de suelos para diferentes usos agrícolas. An. Edaf. y Agrob. 36: 1100-112.

DE LA ROSA, D; CARDONA, F; NARANJO, J. Y ALMORZA, J. 1978. Aplicaciones de la informática en el reconocimiento y evaluación de suelos. An. Edaf. y Agrob. 9-10: 36-40.

DE LA ROSA, D. Y ALMORZA, J. 1979. Modelación matemática y evaluación agrícola de suelos. An. Edaf. y Agrob. 38: 1421-1425.



DE LA ROSA, D. Y CARLISTE, V.W. 1979. An approach to the classification of agricultural and nonagricultural soil evaluation systems. An. Edaf. y Agrob. 11-12: 5-15.

DE LA ROSA, D; J.A. MORENO; L.V. GARCIA Y J. ALMORZA. 1991. MicroLEIS: A microcomputer-based mediterranean land evaluation information system. Soil Use and Management. (Enviado para su publicación).

FAO. 1990. FAO-ISRIC Database (SDB). World Soil Resources Reports. No. 64 Roma. 1-89.

FOURNEU, F. 1983. La Provincia de Huelva y los problemas del desarrollo regional. Excmo. Diputación Provincial de Huelva. Instituto de estudios Onubenses "Padre Marchena".9-13.

KELLOG, C.E. 1961. Soil interpretation in the soil survey. Soil. Cons. Serv. U.S. Dept. of Agr. Washington, D.C.

MCCORMACK, F. 1971. The Canadian land use inventory: A basis for land use planning. Soil Wat. Cons. 141-146.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION. 1985. Mapa de cultivos y aprovechamientos de la Provincia de Huelva. Madrid. 7-24.

PEARSE, PH. 1969. Principles for allocating wildlife among alternative uses. Can. Jour. Agr. Econ. 17,1.

PERRET, N.G. 1969. Land capability classification for wildlife. The Can. Land. Jur. Rep. núm. 7. Ottawa. Canada.

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1971. Guide for interpreting engineering uses of soils. Soil. Cons. Serv. Wahsington, D.C.

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1972. Soil Interpretations for wildlife habitat. Memorandum 74. Soil. Cons. Serv. Washington, D.C.

U.S. DEPARTMENT OF DEFENSE. 1968. Unified soil classifications system for roads, airfields, embankments, and foundations. MILSTD-619 B.

VINK, A.P. 1962. Soil survey as related to agricultural productivity. J. of Soil Sci., 14: 88-101.

Anexo No 1

Ejemplo de Descripción de Perfil de Suelo  
(Base de Datos FAO-ISRIC, 1990)

## SOIL PROFILE DESCRIPTION

Profile: H-0715

Unit: H-07

Status:

Sheet/Grid : 918/

Coord : N 37-52-37 W 006-29-46

Location : SIERRA MORENA.

Survey Area:

Elevation: 607 m

Author(s) :

Date : 01/02/76

Classification FAO: Cambisols(1988) Eutric Cambisol (1974)

ST : Dystric Eutrochrept

Soil Climate: Xeric

Topography : rolling

Land Form: hill

Element/Pos.: backswamp- lower slope

Slope : 0.7 - 2%

Micro Top:

Land Use : none

Human Infl:

Vegetation : closed forest

Grasscover:

Species :

Parent Material:

Eff. Soil Depth:

Rock Outcrops :

Surface Stones :

Erosion : slight

Sealing/Crusting:

Drainage : moderately well

Watertable:

Flooding :

Moist Cond:

Remarks: Perfil seleccionado para el estudio de B. CORRES (1991)

Samples: A: 0- 5 B: 5- 20 C: 20- 35 D: 35- 85

O 0 - 5 cm 5YR 3/2 (dry); loam ( 7% clay); loose (dry), friable (moist), field pH: 6.5,

A11 5 - 20 cm 2.5YR 2/2 (dry); loam ( 8% clay); very strong fine subangular blocky structure; loose (dry), friable (moist), field pH: 6.7,

A12 20 - 35 cm 2.5YR 2/2 (dry); loam ( 7% clay); moderate fine subangular blocky structure; loose (dry), friable (moist), field pH: 7.2,

B 35 - 85 cm 2.5YR 3/4 (dry); loam (12% clay); moderate fine subangular blocky structure; loose (dry), friable (moist), field pH: 7.5,

R 85 cm +

R Roca original no alterada.

SOIL ANALYSIS RESULTS

PROFILE: H-0715

DEPTH	pH		EC	P	C	N	CaCO3		CaSO4	CEC	Ca	Mg	K	Na	PBS	K fixed	Methods	
	H2O	X					Total	Act.										
																	1234567890	
A	0	5	6.5	5.8	99.9	99	99.99	99.99	0.0	99.9	99.9	25.8	16.0	9.0	0.7	0.3	100	99.9
B	5	20	6.7	5.7	99.9	99	99.99	99.99	0.0	99.9	99.9	14.3	9.0	3.5	0.5	0.3	92	99.9
C	20	35	7.2	6.2	99.9	99	99.99	99.99	0.0	99.9	99.9	10.2	9.0	1.2	0.4	0.3	100	99.9
D	35	85	7.5	6.6	99.9	99	99.99	99.99	0.0	99.9	99.9	9.7	7.0	2.0	0.4	0.3	100	99.9

Particle size (weight %)											CEC	
vcS	cS	mS	fS	vfS	Sand	cSi	fSi	Silt	Clay	clay		
A	99	99	99	99	19	99	99	46	7	999		
B	99	99	99	99	22	99	99	40	8	999		
C	99	99	99	99	23	99	99	52	7	999		
D	99	99	99	99	24	99	99	48	12	999		

Print date: 12/06/91

Anexo No 2

Resultados de la Aplicación del Sistema de Evaluación  
(MicroLEIS, versión 2.1 1991)

=====  
 \* MicroLEIS: CERVATANA Program \*  
 =====

Land-unit:H-01.Andevalo Occidental.Sierra de Aroche.  
 Soil Type: Lithic Xerochrepts

EVALUATION: Subclass S 3 t1

Land Capability Classes	Subclasses: Limitation Factors
Class S1 = Excelente	t = Slope
Class S2 = Good	l = Soil
Class S3 = Moderate	r = Erosion risks
Class N = Marginal	b = Bioclimatic deficit

-----  
Levels of limitation factors:

Slope: 20%. Sloping to hill areas. [3].  
 Useful depth: 50 cm, Light. [3].  
 Texture class: 26.4%. Medium. [1].  
 Stoniness and rockiness: Elevate. [3].  
 Drainage: Poor o excessive. [3].  
 Salinity: (2 mmhos/cm\*). No to light. [1].  
 Soil erodibility: Light. [1].  
 Slope gradient. 20%. [2].  
 Vegetation density:( Moderate\*). [2].  
 Rainfall erosivity: 150. Moderate. [2].  
 Humidity degree: 1.0. Moderate. [2].  
 Frost risks. 3-6 meses. Light to moderate. [2].

SOIL-UNIT:H-01

SUITABILITY CLASSES FOR

SELECTED AGRICULTURAL CROPS

Factor	T	M	Me	P	S	A	G	R	Af	Mc	C	O
Useful depth (p)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Texture (t)	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3
Drainage (d)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3
Carbonate (c)	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3
Salinity (s)	1	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2
Sodium sat (a)	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
Profile dev (g)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1

CROPS: T=Wheat; M=Corn; Me=Melon; P=Patatoe; S=Soje; A=Cotton;  
 G=Sunflow.; R=Sugarb.; Af=Alfalfa; Mc=Peach; C=Citrus; O=Olive.  
 CLASSES:1=Optimum; 2=Elevate; 3=Moderate; 4=Marginal; 5=Nule.

-----  
Levels of limitation factors:

Limit of useful depth: No permeble horizon. [1].  
 Useful depth: [50cm].  
 Stoniness: + 25%. [P].  
 Texture: 26.4%. Medium. [me].  
 Drainage: Excessive. [me].  
 Carbonate content. [0.0%].  
 Salinity:(2mmhos/cm\*).  
 Sodium saturation: [0.4%].  
 Development soil profile. Moderate, B Cambic. [2].

\*\*\*\*\*  
\* MicroLEIS: SIERRA Program \*  
\*\*\*\*\*

THE SELECTED SPECIES ARE:

- 1 .PINE SILVESTRE (Pinus silvestris)
- 15 .BIRCH (Betula pendula)
- 19 .WHITE EUCALYPTUS (Eucaliptus globulus)

-----  
Levels of limitation factors:

Latitude: [37°].  
Altitude: [570m].  
Physiographic position: Hillside. [5].  
Useful depth: 50 cm. Moderate [2].  
Texture: 26.4%. Medium. [2].  
Drainage: Well. [3].  
pH:[5.2].  
Minimum temperature: [11°].  
Maximum temperature: [28°].  
Precipitation:[1200 mm].

=====  
\* MicroLEIS: CERVATANA Program \*  
=====

Land-unit:H-02. Andevalo Oriental. Calañas.  
Soil Type: Lithic Xerothents.

EVALUATION: Subclass 3 S 1b

Land Capability Classes	Subclasses: Limitation Factors
Class S1 = Excelente	t = Slope
Class S2 = Good	l = Soil
Class S3 = Moderate	r = Erosion risks
Class N = Marginal	b = Bioclimatic deficit

-----  
Levels of limitation factors:

Slope:2% level to undulating areas. [1].  
Useful depth:30cm. Light. [3].  
Texture class:25% Medium. [1].  
Stoniness and rockiness: Elevate. [3].  
Drainage: Well [1].  
Salinity:(2 mmhos/cm\*). [1].  
Soil erodibility:Light. Moderate [1].  
Slope gradient: 2% [1].  
Vegetation density:Moderate. [2].  
Rainfall erosivity: 200. Moderate.[2].  
Humidity degree:(A).Light.[3].  
Frost risks:(A).[2].  
-----



\*\*\*\*\*  
\* MicroLEIS: SIERRA Program \*  
\*\*\*\*\*

THE SELECTED SPECIES ARE:

- 4 .PINE PINONERO (Pinus pinea)
- 11 .OAK TREE ANDALUZ (Quercus canariensis)
- 12 .CORK TREE (Quercus suber)
- 19 .WHITE EUCALYPTUS (Eucaliptus globulus)
- 21 .CAROB TREE (Ceratonia siliqua)

-----  
Levels of limitation factors

Latitude:[37°]. Altitude:[170m]. Physiographic position:Rollingland[3]. Useful depth:30cm Moderate [2].Texture:25% Medium [2]. Drainage:Well[3]. pH:[5.7]. Minimum temperature:[13.8°]. Maximum temperature:[24.7°]. Precipitation:[573mm].

=====  
\* MicroLEIS: CERVATANA Program \*  
=====

Land-unit:H-03. Condado Campiña. San. Lucar la Mayor.  
Soil Type: Entic Pelloxererts.

EVALUATION: Subclass S 2 r

Land Capability Classes	Subclasses: Limitation Factors
Class S1 = Excelente	t = Slope
Class S2 = Good	l = Soil
Class S3 = Moderate	r = Erosion risks
Class N = Marginal	b = Bioclimatic deficit

-----  
Levels of limitation factors:

Slope:5% Level to undulation areas. [1].  
Useful depth:120 cm. Elevate. [1].  
Texture class:42.4% Medium. [1].  
Stoniness and rockiness: No to light. [1].  
Drainage:Well. [1].  
Salinity:(2mmhos/cm\*). No to light. [1].  
Soil erodibility:Light. Moderate.[2].  
Slope gradient:5% (-15% ). [1].  
Vegetation density: Moderate [2].  
Rainfall erositivity:150. Moderate [2].  
Humidity degree:0.7. Adequate [1].  
Frost risks:-2 Months. No to light. [1].  
-----

SOIL-UNIT:H-03

SUITABILITY CLASSES FOR  
SELECTED AGRICULTURAL CROPS

Factor	T	M	Me	P	S	A	G	R	Af	Mc	C	O
Useful depth (p)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Texture (t)	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1
Drainage (d)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Carbonate (c)	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1
Salinity (s)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sodium sat (a)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Profile dev (g)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

CROPS: T=Wheat; M=Corn; Me=Melon; P=Patatoo; S=Soje; A=Cotton;  
G=Sunflow.; R=Sugarb.; Af=Alfalfa; Mc=Peach; C=Citrus; O=Olive.  
CLASSES:1=Optimum; 2=Elevate; 3=Moderate; 4=Marginal; 5=Nule.

Levels of limitation factors

Limit of useful depth: No permeable horizon. [1].  
Useful depth:120cm.  
Stoniness (-15%). [L].  
Texture: 42.4%. Medium. [me].  
Drainage: Well [b].  
Carbonate content:[13.8].  
Salinity:(2mmhos/cm\*) No to light.  
Sodium saturation:Date not available. [-1].  
Development of soil profile: Incipient. [1].

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-1 Program \*  
=====

Soil-unit #H-03

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 4748 Kg/ha of WHEAT  
\*\*\*\*\*

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-2 Program \*  
=====

Soil-unit #H-03

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 8342 Kg/ha of CORN  
\*\*\*\*\*

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-3 Program \*  
=====

Soil-unit #H-03

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 4831 Kg/ha of COTTON  
\*\*\*\*\*

Levels of limitation factors:

Useful depth:[120cm], Clay content:[42.4%], Depth to hidromorphic  
features:[120cm], Carbonate content:[13.8%], Salinity:(2mmhos/cm\*),  
Sodium saturation:(4%\*), Cation exchange capacity:[37.5meq/100g].

=====  
 \* MicroLEIS: CERVATANA Program \*  
 =====

Land-unit:H-04. Condado Litoral. El Rocio  
 Soil Type: Entic Xerumbrets.

EVALUATION: Subclass S 31

Land Capability Classes	Subclasses: Limitation Factors
Class S1 = Excelente	t = Slope
Class S2 = Good	l = Soil
Class S3 = Moderate	r = Erosion risks
Class N = Marginal	b = Bioclimatic deficit

-----  
Levels of limitation factors:

Slope: 2%. Level to undulating areas. [1].  
 Useful depth: 50cm. Moderate. [2].  
 Texture: 4.6%. Coarse and fine. [2].  
 Stoniness and rockiness: -15%. No to light. [1].  
 Drainage: Excessive. [3].  
 Salinity: (2mmhos/cm<sup>\*</sup>). No to light. [1].  
 Soil erodibility: Light. [1].  
 Slope gradient: 2% [1].  
 Vegetation density: Moderate. [2].  
 Rainfall erosivity: 200. Moderate. [2].  
 Humidity degree: 0.5. Moderate. [2].  
 Frost risks. -2 months. No to light. [2].  
 -----

SOIL-UNIT:H-04

SUITABILITY CLASSES FOR  
 SELECTED AGRICULTURAL CROPS

Factor	T	M	Me	P	S	A	G	R	Af	Mc	C	O
Useful depth (p)	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4
Texture (t)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
Drainage (d)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Carbonate (c)	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3
Salinity (s)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sodium sat (a)	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2
Profile dev (g)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

CROPS: T=Wheat; M=Corn; Me=Melon; P=Patatoes; S=Soje; A=Cotton;  
 G=Sunflow.; R=Sugarb.; Af=Alfalfa; Mc=Peach; C=Citrus; O=Olive.  
 CLASSES:1=Optimum; 2=Elevate; 3=Moderate; 4=Marginal; 5=Nule.  
 -----

Levels of limitation factors:

Limit of useful depth: No permeble horizon. [1].  
 Useful depth: 50cm.  
 Stoniness: 0-15%. [L].  
 Texture: 4.6%. Moderately coarse. [ml].  
 Drainage: Somewhat excessive. [e].  
 Carbonate content:[0.0%].  
 Salinity:(2mmhos/cm<sup>\*</sup>).  
 Sodium saturation: [5.8%].  
 Development of soil profile: Incipient. [1].  
 -----

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-1 Program \*  
=====

Soil-unit #H-04

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 3212 Kg/ha of WHEAT  
\*\*\*\*\*

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-2 Program \*  
=====

Soil-unit #H-04

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 4259 Kg/ha of CORN  
\*\*\*\*\*

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-3 Program \*  
=====

Soil-unit #H-04

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 2985 Kg/ha of COTTON  
\*\*\*\*\*

-----  
Levels of limitation factors:

Useful depth:[50cm], Clay content:[14%](4.6%),Depth to hidromorphic  
features:[120cm], Carbonate content:[0.0%], Salinity:(2mmhos/cm\*),Sodium  
saturation:[5.85%],Cation exchange capacity:[6 meq/100g](5.69)  
-----

\*\*\*\*\*  
\* MicroLEIS: SIERRA Program \*  
\*\*\*\*\*

THE SELECTED SPECIES ARE:

- 4 .PINE PINONERO (Pinus pinea)
- 21. CAROB TREE (Ceratonia siliqua).

-----  
Levels of limitation factors:

Latitude: [37°].  
Altitude: [22m].  
Physiographic position: Terrace. [3].  
Useful depth:50 cm. Moderate. [2].  
Texture: 4.6%. Light. [1].  
Drainage: Excessive. [4].  
pH: [5.4].  
Minimum temperature: [11°].  
Maximum temperature: [28°].  
Precipitation:[600mm].

=====  
 \* MicroLEIS: CERVATANA Program \*  
 =====

Land-unit:H-04a.Aproximadamente en el Km. 7 de  
 la carretera Almonte-Rocio.  
 Soil Type: Fragixeralf Grosarenico.

EVALUATION: Subclass S 2 lrb

Land Capability Classes	Subclasses: Limitation Factors
Class S1 = Excelente	t = Slope
Class S2 = Good	l = Soil
Class S3 = Moderate	r = Erosion risks
Class N = Marginal	b = Bioclimatic deficit

-----  
Levels of limitation factor

Slope: 0-1%. Level to undulating areas. [1].  
 Useful depth: 75 cm. Moderate. [2].  
 Texture: 2.0%. Coarse and fine. [2].  
 Stoniness and rockiness. -15%. No to light. [1].  
 Drainage: Moderate. [2].  
 Salinity:[lmmhos/cm]. No to light. [1].  
 Soil erodibility: Moderate. [2].  
 Slope gradient: 0-1%. [1].  
 Vegetation density: Moderate. [2].  
 Rainfall erosivity: 200. Moderate. [2].  
 Humidity degree: 0.5. Moderate. [2].  
 Frost risks. -2 months.No to light. [1].  
 -----

SOIL-UNIT:H-04a

SUITABILITY CLASSES FOR  
 SELECTED AGRICULTURAL CROPS

Factor	T	M	Me	P	S	A	G	R	Af	Mc	C	O
Useful depth (p)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Texture (t)	1	1	2	2	1	2	1	1	1	2	2	3
Drainage (d)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Carbonate (c)	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3
Salinity (s)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sodium sat (a)	2	3	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2
Profile dev (g)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

CROPS: T=Wheat; M=Corn; Me=Melon; P=Patatoc; S=Soje; A=Cotton;  
 G=Sunflow.; R=Sugarb.; Af=Alfalfa; Mc=Peach; C=Citrus; O=Olive.  
 CLASSES:1=Optimum; 2=Elevate; 3=Moderate; 4=Marginal; 5=Nule.  
 -----

Levels of limitation factors

Limit of useful depth: Sand o grave. [2].  
 Useful depth: 75cm.  
 Stoniness: 0-15%. [L].  
 Texture: 2%. Moderately coarse. [mp].  
 Drainage: Moderately well. [m].  
 Carbonate content: [0.0%].  
 Salinity:[ lmmhos/cm].  
 Sodium saturation:[11.1%].  
 Development of soil profile: Incipient. [1].

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-1 Program \*  
=====

Soil-unit #H-04a

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 3456 Kg/ha of WHEAT  
\*\*\*\*\*

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-2 Program \*  
=====

Soil-unit #H-04a

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 4380 Kg/ha of CORN  
\*\*\*\*\*

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-3 Program \*  
=====

Soil-unit #H-04a

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 3092 Kg/ha of COTTON  
\*\*\*\*\*

-----  
Levels of limitation factors:  
Useful depth:[35cm], Clay content:[14%](2%), Depth to hidromorphic  
features:[120cm], Carbonate content:[0.0%], Salinity:[1mmhos/cm], Sodium  
saturation: (11.1%), [8%], Cation exchange capacity:(1.5meq/100g).[6  
meq/100g].  
-----

\*\*\*\*\*  
\* MicroLEIS: SIERRA Program \*  
\*\*\*\*\*

THE SELECTED SPECIES ARE:

- 4 .PINE PINONERO (Pinus pinea)
- 11 .OAK TREE ANDALUZ (Quercus canariensis)
- 12 .CORK TREE (Quercus suber)
- 19 .WHITE EUCALYPTUS (Eucalyptus globulus)
- 21 .CAROB TREE (Ceratonia siliqua)

-----  
Latitude: [37°].  
Altitude: [50m].  
Physiographic position: Terrace. [2].  
Useful depth: 75cm. Moderate. [2].  
Texture: 2%. Light. [1].  
Drainage: Moderate. [2].  
pH: 5.6  
Minimum temperature: [11°]  
Maximum temperature: [ 28°].  
Precipitation: [600 mm].  
-----

=====  
\* MicroLEIS: CERVATANA Program \*  
=====

Land-unit:H-04b.NW. de los cordones de la  
Marismilla.  
Soil Type: Aeric Calciaquoll.

EVALUATION: Subclass S 3 1r

Land Capability Classes	Subclasses: Limitation Factors
Class S1 = Excelente	t = Slope
Class S2 = Good	l = Soil
Class S3 = Moderate	r = Erosion risks
Class N = Marginal	b = Bioclimatic deficit

-----  
Levels of limitation factors:

Slope: 2%. Level to undulating areas. [1].  
Useful depth: 35 cm. Light. [3].  
Texture: 8.3%. Coarse and fine. [2].  
Stoniness and rockiness: No to light. [1].  
Drainage: Moderate. [2].  
Salinity: 0.2 mmhos/cm. No to light. [1].  
Soil erodibility: Moderate. [2].  
Slope gradient: 2%. [1].  
Vegetation density: Light. [3].  
Rainfall erosivity: 200. Moderate. [1].  
Humidity degree: 0.5. Moderate. [2].  
Frost risks: - 2 Months. No to light. [1].

SOIL-UNIT:H-04b

SUITABILITY CLASSES FOR  
SELECTED AGRICULTURAL CROPS

Factor	T	M	Me	P	S	A	G	R	Af	Mc	C	O
Useful depth (p)	3	3	4	3	4	4	4	4	4	5	5	5
Texture (t)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3
Drainage (d)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Carbonate (c)	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1
Salinity (s)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sodium sat (a)	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
Profile dev (g)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

CROPS: T=Wheat; M=Corn; Me=Melon; P=Patatoe; S=Soje; A=Cotton;  
G=Sunflow.; R=Sugarb.; Af=Alfalfa; Mc=Peach; C=Citrus; O=Olive.  
CLASSES:1=Optimum; 2=Elevate; 3=Moderate; 4=Marginal; 5=Nule.

Levels of limitation factors:

Limit of useful depth: Sand o grave. [2].  
Useful depth: [35cm].  
Stoniness: -15%. [L].  
Texture: 8.3%. Moderately coarse. [1].  
Drainage: Moderately well. [m].  
Carbonate content: [10.2%].  
Salinity: [0.2 mmhos/cm].  
Sodium saturation: [3.2%].  
Development of soil profile: Incipient. [1].



\*\*\*\*\*  
\* MicroLEIS: SIERRA Program \*  
\*\*\*\*\*

THE SELECTED SPECIES ARE:

21 .CAROB TREE (Ceratonia siliqua)

-----Levels  
of limitation factors:  
Latitude: [37°].  
Altitude: [20 m].  
Physiographic position: Terrace. [2].  
Useful depth: 75 cm. Moderate. [2].  
Texture: 8.3%. Light. [1].  
Drainage: Moderate. [2].  
pH: [8.5].  
Minimum temperature: [11°].  
Maximum temperature: [28°].  
Precipitation: [600 mm].

=====
   
\* MicroLEIS: CERVATANA Program \*
   
=====

Land-unit:H-05.Costa. Gibraleón.
   
Soil Type: Aquic Palexeralfs.

EVALUATION: Subclass S 2 lrb

Land Capability Classes	Subclasses: Limitation Factors
Class S1 = Excelente	t = Slope
Class S2 = Good	l = Soil
Class S3 = Moderate	r = Erosion risks
Class N = Marginal	b = Bioclimatic deficit

-----
   
Levels of limitation factors:
  
Slope:4% Level to undulating areas.[1].
   
Useful depth:70cm. Moderate.[2].
   
Texture:5.5% Coarse and fine. [2].
   
Stoniness and rockiness: No to light.[1].
   
Drainage: Moderate.[2].
   
Salinity:(2mmhos/cm\*) No to light.[1].
   
Soil erodibility:Moderate. [2].
   
Slope gradient:4% [1].
   
Vegetation density:Moderate [2].
   
Rainfall erosivity:200. Moderate [2].
   
Humidity deg.0.5. Moderate [2].
   
Frost risks:-2 Months. No to light. [1].
   
-----

SOIL-UNIT:H-05

SUITABILITY CLASSES FOR
   
SELECTED AGRICULTURAL CROPS

Factor	T	M	Me	P	S	A	G	R	Af	Mc	C	O
Useful depth (p)	1	1	2	1	2	2	2	2	2	3	3	3
Texture (t)	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2
Drainage (d)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Carbonate (c)	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3
Salinity (s)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sodium sat (a)	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
Profile dev (g)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

CROPS: T=Wheat; M=Corn; Me=Melon; P=Patatoe; S=Soje; A=Cotton;
   
G=Sunflow.; R=Sugarb.; Af=Alfalfa; Mc=Peach; C=Citrus; O=Olive.
   
CLASSES:1=Optimum; 2=Elevate; 3=Moderate; 4=Marginal; 5=Nule.
   
-----

Levels of limitation factors.
  
Limit of useful depth: No permeable horizon. [1].
   
Useful depth:[70cm].
   
Stoniness:No to light.[].
   
Texture:5.5% Moderately coarse. [1].
   
Drainage: Moderately well.[m].
   
Carbonate content:[0.0%].
   
Salinity:(2mmhos/cm\*).
   
Sodium saturation:[4.3].
   
Development soil profile:Incipient.[1].

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-1 Program \*  
=====

Soil-unit #H-05

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 3050 Kg/ha of WHEAT  
\*\*\*\*\*

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-2 Program \*  
=====

Soil-unit #H-05

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 3957 Kg/ha of CORN  
\*\*\*\*\*

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-3 Program \*  
=====

Soil-unit #H-05

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 2531 Kg/ha of COTTON  
\*\*\*\*\*

-----  
Levels of limitation factors:

Useful depth:[70cm]. Clay content:[14%](5.5%). Depth to hidromorphic  
features:[70 cm]. Carbonate content:[0.0%]. Salinity:[2 mmhos/cm].  
Sodium saturation:[4.3%].Cation exchange capacity:[9.1 meq/100g].  
-----

=====  
 \* MicroLEIS: CERVATANA Program \*  
 =====

Land-unit:H-05a.Camino Redondela a Vallegiraldo  
 Ayamonte.  
 Soil Type: Xeropsamment Acuico.

EVALUATION: Subclass S 3 1

Land Capability Classes	Subclasses: Limitation Factors
Class S1 = Excelente	t = Slope
Class S2 = Good	l = Soil
Class S3 = Moderate	r = Erosion risks
Class N = Marginal	b = Bioclimatic deficit

-----  
Levels of limitation factors:

Slope:8%. Undulating to sloping areas. [2].  
 Useful depth:100cm. Elevate. [1].  
 Texture:7.5%. Coarse and fine. [2].  
 Stoniness and rockiness:No to light. [1].  
 Drainage: Poor o excessive. [3].  
 Salinity:(2mmhos/cm\*). No to light. [1].  
 Soil erodibility:Moderate. [2].  
 Slope gradient:8%. [1].  
 Vegetation density: Moderate. [2].  
 Rainfall erosivity:150. Moderate.[2].  
 Humidity degree:0.5. Moderate. [2].  
 Frost risks:-2 months. No to light. [1].  
 -----

SOIL-UNIT:H-05a

SUITABILITY CLASSES FOR  
 SELECTED AGRICULTURAL CROPS

Factor	T	M	Me	P	S	A	G	R	Af	Mc	C	O
Useful depth (p)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Texture (t)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
Drainage (d)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Carbonate (c)	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3
Salinity (s)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sodium sat (a)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Profile dev (g)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

-----  
 CROPS: T=Wheat; M=Corn; Me=Melon; P=Patatoe; S=Soje; A=Cotton;  
 G=Sunflow.; R=Sugarb.; Af=Alfalfa; Mc=Peach; C=Citrus; O=Olive.  
 CLASSES:1=Optimum; 2=Elevate; 3=Moderate; 4=Marginal; 5=Nule.  
 -----

Levels of limitation factors:

Limit of useful depth:No permeable horizon. [1].  
 Useful depth: [100cm].  
 Stoniness: -15%. [L].  
 Texture: 7.5%. Moderately coarse. [ml].  
 Drainage: Smewhat excessive. [e].  
 Carbonate content:[0.0%].  
 Salinity:(2mmhos/cm\*).  
 Sodium saturation:Data not available. [-1].  
 Development of soil profile: Incipient. [1].  
 -----

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-1 Program \*  
=====

Soil-unit #H-05a

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 3435 Kg/ha of WHEAT  
\*\*\*\*\*

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-2 Program \*  
=====

Soil-unit #H-05a

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 5739 Kg/ha of CORN  
\*\*\*\*\*

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-3 Program \*  
=====

Soil-unit #H-05a

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 2551 Kg/ha of COTTON  
\*\*\*\*\*

-----  
Levels of limitation factors:

Useful depth:[100cm], Clay content:[14%](7.5%), Depth to hidromorphic features:[100cm], Carbonate content:[0.0%], Salinity:(2mmhos/cm\*), Sodium saturation:(4%\*), Cation exchange capacity:(6meq/100g\*)  
-----

\*\*\*\*\*  
\* MicroLEIS: SIERRA Program \*  
\*\*\*\*\*

THE SELECTED SPECIES ARE:

- 3 .PINE NEGRO (Pinus pinaster)
- 4 .PINE PINONERO (Pinus pinea)

-----  
Levels of limitation factors:

Latitude:[37°],  
Altitud:[50cm],  
Physiographic position: Rollingland. [3],  
Useful depth:100cm. Elevate. [3],  
Texture: 7.5%. Light. [1],  
Drainage:Excessive. [4],  
pH:[6.0],  
Minimum temperature: [12.6°],  
Maximum temperature: [24.6°],  
Precipltation:[530.7 mm].

=====  
 \* MicroLEIS: CERVATANA Program \*  
 =====

Land-unit:H-05b.Camino Ayamonte-Valdecerros.  
 Soil Type: Rhodoxeralf Cálxico.

EVALUATION: Subclass S 2 tlrb

Land Capability Classes	Subclasses: Limitation Factors
Class S1 = Excelente	t = Slope
Class S2 = Good	l = Soil
Class S3 = Moderate	r = Erosion risks
Class N = Marginal	b = Bioclimatic deficit

-----  
Levels of limitation factors:

Slope: 10%. Undulating to sloping areas. [2].  
 Useful depth: 100cm. Elevate. [1].  
 Texture: 31.5%. Medium. [1].  
 Stoniness and rockiness: 15-40%. Light to moderate. [2].  
 Drainage: Moderate. [2].  
 Salinity: (2mmhos/cm\*). No to light. [1].  
 Soil erodibility: Light. [1].  
 Slope gradient. 10%. [1].  
 Vegetation density: Moderate. [2].  
 Rainfall erosivity: 150. Moderate. [2].  
 Humidity degree: 0.5. Moderate. [2].  
 Frost risks: -2 months. No to light. [1].  
 -----

SOIL-UNIT:H-05b

SUITABILITY CLASSES FOR  
 SELECTED AGRICULTURAL CROPS

Factor	T	M	Me	P	S	A	G	R	Af	Mc	C	O
Useful depth (p)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Texture (t)	3	3	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2
Drainage (d)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Carbonate (c)	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1
Salinity (s)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sodium sat (a)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Profile dev (g)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

-----  
 CROPS: T=Wheat; M=Corn; Me=Melon; P=Patatoo; S=Soje; A=Cotton;  
 G=Sunflow.; R=Sugarb.; Af=Alfalfa; Mc=Peach; C=Citrus; O=Olive.  
 CLASSES: 1=Optimum; 2=Elevate; 3=Moderate; 4=Marginal; 5=Nule.  
 -----

Levels of limitation factors:

Limit of useful depth: No permeable horizon. [1].  
 Useful depth: [100cm].  
 Stoniness: 15-25%. Moderate. [M].  
 Texture: 31.5%. Medium. [me].  
 Drainage: Moderately well. [m].  
 Carbonate content: 24.4%.  
 Salinity: (2mmhos/cm\*).  
 Sodium saturation: Data not available. [-1].  
 Development of soil profile: Strong, B argillic. [3].

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-1 Program \*  
=====

Soil-unit #H-05b

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 3295 Kg/ha of WHEAT  
\*\*\*\*\*

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-2 Program \*  
=====

Soil-unit #H-05b

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 6915 Kg/ha of CORN  
\*\*\*\*\*

=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-3 Program \*  
=====

Soil-unit #H-05b

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 2590 Kg/ha of COTTON  
\*\*\*\*\*

-----  
Levels of limitation factors:

Useful depth:[100cm], Clay content:[31.5%], Depth to hidromorphic features:[120cm], Carbonate content:[0.0%], Salinity:(2mmhos/cm\*), Sodium saturation:(4%\*), Cation exchange capacity:(6meq/100g\*).

=====  
\* MicroLEIS: CERVATANA Program \*  
=====

Land-unit:H-05c.Carretera Villablanca-Lepe.  
Soil Type: Haploxeraf Acuico.

EVALUATION: Subclass S 2 lrb

Land Capability Classes	Subclasses: Limitation Factors
Class S1 = Excelente	t = Slope
Class S2 = Good	l = Soil
Class S3 = Moderate	r = Erosion risks
Class N = Marginal	b = Bioclimatic deficit

-----  
Levels of limitation factors:

Slope:2-3%. Level to undulating areas. [1].  
Useful depth: 95cm. Elevate. [1].  
Texture: 22.25%. Medium. [1].  
Stoniness and rockiness: -15%. No to light. [1].  
Drainage: Moderate. [2].  
Salinity: (2mmhos/cm\*). No to light. [1].  
Soil erodibility: Moderate. [2].  
Slope gradient: 2-3%. [1].  
Vegetation density: Moderate. [2].

A.2.17





=====  
\* MicroLEIS: ALBERO-3 Program \*  
=====

Soil-unit #H-05c

\*\*\*\*\*  
PREDICTED YIELD: 1676 Kg/ha of COTTON  
\*\*\*\*\*

-----  
Levels of limitation factors:

Useful depth:[95cm], Clay content:[22.25%], Depth to hidromorphic features:[35cm], Carbonate content>:[0.0%], Salinity:(2mmhos/cm\*), Sodium saturation:(4%\*), Cation exchange capacity:(6meq/100g\*).

=====  
\* MicroLEIS: CERVATANA Program \*  
=====

Land-unit:H-06. Marismas. Ayamonte.

Soil Type: Salorthidic Fluvaquent.

EVALUATION: Subclass N 1

Land Capability Classes

Class S1 = Excelente  
Class S2 = Good  
Class S3 = Moderate  
Class N = Marginal

Subclasses: Limitation Factors

t = Slope  
l = Soil  
r = Erosion risks  
b = Bioclimatic deficit

-----  
Levels of limitation factors

Slope:2% Level to undulating areas.[1].  
Useful depth:70cm. Moderate.[2].  
Texture:46.9%. Coarse and fine.[2].  
Stoniness and rockiness:No to light.[1].  
Drainage:Poor o excessive.[3].  
Salinity:(31mmhos/cm). High. [4].  
Soil erodibility: Moderate.[2].  
Slope gradient:2%.-15%. [1].  
Vegetation density:Light. [3].  
Rainfall erosivity: 150. Moderate.[2].  
Humidity degree.0.5.Moderate.[2].  
Frost risks: -2months. No to light.[1].  
-----

=====  
 \* MicroLEIS: CERVATANA Program \*  
 =====

Land-unit:H-07.Sierra Morena. Sat. Olalla de Calá.

Soil Type:Dystric Eutrochrepts.

EVALUATION: Subclass S 3 1

Land Capability Classes	Subclasses: Limitation Factors
Class S1 = Excelente	t = Slope
Class S2 = Good	l = Soil
Class S3 = Moderate	r = Erosion risks
Class N = Marginal	b = Bioclimatic deficit

-----  
 Levels of limitation factors:

Slope: 2%. Level to undulating areas. [1].  
 Useful depth: 50cm. Moderate. [2].  
 Texture: 35%. Medium. [1].  
 Stoniness and rockiness: -15%. No to light. [1].  
 Drainage: Moderate. [2].  
 Salinity: (2mmhos/cm<sup>2</sup>). No to light. [1].  
 Soil erodibility: Moderate. [2].  
 Slope gradient: 2%. [1].  
 Vegetation density: High. [1].  
 Rainfall erosivity: 150. Moderate. [2].  
 Humidity degree: 1.0. Moderate. [2].  
 Frost risks: -2Months. No to light. [1].  
 -----

SOIL-UNIT:H-07

SUITABILITY CLASSES FOR  
 SELECTED AGRICULTURAL CROPS

Factor	T	M	Me	P	S	A	G	R	Af	Mc	C	O
Useful depth (p)	2	2	3	2	3	3	3	3	3	4	4	4
Texture (t)	3	3	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2
Drainage (d)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Carbonate (c)	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3
Salinity (s)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sodium sat (a)	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
Profile dev (g)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1

CROPS: T=Wheat; M=Corn; Me=Melon; P=Patatoe; S=Soje; A=Cotton;  
 G=Sunflow.; R=Sugarb.; Af=Alfalfa; Mc=Peach; C=Citrus; O=Olive.  
 CLASSES:1=Optimum; 2=Elevate; 3=Moderate; 4=Marginal; 5=Nule.  
 -----

Levels of limitation factors:

Limit of useful depth: No permeble horizr. [1].  
 Useful depth: [50cm].  
 Stoniness: 15-25%. [M].  
 Texture: 35%. Medium. [me].  
 Drainage: Moderately well. [m].  
 Carbonate content: [0.0%].  
 Salinity: (2mmhos/cm<sup>2</sup>).  
 Sodium saturation: [1.7%].  
 Development of soil profile: Moderate, B Cambic. [2].  
 -----

\*\*\*\*\*  
 \* MicroLEIS: SIERRA Program \*  
 \*\*\*\*\*

THE SELECTED SPECIES ARE:

- 3 .PINE NEGRO (Pinus pinaster)
- 4 .PINE PINONERO (Pinus pinea)
- 9 .REBOLLO (Quercus pirenayca)
- 10 .QUEJIGO (Quercus faginea)
- 11 .OAK TREE ANDALUZ (Quercus canariensis)
- 12 .CORK TREE (Quercus suber)
- 13 .HOLM OAK (Quercus illex)
- 19 .WHITE EUCALYPTUS (Eucalyptus globulus)

-----Levels  
of limitation factors.

Latitude: [37°].  
 Altitude: [607 m].  
 Physiographic position: Hillside. [5].  
 Useful depth: 50cm. Moderate. [2].  
 Texture: 35%. Medium [2].  
 Drainage: Moderate. [2].  
 pH: [6.9].  
 Minimum temperature: [7.3°].  
 Maximum temperature: [22.8°].  
 Precipitation: [ 797mm ].

=====  
 \* MicroLEIS: CERVATANA Program \*  
 =====

Land-unit:H-07a.Km.7 Carretera Sta.Olallá a Calá  
 en Horno o Tejar a la izquierda de la carretera.  
 Soil Type: Typic Xerochrept.

EVALUATION: Subclass S 2 lrb

Land Capability Classes	Subclasses: Limitation Factors
Class S1 = Excelente	t = Slope
Class S2 = Good	l = Soil
Class S3 = Moderate	r = Erosion risks
Class N = Marginal	b = Bioclimatic deficit

-----  
Levels of limitation factors:

Slope: 2%. Level to undulating areas. [1].  
 Useful depth: 50cm. Moderate. [2].  
 Texture: 15.1%. Medium. [1].  
 Stoniness and rockiness: Light to moderate. [2].  
 Drainage: Well. [1].  
 Salinity: ( 2mmhos/cm\*). No to light. [ 2].  
 Soil erodibility: Light. [ 2].  
 Slope gradient: 2%. [1].  
 Vegetation density: (Moderate\*). [2].  
 Rainfall erosivity:150. Moderate. [2].  
 Humidity degree: 1.0. Moderate. [2].  
 Frost risks: No to light. [1].

SOIL-UNIT:H-07a

SUITABILITY CLASSES FOR  
SELECTED AGRICULTURAL CROPS

Factor	T	M	Me	P	S	A	G	R	Af	Mc	C	O
Useful depth (p)	2	2	3	2	3	3	3	3	3	4	4	4
Texture (t)	3	3	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2
Drainage (d)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Carbonate (c)	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3
Salinity (s)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sodium sat (a)	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
Profile dev (g)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1

CROPS: T=Wheat; M=Corn; Me=Melon; P=Patatoe; S=Soje; A=Cotton;  
G=Sunflow.; R=Sugarb.; Af=Alfaifa; Mc=Peach; C=Citrus; O=Olive.  
CLASSES:1=Optimum; 2=Elevate; 3=Mderate; 4=Marginal; 5=Nule.

Levels of limitation factors:

Limit of useful depth: No permeable horizon. [1].  
Useful depth: [50cm].  
Stoniness and rockiness: Moderate. [M].  
Texture: 15.1%. Medium. [me].  
Drainage: Well. [b].  
Carbonate content: [0.0%].  
Salinity: (2mmhos/cm\*).  
Sodium saturation: [2.6%].  
Development of soil profile: Moderate, B Cambic. [2].

\*\*\*\*\*  
\* MicroLEIS: SIERRA Program \*  
\*\*\*\*\*

THE SELECTED SPECIES ARE:

- 3 .PINE NEGRO (Pinus pinaster)
- 4 .PINE PINONERO (Pinus pinea)
- 9 .REBOLLO (Quercus pirenayca)
- 10 .QUEJIGO (Quercus faginea)
- 11 .OAK TREE ANDALUZ (Quercus canariensis)
- 12 .CORK TREE (Quercus suber)
- 13 .HOLM OAK (Quercus illex)
- 14 .CHESTNUT TREE (Castanea sativa)
- 19 .WHITE EUCALYPTUS (Eucalyptus globulus)

of limitation factors:

Latitude: [37°].  
Altitude: [540m].  
Physiographic position:Hillside. [5].  
Useful depth: 50cm. Moderate. [2].  
Texture: 15.1%. Medium. [2].  
Drainage: Well. [3].  
pH: [6.5].  
Minimum temperature: [7.3°].  
Maximum temperature: [22.8°].  
Precipitation: [797mm].

-----Levels

=====  
 \* MicroLEIS: CERVATANA Program \*  
 =====

Land-unit:H-07b. Km. 4 de la carretera de Sta.  
 Olalla del Calá a Real de la Jara.  
 Soil Type: Ultic Palexeralf.

EVALUATION: Subclass S 3 1

Land Capability Classes	Subclasses: Limitation Factors
Class S1 = Excelente	t = Slope
Class S2 = Good	l = Soil
Class S3 = Moderate	r = Erosion risks
Class N = Marginal	b = Bioclimatic deficit

-----  
 Levels of limitation factors:

Slope: 8-10%. Undulating to sloping areas. [2].  
 Useful depth: 50cm. Moderate. [2].  
 Texture: 29.1%. Medium. [1].  
 Stoniness and rockiness: +40%. Elevate. [3].  
 Drainage: Well. [1].  
 Salinity: (2mmhos/cm.\*). No to light. [1].  
 Soil erodibility: Light. [1].  
 Slope gradient: 8-10%. [1].  
 Vegetation density: (Moderate\*). [2].  
 Rainfall erosivity: 150. Moderate. [2].  
 Humidity degree: 1.0. Moderate. [2].  
 Frost risks: -2 Months. No to light. [1].  
 -----

SOIL-UNIT:H-07b

SUITABILITY CLASSES FOR  
 SELECTED AGRICULTURAL CROPS

Factor	T	M	Me	P	S	A	G	R	Af	Mc	C	O
Useful depth (p)	2	2	3	2	3	3	3	3	3	4	4	4
Texture (t)	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3
Drainage (d)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Carbonate (c)	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3
Salinity (s)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sodium sat (a)	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
Profile dev (g)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

CROPS: T=Wheat; M=Corn; Me=Melon; P=Patatoe; S=Soje; A=Cotton;  
 G=Sunflow.; R=Sugarb.; Af=Alfalfa; Mc=Peach; C=Citrus; O=Olive.  
 CLASSES: 1=Optimum; 2=Elevate; 3=Moderate; 4=Marginal; 5=Nule.  
 -----

Levels of limitation factors:

Limit of useful depth: No permeable horizon. [1].  
 Useful depth: [50cm].  
 Stoniness: +25%. [P].  
 Texture: 29.1%. Medium. [me].  
 Drainage: Well. [b].  
 Carbonate content: [0.0%].  
 Salinity: (2mmhos/cm.\*).  
 Sodium saturation:[2.4%].  
 Development of soil profile: Strong. B argillic. [3].  
 -----

\*\*\*\*\*  
\* MicroLEIS: SIERRA Program \*  
\*\*\*\*\*

THE SELECTED SPECIES ARE:

- 3 .PINE NEGRO (Pinus pinaster)
- 4 .PINE PINONERO (Pinus pinea)
- 9 .REBOLLO (Quercus pirenayca)
- 10 .QUEJIGO (Quercus faginea)
- 11 .OAK TREE ANDALUZ (Quercus canariensis)
- 12 .CORK TREE (Quercus suber)
- 14 .CHESTNUT TREE (Castanea sativa)
- 19 .WHITE EUCALYPTUS (Eucalyptus globulus)
- 21 .CAROB TREE (Ceratonia siliqua)

-----  
Levels of limitation factors:

Latitude: [37°].  
Altitude: [460m].  
Physiographic position: Hillside. [5].  
Useful depth: [50cm].  
Texture: 29.1%. Medium. [2].  
Drainage: Well. [3].  
pH: [6.4].  
Minimum temperature: [7°].  
Maximum temperature: [22.8°].  
Precipitation: [797mm].  
-----

\* MicroLEIS: CERVATANA Program \*  
=====

Land-unit: H-07c. Km. 1.8 de la carretera de Sta.  
Olalla de Calá a Real de la Jara.  
Soil Typic: Dystric Xerochrept.

EVALUATION: Subclass S 3 1

Land Capability Classes	Subclasses: Limitation Factors
Class S1 = Excelente	t = Slope
Class S2 = Good	l = Soil
Class S3 = Moderate	r = Erosion risks
Class N = Marginal	b = Bioclimatic deficit

-----  
Levels of limitation factors:

Slope: 1-3%. Level to undulating areas. [1].  
Useful depth: 50cm. Moderate. [2].  
Texture: 17.25%. Medium. [1].  
Stoniness and rockiness: +40%. Elevate. [3].  
Drainage: Well. [1].  
Salinity: (2mmhos/cm\*). No to light. [1].  
Soil erodibility: Light. [1].  
Slope gradient: 1-3%. [1].  
Vegetation density: (Moderate\*). [2].  
Rainfall erosivity: 150. Moderate. [2].  
Humidity degree: 1.0. Moderate. [2].  
Frost risks: -2 Months. No to light. [1].  
-----

SOIL-UNIT:H-07c

SUITABILITY CLASSES FOR  
SELECTED AGRICULTURAL CROPS

Factor	T	M	Me	P	S	A	G	R	Af	Mc	C	O
Useful depth (p)	2	2	3	2	3	3	3	3	3	4	4	4
Texture (t)	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3
Drainage (d)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Carbonate (c)	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3
Salinity (s)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sodium sat (a)	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
Profile dev (g)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1

CROPS: T=Wheat; M=Corn; Me=Melon; P=Patatoe; S=Soje; A=Cotton;  
G=Sunflow.; R=Sugarb.; Af=Alfalfa; Mc=Peach; C=Citrus; O=Olive.  
CLASSES:1=Optimum; 2=Elevate; 3=Moderate; 4=Marginal; 5=Nule.

Levels of limitation factors:

Limit of useful depth: No permeable horizon. [1].  
Useful depth: [50cm].  
Stoniness: +25%. [P].  
Texture: 17.25%. Medium. [me].  
Drainage: Well. [b].  
Carbonate content: [0.0%].  
Salinity: ( 2 mmhos / cm\* ).  
Sodium saturation: [2.2%].  
Development of soil profile: Moderate, B cambic.

\*\*\*\*\*  
\* MicroLEIS: SIERRA Program \*  
\*\*\*\*\*

THE SELECTED SPECIES ARE:

- 4 .PINE PINONERO (Pinus pinea)
- 9 .REBOLLO (Quercus pirenayca)
- 10 .QUEJIGO (Quercus faginea)
- 11 .OAK TREE ANDALUZ (Quercus canariensis)
- 12 .CORK TREE (Quercus suber)
- 14 .CHESTNUT TREE (Castanea sativa)
- 19 .WHITE EUCALYPTUS (Eucaliptus globulus)

Levels of limitation factors:

Latitude. [37°].  
Altitude: [480m].  
Physiographic position: Hillside.[5].  
Useful depth: 50 cm. Moderate. [2].  
Texture: 17.25%. Medium. [2].  
Drinage: Well. [3].  
pH:[5.5].  
Minimum temperature: [7.3°].  
Maximum temperature: [22.8°].  
Precipitation: [797mm].

=====  
 \* MicroLEIS: CERVATANA Program \*  
 =====

Land-unit:H-08.Sierra de Aracena. Km. 88.5 Carretera  
 Sevilla Portugal. Termino de Aroche.

Soil Type: Typic Haploxeralf.

EVALUATION: Subclass S 3 t

Land Capability Classes	Subclasses: Limitation Factors
-----	-----
Class S1 = Excelente	t = Slope
Class S2 = Good	l = Soil
Class S3 = Moderate	r = Erosion risks
Class N = Marginal	b = Bioclimatic deficit
-----	-----

Levels of limitation factors:

Slope:25%. Sloping to hilly areas. [3].  
 Useful depth: 55cm. Moderate.[2].  
 Texture class: 29.25%. Medium.[1].  
 Stoniness and rockiness: 15-40%. Light to moderate. [2].  
 Drainage: Well. [1].  
 Salinity: (2mmhos/cm\*). No to light. [1].  
 Soil erodibility: Light. [1].  
 Slope gradient. 25% [2].  
 Vegetation density: (Moderate\*). [2].  
 Rainfall erosivity: 150. Moderate. [2].  
 Humidity degree: 1.0. Moderate. [2].  
 Frost risks: 3-6 meses. Light to moderate. [2].

SOIL-UNIT: H-08

SUITABILITY CLASSES FOR  
 SELECTED AGRICULTURAL CROPS

Factor	T	M	Me	P	S	A	G	R	Af	Mc	C	O
Useful depth (p)	2	2	3	2	3	3	3	3	3	4	4	4
Texture (t)	3	3	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2
Drainage (d)	1	1	1	1	4	4	4	4	4	3	3	3
Carbonate (c)	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3
Salinity (s)	1	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2
Sodium sat (a)	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
Profile dev (g)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

CROPS: T=Wheat; M=Corn; Me=Melon; P=Patatoe; S=Soje; A=Cotton;  
 G=Sunflow.; R=Sugarb.; Af=Alfalfa; Mc=Peach; C=Citrus; O=Olive.

CLASSES:1=Optimum; 2=Elevate; 3=Moderate; 4=Marginal; 5=Nule.

Levels of limitation factors:

Limit of useful depth: No permeble horizon. [1].  
 Useful depth: [55 cm].  
 Stoniness: 15-25% [M].  
 Texture: 29.25%. Medium. [me].  
 Drainage: Well. [b].  
 Carbonate content: [0.0 %].  
 Salinity: (2mmhos/cm\*).  
 Sodium saturation: [1.7%].  
 Development soil profile: Strong, B argilic.



\*\*\*\*\*  
\* MicroLEIS: SIERRA Program \*  
\*\*\*\*\*

THE SELECTED SPECIES ARE:

- 3 .PINE NEGRO (Pinus pinaster)
- 9 .REBOLLO (Quercus pirenayca)
- 10 .QUEJIGO (Quercus faginea)
- 12 .CORK TREE (Quercus suber)
- 13 .HOLM OAK (Quercus illex)
- 14 .CHESTNUT TREE (Castanea sativa)
- 15 .BIRCH (Betula pendula)
- 19 .WHITE EUCALYPTUS (Eucaliptus globulus)

-----  
Levels of limitation factors:

Latitude: [37°].  
Altitude: [460m].  
Physiographic position: Hillside. [5].  
Useful depth: 55cm. Moderate. [2].  
Texture: 29.25%. Medium. [2].  
Drainage: Well. [3].  
pH: [6.8].  
Minimum temperature: [11°].  
Maximum temperature: [28°].  
Precipitation: [1200mm].  
-----

=====  
\* MicroLEIS: CERVATANA Program \*  
=====

Land-unit: H-08a. Sierra de Aracena. Cortijo Corte del Romero. Termino de Aroche.

Soil type: Dystric Eutrochrepts.

EVALUATION: Subclass S 3 1

Land Capability Classes

Class S1 = Excelente  
Class S2 = Good  
Class S3 = Moderate  
Class N = Marginal

Subclasses: Limitation Factors

t = Slope  
l = Soil  
r = Erosion risks  
b = Bioclimatic deficit

-----  
Levels of limitation factors:

Slope: 4%. Level undulating areas. [1].  
Useful depth: 110 cm. Elevate. [1].  
Texture class: 25.1%. Medium. [1].  
Stoniness and rockiness: + 40%. Elevate. [3].  
Drainage: Well. [1].  
Salinity: (2mmhos/cm\*). No to light. [2].  
Soil erodibility: Light. [1].  
Slope gradient: 4%. [1].  
Vegetation density: (Moderate\*). [2].  
Rainfall erosivity: 150. Moderate. [2].  
Humidity degree: 1.0. Moderate. [2].  
Frost risks: 3-6 meses. Ligt to moderate. [2].  
-----

SOIL-UNIT:H-08a

SUITABILITY CLASSES FOR  
SELECTED AGRICULTURAL CROPS

Factor	T	M	Me	P	S	A	G	R	Af	Mc	C	O
Useful depth (p)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Texture (t)	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3
Drainage (d)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Carbonate (c)	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3
Salinity (s)	1	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2
Sodium sat (a)	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
Profile dev (g)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1

CROPS: T=Wheat; M=Corn; Me=Melon; P=Patatoes; S=Soje; A=Cotton;  
G=Sunflow.; R=Sugarb.; Af=Alfalfa; Mc=Peach; C=Citrus; O=Olive.  
CLASSES:1=Optimum; 2=Elevate; 3=Moderate; 4=Marginal; 5=Nule.

Levels of limitation factors:

Limit of useful depth: No permeable hotizon. [1].  
Useful depth:[110cm].  
Stoniness: + 25%. [P].  
Texture: 25.1%. Medium. [me].  
Drainage: Well. [b].  
Carbonate content: [0.0%].  
Salinity: [1mmhos/cm].  
Sodium saturation: [1.9%].  
Development of soil profile: Moderate, B cambic. [2].

\*\*\*\*\*  
\* MicroLEIS: SIERRA Program \*  
\*\*\*\*\*

THE SELECTED SPECIES ARE:

- 1 .PINE SILVESTRE (Pinus silvestris)
- 3 .PINE NEGRO (Pinus pinaster)
- 9 .REBOLLO (Quercus pirenayca)
- 10.QUEJIGO (Quercus faginea)
- 12.CORK TREE (Quercus suber)
- 14.CHESTNUT TREE (Castanea sativa)
- 15.BIRCH (Betula pendula)
- 19.WHITE EUCALYPTUS (Eucaliptus globulus)

Levels of limitation factors:

Latitude: [37°].  
Altitude: [600m].  
Physiografic position: Hillside. [5].  
Useful depth: 110cm. Elevate. [3].  
Texture: 25.1%. Medium. [2].  
Drainage: Well. [3].  
pH:[6].  
Minimum temperature: [11°].  
Maximum temperature: [28°].  
Precipitation: [1200 mm].

(\*) *Estimated data, according to field observations.*