

FRANCISCO PEREA TORRES
PEDRO GONZÁLEZ FERNÁNDEZ

ORIGEN, CLASIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS DE LA CAMPIÑA DE CARMONA

Resumen. La Campiña de Carmona constituye un elemento fisiográfico que supone una pieza fundamental en la explotación de sus recursos agrícolas. En ese sentido, sus suelos están considerados de una gran riqueza agronómica, derivados de margas del Mioceno, sus características físico-químicas permiten el desarrollo de cultivos herbáceos extensivos en secano.

Están clasificados, según el sistema americano, en el orden de los Vertisoles, por su marcado carácter arcilloso y la formación de grietas durante la estación seca, que no permiten el desarrollo de horizontes bien diferenciados en su perfil.

Palabras clave. Arcillas / Vertisoles.

Abstract. The Carmona countryside constitutes a physiographic element that plays a basic part in the exploitation of its agricultural resources. In this sense, its soils are considered to be of a great agronomic wealth; they are derived from Myocene loams and their physico-chemical characteristics permit the growth of extensive herbaceous crops in dryland.

These clayey soils are classified, following the American system, in the Vertisols order, due to the presence of slickensides and the formation of deep, wide cracks during the dry season, which do not permit the formation of greatly differentiated horizons in their profile.

Keywords. Clays / Vertisols.

INTRODUCCIÓN.

Carmona ha constituido desde la antigüedad uno de los enclaves preferenciales de las primeras poblaciones que ocuparon la zona

del bajo Guadalquivir, la razón es obvia si se tiene en cuenta su especial situación geográfica y estratégica, que le ha permitido controlar las principales vías de comunicación del Valle del Guadalquivir. Ubicada en el centro de la provincia de Sevilla, ocupa una superficie de 924 Km² en la que se pueden diferenciar tres elementos fisiográficos que determinan las fuentes de recursos naturales de la zona: los alcores, las terrazas y la campiña o vega.

Los alcores constituyen una franja alargada en dirección NE-SO con una longitud aproximada de unos 30 Km., entre la margen izquierda del río Corbones y el río Guadaira que lo atraviesan en su sector meridional, siendo la anchura desigual, con menos de 1 Km. al N de Carmona, por unos 10 Km. en las inmediaciones de Alcalá de Guadaira (Baena E., R. 1993).

Esta formación constituye un afloramiento neógeno, finales del Plioceno, durante la Era Terciaria, formada por calcarenitas masivas amarillentas con gran cantidad de restos fósiles que corresponden a depósitos marinos en una cuenca somera durante el Mioceno, hace 25 millones de años.

Geológicamente los alcores conforman un relieve estructural monoclinal, es decir, formados por bloques que basculan hacia el mismo sentido, que se caracterizan por su marcado escarpe, su sismicidad y la presencia de un acuífero de gran interés (Rodríguez V., J *et al.* 1987). Este afloramiento divide el tramo central de la depresión inferior del Guadalquivir, separando las restantes unidades geográficas diferenciadas en la zona estudiada: una al NO, constituida por el aluvial del Guadalquivir (terrazas), formadas básicamente por limos y cantos rodados y la otra al SE, representada por la zona deprimida de la vega de Carmona, formada por margas arcillosas.

Es evidente que Carmona es una ciudad que posee como pieza fundamental de su tejido productivo, la explotación de sus recursos agrícolas, donde destaca, sin lugar a dudas, la riqueza de los suelos que componen su Campiña. Posee uno de los términos más extensos de la provincia de Sevilla, donde el aprovechamiento fundamental del suelo se destina a cultivos herbáceos extensivos, sobre todo cereal y girasol, que suponen un porcentaje aproximado del 73 %, y a cultivos leñosos con el 12,6 %. Figura 1.

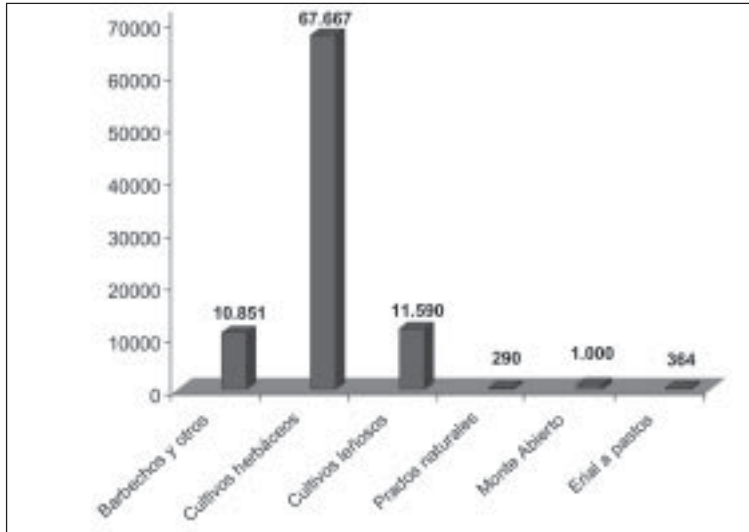


Figura 1. Distribución del suelo por aprovechamientos de cultivos.

Es interesante destacar que los suelos de la Campiña ocupan aproximadamente un 50% de la superficie agrícola útil de la zona, esto supone un total de 46.000 has., lo que justifica la importancia de su estudio.

El objetivo del presente trabajo es profundizar en el conocimiento de nuestro suelo, su origen, clasificación y características físico-químicas, que en definitiva determinan el enorme potencial productivo de la zona.

ORIGEN DE LOS SUELOS DE LA CAMPIÑA.

Para comprender el origen de estos suelos, es importante conocer las unidades morfológicas y geológicas que constituyen la extensa Región de Andalucía.

Se pueden diferenciar tres grandes unidades morfológicas. La más Septentrional es Sierra Morena, que se encuentra localizada al norte del Valle del Guadalquivir, con una altitud media de 600 m. La segunda unidad está definida por la Depresión Bética o Depresión del Guadalquivir, que corresponde a la gran llanura que rodea al valle del río Guadalquivir, se ensancha ampliamente hacia el oeste (Marismas) y se estrecha hacia el este hasta terminar en las lomas de Úbeda en las faldas de la Sierra de Cazorla, su altitud oscila entre los 200 m. en su parte occidental, y 400 m. en

el extremo oriental. La tercera unidad morfológica está representada por las Cordilleras Béticas, éstas constituyen un relieve montañoso accidentado en el que se elevan las cotas mayores de la Península Ibérica con numerosas sierras localizadas en las provincias más orientales de la Región (Vera, J. A. 1988).

En el territorio de Andalucía se pueden diferenciar tres unidades geológicas que en gran medida coinciden con las unidades morfológicas antes citadas.

Coincidiendo con la unidad morfológica de Sierra Morena, al norte del valle del Guadalquivir, aflora el macizo Hercínico de la meseta o macizo Hespérico, siendo la zona más meridional del macizo la que aflora en Andalucía, constituida en gran parte por materiales Precámbricos y del Paleozoico inferior.

El macizo Paleozoico ocupa la parte occidental de la Península Ibérica, con una orientación NO a SE que deriva del plegamiento Hercínico ocurrido durante el Paleozoico (Carbonífero medio), hace unos 300 millones de años, quedando emergidos desde entonces y sometidos a erosión (Julivert *et al.* 1974).

Posee un relieve relativamente desgastado debido a los materiales que lo constituyen que son, fundamentalmente, rocas graníticas y volcánicas antiguas, también rocas afectadas por procesos metamórficos, sobre todo pizarras y en menor medida calizas. Se trata de materiales muy pobres y de gran impermeabilidad, poco aptos para la formación de suelos, lo que hace de esta unidad el principal colector de aguas superficiales de la región, pese a no alcanzarse grandes alturas medias ni las mayores precipitaciones.

La segunda gran unidad geológica está constituida por las Cordilleras Béticas, representan el extremo más occidental del conjunto de las cadenas alpinas europeas y ocupan más de la mitad de la superficie de Andalucía, se extienden desde el golfo de Cádiz hasta las costas meridionales de la Comunidad Valenciana y Baleares.

La cordillera Bética, junto con la Cordillera del Rif del norte de África, forman el segmento más occidental del orógeno inicial

alpino ocurrido durante la Era Terciaria, entre el Eoceno y el Oligoceno. Este plegamiento alpino comprime los sedimentos del fondo del geosinclinal del Tetis, entre las moles resistentes del Continente de Gondwana, al Sur, y el cratón euroasiático al Norte que recibe el formidable empuje orogénico. De esta forma, se levantan las cordilleras circunmediterráneas. Estas dos cordilleras se encuentran actualmente separadas por la cuenca neógena de Alborán (Meléndez-Fuster 1984).

El relieve de esta unidad montañosa es más abrupto y accidentado que el de Sierra Morena, alcanzando mayores altitudes medias, ya que los procesos erosivos aún no han podido suavizar las formas. Sin embargo, en el sector norte (Béticas externas) la menor intensidad con que le afectó el plegamiento alpino y la mayor plasticidad y erosionabilidad de los materiales (calizas, margas y arcillas) dan como resultado un relieve más suave y fragmentado. Por el contrario, las sierras del sector sur (Béticas internas) actúan como una auténtica muralla que aísla la franja litoral mediterránea del resto de la región.

Las fuertes pendientes del relieve hacen muy difícil la formación de suelos profundos, y en oposición a Sierra Morena, las Sierras Béticas están compuestas predominantemente de materiales permeables que facilitan la filtración en profundidad de las aguas y convierten a esta unidad en el principal almacén de aguas subterráneas de la región.

Los suelos que se van a estudiar están integrados en la tercera unidad que compone la estructura geológica de Andalucía, es decir, la depresión del Guadalquivir, representada por aquellas áreas que quedaron deprimidas después de la ya citada orogenia alpina.

La depresión de Guadalquivir, localizada entre el macizo Hercínico de la Meseta y el borde septentrional de las Cordilleras Béticas, constituye una cuenca formada como consecuencia del empuje del continente africano (postpaís), al continente europeo (antepaís), comprimiendo los sedimentos acumulados en el geosinclinal mediterráneo durante la Era Mesozoica. Esta depresión, al estar rodeada por zonas de diferente estabilidad tectónica, ya que el macizo Hercínico es inactivo mientras que la Bética es activa, y al tener materiales de naturaleza muy diversa,

posee un marcado carácter asimétrico que queda patente en la forma de las unidades litoestratigráficas, con sedimentos de mayor potencia en la parte más próxima a la cadena geosinclinal, en este caso la Bética. Simultáneamente al depósito, la región sufre deformaciones que producen, de una parte, ritmicidad en el depósito y, de otra, de manera ocasional, inician desplomes de materiales que quedan intercalados en los sedimentos formando olistostromas.

Durante el Mioceno la depresión del Guadalquivir está ocupada por una cuenca de sedimentación marina, origen de los suelos fértiles de esta unidad, que poco a poco se iba rellenando hasta que hace unos 8 millones de años, por efectos de la regresión marina, se interrumpe la comunicación entre el Atlántico y el Mediterráneo. El istmo que unía las Béticas a la Península se hace mayor y el mar se retira hacia el Este y el Oeste.

A principios del Cuaternario, el Guadalquivir desemboca a la altura de la ciudad de Sevilla. La estabilidad en la región hace unos 6 millones de años ha hecho que el principal agente modelador sean los ríos, cuyos depósitos en las zonas más deprimidas han ido rellenando la depresión y haciendo avanzar la línea de costa, colmatando las marismas, hasta constituir el litoral actual.

La depresión del Guadalquivir aparece como la unidad de relieve que concentra los suelos fértiles y profundos, de excelente o buena aptitud agrícola; frente al mismo, las Sierras Béticas y Sierra Morena presentan suelos de horizontes menos profundos y de mayor pobreza, con una clara vocación ganadera y forestal en la mayoría de los casos.

En resumen se puede decir que el origen de los suelos que constituyen la depresión del Guadalquivir es sedimentario, formados en una cuenca marina somera, con depósitos de margas durante el Mioceno inferior, dicha cuenca estaría cada vez más cerrada por el empuje subbético. Durante el Mioceno medio aparecen las formaciones molásicas, resultado de la erosión de los relieves que se están formando, depositando capas mediante corrientes de turbidez (turbiditas), en las áreas que iban quedando de la antigua cuenca, muy estrechas y profundas, para pasar a un depósito de calizas lacustres, lo que indica un ambiente cada vez más continental.

Concretamente, en Carmona, los sedimentos pertenecen al Mioceno superior -Plioceno, donde se distinguen, de muro a techo, tres formaciones: margas azules y grises, margas azules y grises con calcarenitas, y areniscas y limos amarillos.

Como se observa en la secuencia de los depósitos, corresponde a una típica regresión marina donde en la base aparecen los sedimentos de grano más fino, arcilloso-limoso; en la parte media se encuentran arenas y en el techo conglomerados.

Las margas son rocas sedimentarias formadas por rocas arcillosas asociadas a otros materiales, principalmente carbonato cálcico. Cuando las partículas son de un tamaño mayor que las arcillas, hablamos de limos.

Las calcarenitas son igualmente rocas de origen sedimentario o detríticas, por estar formadas por acumulación de rocas y minerales preexistentes que no se han alterado químicamente o que sólo han sufrido alteración parcial, en este caso el material preexistente se trata de areniscas calizas.

La potencia de las margas azules y grises es prácticamente imposible de evaluar, pero por datos de sondeos se deduce que debe ser superior a 300 m. La edad de la formación puede expresarse como Tortoniense superior-Mioceno medio. La fracción de arcilla suele oscilar entre el 40 y el 60%, con una media del 44% de illita, 40% de esmectitas (montmorillonita) y el resto caolinita y clorita. El contenido en carbonatos oscila alrededor del 22% .

Las margas azules y grises con calcarenita forman la transición a las areniscas y limos superiores. Su potencia no sobrepasa los 15-20 m. Los abundantes deslizamientos de ladera ocasionados por las calcarenitas sobre las margas azules cuando están húmedas, como consecuencia de la plasticidad de éstas, cubren con frecuencia esta formación.

Las calcarenitas, areniscas y limos amarillos forman la capa superior de los alcores. La potencia de esta formación es variable, y en las inmediaciones de Carmona debe sobrepasar los 30 m. de espesor. Pertenecen al Messiniense terminal. La composición

mineralógica es mayoritaria en calcita (30-85%) y cuarzo (media 20%). Es un sedimento muy grosero formado por arena gruesa con más del 80% de lamelibranchios de concha fina.

CLASIFICACIÓN.

Los suelos de la campiña de Carmona, según el sistema de la *soil taxonomy* de la clasificación americana, se incluyen dentro del orden de los vertisoles, dicha clasificación se trata de un sistema jerárquico, organizado en categorías taxonómicas de distinto rango, siendo la categoría de rango superior el orden (SCS 1999).

Estos suelos ocupan 260×10^6 has. distribuidas por todos los continentes, excepto la Antártida (Dudal 1963), y el denominador común en el ambiente es una desecación estacional del perfil del suelo, por esto entre los patrones de precipitación destaca la necesidad de una estación más o menos seca, que suele ser muy variable dependiendo del lugar donde se desarrollan.

Otra de las características comunes es la de tener una ligera reacción básica (alcalina) derivada de los materiales originales que incluyen rocas calcáreas.

Por último decir que una gran parte de estos suelos posee una forma edafogénica peculiar, constituida por una microtopografía compleja de montículos y depresiones que en la literatura se puede encontrar con el nombre de *gilgai*, originado por el movimiento en masa del suelo por cambio en su estado de humedad.

Aunque intervienen varios procesos en la formación de los vertisoles, quizás el proceso predominante sea la haploidización de las arcillas mediante la cual los horizontes se mezclan o trastornan. Para tomar en consideración el desarrollo de los perfiles de los vertisoles es preciso considerar antes, el contenido elevado de arcillas y el predominio de arcillas expansibles tipo 2:1. Figura 2.

En las arcillas expansibles cada unidad cristalina está compuesta de dos láminas de sílice y una de alúmina, unidas fuertemente por átomos de oxígeno. Las unidades cristalinas, a su vez, están unidas, igualmente, de forma muy débil por átomos de oxígeno, que permiten una expansión fácil de la red y aseguran la

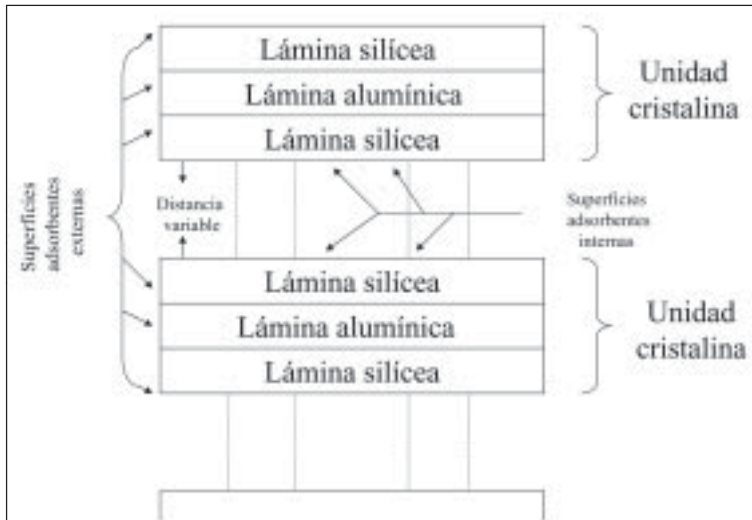


Figura 2. Representación esquemática de la estructura laminar de los cristales de arcillas del tipo 2:1 (Buckman et al. 1970). La línea de puntos representa los enlaces débiles de oxígeno.

adsorción de agua. Esta estructura peculiar de las arcillas expansibles es la que determina que los suelos vérticos, cuando están en estado húmedo, aumenten considerablemente de volumen, sin embargo, cuando se desecan forman las características grietas que los definen. Las grietas se extienden a profundidades de más de un metro de tal forma que, mientras permanecen abiertas, el material de la superficie del suelo cae en ellas debido a la actividad de los animales, el viento o el agua, a comienzos de la temporada de lluvias. Como ya se ha dicho, las arcillas al humedecerse sufren una expansión que permite que las grietas se cierren, de tal forma que el material extra que ha caído en su interior requiere un volumen mayor, se produce una compresión de los materiales desarrollando una estructura de bloque angular. El microrrelieve característico que se forma se debe a este efecto de incremento de volumen.

Para continuar con la clasificación de los suelos de la campiña, decir que el sistema americano los incluye dentro del suborden Xererts, categoría que viene descrita por todos aquellos vertisoles de clima mediterráneo, donde la característica fundamental es tener inviernos fríos y lluviosos y veranos secos y temperaturas altas.

Poseen grietas que se abren y cierran una vez al año, esto provoca daños importantes en las edificaciones y carreteras.

Dentro del suborden xererts, la *soil taxonomy* reconoce a estos suelos dentro del gran grupo de los haploxererts, que lo define

como aquellos vertisoles xerets que no poseen un horizonte cálcico, es decir, una capa de acumulación de carbonatos en horizontes subsuperficiales que aumenta su profundidad en relación a la intensidad de precipitaciones, ni tampoco un horizonte petrocálcico ni duripan.

Son los más comunes dentro de este orden, siendo los materiales precursores de origen muy diverso.

La vocación agrológica de estos suelos suele ser para pastos y cultivos herbáceos, sobre todo cereales, aunque en algunas áreas se pueden utilizar para cítricos.

Por último a nivel del subgrupo, dependiendo de las características de color del suelo, los vertisoles estudiados se deben clasificar dentro de *Chromic haploxererts* o *Tipic Haploxererts*.

CARACTERIZACIÓN Y MANEJO.

Las características que definen los suelos de la campiña de Carmona son fundamentalmente el alto porcentaje en arcillas de tipo expansible, que a su vez proporcionan gran capacidad de retención de agua, que permite el desarrollo de cultivos de verano como la remolacha y el girasol, y por otro lado la formación de grietas durante la estación seca del año, que imprime a estos suelos su fuerte carácter vértico, que lo rejuvenece constantemente, manteniendo su perfil muy uniforme y sin diferencias en horizontes.

Según se desprende de esta primera aproximación a la caracterización de estos suelos, el clima juega un papel importante, como factor externo de su génesis, ya que es necesario un periodo seco durante el año para que el carácter vértico se mantenga.

Los vertisuelos están en equilibrio con su ambiente y las arcillas reticulares dilatables 2:1 son estables y persistirán, a menos que se produzca algún cambio climático. Así, los vertisoles se pueden considerar como de diagnóstico de ambientes en los que los materiales originales son básicos y provocan la formación de silicatos reticulares dilatables 2:1, bajo la influencia de climas húmedos-secos (S.W.Buol *et al.* 1986).

A continuación se hace una descripción morfológica del perfil del suelo a partir de varias calicatas realizadas en la finca Experimental de Tomejil, por el Departamento de Suelos y Riegos del Centro de Investigación y Formación Agraria de Córdoba. Figura 3.

En el perfil del suelo se distingue un horizonte superficial Ap de origen antrópico, con una profundidad media de 25 cm., se caracteriza por tener un color pardo grisáceo oscuro con una proporción de elementos finos, con respecto al resto de la partículas minerales bastante grande, es lo que se denomina textura arcillosa. Los elementos minerales están organizados formando agregados, donde el complejo arcillo-húmico sirve de cemento, y en este caso la estructura que forman es de bloques subangulares. En este horizonte se encuentra gran cantidad de raíces que van de tamaño fino a medio, y abundantes lombrices. El pH es ligeramente alcalino, no diferenciando concreciones calcáreas en este nivel. Presenta un límite neto con el siguiente horizonte.

El segundo horizonte que delimitamos, denominado AC_1 se encuentra ubicado entre los 25-34 cm., con un color prácticamente igual que el anterior, textura arcillosa y la estructura evoluciona hacia prismática, constituida por agregados orientados verticalmente o pilares cuyos extremos no están redondeados. Se puede observar igualmente en este horizonte, la presencia de sistemas radiculares y algunas concreciones calcáreas producidas por concentraciones de carbonato cálcico, evidencia de un incipiente lavado, presenta límite gradual.

El horizonte AC_2 se encuentra situado entre los 34 y 98 cm. de profundidad, con un color pardo grisáceo oscuro, textura arcillosa y estructura fuerte prismática, y a diferencia del anterior, con abundante concreciones calcáreas, el pH sigue siendo ligeramente alcalino.

El último horizonte es de transición con la roca madre, denominado CR, con color pardo amarillento claro, textura arcillosa y estructura prismática, es frecuente en esta zona encontrar concreciones de hierro que le dan un color rojizo.

La erosión ha adelgazado estos suelos y en la coronación de las lomas y en sus laderas, a veces se están cultivando los



Figura 3. Calicatas efectuadas en la Finca Experimental de Tomejil. González F. P. Comunicación personal (2003)



horizontes AC e incluso el CR. Por el contrario en los fondos de las vaguadas se produce un proceso de colmatación.

Cuando se analiza con más detalle la composición mineralógica de estos vertisoles, destaca el alto porcentaje de materiales finos, con partículas por debajo de 0,002 mm. de diámetro, que corresponden al tamaño de las arcillas. El análisis granulométrico refleja estos datos ya que resultan valores alrededor del 70% hasta un metro de profundidad, bajando éstos hasta el 40% a partir de ese límite. La proporción de limos está en torno al 20-25% y los elementos gruesos (arena), en niveles muy bajos en los primeros centímetros, aproximadamente 1-4%, aumentando en profundidad.

Del grado de textura arcillosa que poseen estos suelos se desprende una característica importante, a la hora de hablar de la dinámica y del balance del agua. Las partículas sólidas se unen para formar los agregados que dejan espacios vacíos que pueden ser de diferentes tamaños dependiendo del tamaño de las partículas. Cuando abundan las partículas pequeñas (arcillas), se forman microporos, en mayor proporción que si predominan las partículas de tamaño grueso (arenas).

La propuesta de clasificación hecha por Greenland (1977), relaciona el tamaño de poros con la función desempeñada por cada intervalo en relación con el agua, así distingue: fisuras ($>500 \mu\text{m}$), poros transmisores ($50-500 \mu\text{m}$), poros de almacenaje ($0,5-50 \mu\text{m}$) y poros residuales ($< 0,5 \mu\text{m}$). El agua de los poros residuales no es extraíble por las plantas, pero juega un importante papel en la interacción entre partículas y actúa, además, como almacén de iones de posible interés para el cultivo. Desde un punto de vista agronómico interesa un suelo con abundantes poros transmisores, que permiten la recarga del agua en el suelo en profundidad, y poros de almacenaje que permiten retener el agua necesaria para optimizar la producción de los cultivos. A su vez, el tamaño de los poros está relacionado con la fuerza de retención del agua, de tal forma que cuanto menor sea el tamaño de los poros de almacenaje, mayor será la fuerza de retención del agua, y por tanto, más difícil de extraer por el sistema radicular de las plantas.

Los suelos de la campiña poseen un espacio poroso donde predominan los poros de almacenaje, con menor número de poros

transmisores, esto influye positivamente en la capacidad de retención y por tanto la cantidad de agua almacenada en capacidad de campo es muy elevada, lo que da lugar a un gran volumen de agua útil que puede abastecer a la planta durante bastante tiempo.

Sin embargo el punto de marchitamiento se alcanza cuando todavía queda mucha agua en el suelo, debido a que está tan fuertemente retenida por las arcillas que la planta no puede extraerla.

Pero al disminuir la capacidad de infiltración, debido a la escasez de poros transmisores, drenan de forma muy deficiente, no siendo difícil ver durante episodios de lluvias continuados, zonas de la vega totalmente encharcadas coincidiendo con depresiones topográficas, lo que repercute de forma negativa en el desarrollo de los cultivos por asfixia radicular.

Otra característica interesante a tener en cuenta en estos suelos es la alta capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) que poseen, concepto que hace referencia a la cantidad total de cationes que pueden ser retenidos por unidad de masa del suelo, se expresa en miliequivalentes por 100gr. de suelo (meq/100g) o su equivalente cmol/kg^{-1} . La C.I.C. presenta dos aspectos fundamentales: posibilidad de almacenar nutrientes y propiedad de intercambiar estos nutrientes con los de la solución del suelo, con lo cual quedan a disposición del sistema radicular de las plantas para ser absorbidos. La C.I.C. varía dependiendo del porcentaje en materia orgánica y del tipo de arcillas que posea el suelo, dado que el primero suele ser escaso, son las arcillas las que ejercen mayor influencia en la C.I.C., y dentro de éstas se encuentran diferencias importantes en relación a la unión entre las unidades cristalinas que la forman.

La montmorillonita es una arcilla cuyas unidades están débilmente unidas por enlaces de oxígeno (ver figura 2), que permiten una expansión relativamente fácil y amplia de la red. Esta expansión asegura una adsorción interna de agua y cationes alta. La caolinita por el contrario, cada unidad cristalina está fuertemente unida por enlaces de oxígeno, dando una red compacta que impide la adsorción interna de agua y de cationes.

Es evidente que la proporción y tipo de arcilla, repercute en la C.I.C., en nuestro caso, al tratarse de suelos con alto porcentaje de montmorillonita, se encuentran valores de 25-33 meq/100gr.

Los valores de materia orgánica están muy relacionados con las prácticas de manejo de suelo que se realicen, así como las condiciones ambientales que le rodean: temperatura, humedad, aireación, etc.

La quema de rastrojos es una práctica habitual en la zona que junto con el efecto edáfico de las labores acelera el descenso en los porcentajes de materia orgánica e impide el desarrollo estructural del suelo, cada vez más difícil de labrar. Si consideramos la alta tasa de mineralización o descomposición de la materia orgánica debido en gran parte a las condiciones climáticas de altas temperaturas y condiciones de humedad suficiente, nos encontramos con niveles muy bajos de este componente, en torno a 1,1% en el horizonte superficial y de 0,85% en el horizonte subsuperficial, de aquí se deduce que dicha práctica además de provocar graves daños medioambientales y por tanto totalmente reprochable y prohibida, debe ser rechazada desde un punto de vista agronómico, al reducir los niveles de materia orgánica de forma importante en nuestros suelos, lo que contribuye a disminuir la estabilidad estructural de los agregados.

Es importante, a la hora de controlar el manejo de los cultivos, conocer los niveles de macronutrientes del suelo.

En la agricultura de secano, el nitrógeno es el principal factor limitante de las producciones de cereales después del agua. Tiene un papel importantísimo a la hora de determinar ciertos factores ligados a la producción como pueden ser el número de hijos/planta y número de granos/espiga, igualmente interviene en parámetros de calidad como el peso específico y porcentaje de proteína.

El uso excesivo del laboreo, junto con la quema incontrolada de rastrojos, además de bajar los niveles de materia orgánica, como se ha dicho, influye en el descenso lógico de nitrógeno en el suelo, ya que la primera es la principal fuente de este importante macronutriente. Los suelos de la campiña de Carmona suelen tener

escasos contenidos en nitrógeno que hay que suplirlo con el aporte de fertilizantes.

El fósforo favorece el enraizamiento y ahijado de los cereales. Una carencia provoca en las plantas mayor susceptibilidad a los daños por frío y un retraso en el desarrollo. Se suele presentar en la solución del suelo en concentraciones menores que el nitrógeno y el potasio. Con frecuencia su riqueza es insuficiente para asegurar un correcto desarrollo de las cosechas, siendo preciso recurrir a una adecuada fertilización para no limitar por esta causa las producciones agrícolas.

El fósforo disponible en los suelos de la campiña, en el horizonte superficial, estimado mediante la extracción con bicarbonato sódico (Olsen) da con frecuencia valores muy bajos del orden de 4 ppm. (partes por millón).

Dada la riqueza natural de estos suelos en Potasio y su alta disponibilidad para las plantas, se aconseja reducir o suprimir incluso el aporte de este elemento. Por ello, es habitual en la zona realizar abonado de fondo con fosfato diamónico (18-46-0), fórmula que permite manejar volúmenes bajos de abono complejo para completar las unidades necesarias para el desarrollo de los cereales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Baena E., R. (1993). *Evolución cuaternaria (3 M.a) de la Depresión del Medio-Bajo Guadalquivir y sus márgenes (Córdoba y Sevilla)*. Tesis Doctoral, Univ. de Sevilla, 589 págs.
- Buckman y Brady (1970). *Naturaleza y propiedades físicas de los suelos*. Pág. 82
- Buol, S. W., Hole F. D y Mc Cracken, R. J. (1986). *Génesis y clasificación de suelos*.
- Dudal, R. (1963). Dark clay soils of tropical and subtropical regions. *Soil Sci.* 95:264-70.
- Fontboté, J. M. y Vera, J. A. (1986). La Cordillera Bética. Introducción. En: *Geología de España, Libro Homenaje J.M. Ríos. Inst. Geol. Minero España*, vol. 11, págs. 205-218.

- González F. P. (2004). *Comunicación personal*.
- Greenland, D. J. (1977). *Soil damage by intensive arable cultivation: temporary or permanent?*. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. 281:193-208.
- Julivert, M., Fontboté, J. M, Riebeiro,-A. y Conde, L. (1974). *Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares*. Inst. Geo. Min. España, 113 págs.
- Meléndez B. y Fuster J. M. (1984). *Geología*. Pág. 789.
- Rodríguez V., J. y González D., I. (1987). Dinámica de vertientes en los Alcores (Carmona, Sevilla). *Actas VII Reunión sobre el Cuaternario*, AEQUA, Santander, págs. 107-114.
- Soil Survey Staff. 1999. *Soil taxonomy*. USDA Agr. Hbk., no. 436. 2ª ed. Washington.
- Vera, J. A. (1988). Evolución de los sistemas de depósito en el margen ibérico de las Cordilleras Béticas. *Rev. Soc. Geol. España*, vol. 1, págs. 373-391.