# Suelos afectados por sales en la Precordillera Andina: Propiedades y mineralogía

/ LAURA GARCÍA-ESPAÑA SORIANO (1\*), / MARIA DESAMPARADOS SORIANO (2), INES LLORET (2)

- (1) FACULTAD DE FARMACIA. C/ Vicente Andres Estelles s/n. Universitat de Valencia. 46017, Burjasot. Valencia (España)
- (2) Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Cami de Vera s/n. Universitat Politécnica de Valencia. 46021, Valencia (España)

#### INTRODUCCIÓN

En la cordillera de los Andes (Chile) a una altitud de 2.500 msnm, en la comuna de San José de Maipo, Provincia de Cordillera, Región Metropolitan, se origina El embalse del Yeso debido a la captura de las aguas del río Yeso, afluente del río Maipo. El embalse tiene una capacidad de 253 millones de metros cúbicos, siendo la principal fuente de abastecimiento de potable para la Región Metropolitana Santiago. El río Yeso es un curso natural de agua que se forma de los deshielos del Paso del Portillo. cercano a las termas del Plomo, para desembocar unos 40 km después en el río Maipo, junto a los ríos Colorado, el Volcán y Mapocho principales afluentes del río Maipo. En la zona Río Volcán - Río Yeso, la mayor estructura que aflora es la falla inversa El Diablo, convergencia al este y orientación NNE-SSW, la cual monta a la formación Colimapu y sobre la formación Lo Valdés en el sector del Cerro Mesón alto-Loma Larga. En el sector del río Yeso, la falla se abre en 2 ramas: la rama oriental pone en contacto a un cuerpo intrusivo con rocas de la Formación Colimapu, produciendo una deformación intensa en las rocas menos competentes de ésta, y generando boudinage clivaje ٧ penetrativo en lutitas; la rama occidental cubre areniscas rojas de la Formación Colimapu sobre el cuerpo intrusivo que aflora en el Cajón de las Leñas, llegando a montar estas areniscas rojas sobre la Formación Colimapu a medida que se asciende topográficamente (Fock, 2005). La importancia de este corrimiento radica en que pone en contacto rocas mesozoicas con rocas cenozoicas, siendo una estructura de carácter regional que marca un cambio en el estilo de la deformación y con un control importante en el desarrollo del orógeno (Fock, 2005). En el área de estudio

existen numerosos afloramientos de niveles fosilíferos, presentes en determinados niveles de las formaciones Río Colina y Lo Valdés, que acotan las edades de estas unidades, tales como bivalvos (ostras): Aetostreon sp. Icnofósiles: Gastrochaenolites isp.

En este trabajo se estudia las características de los suelos y los dominantes en la cuenca experimental en esta zona yesífera.

# **ÁREA DE ESTUDIO**

La geomorfología regional del área de estudio corresponde a un dominio geomorfológico del tipo cordillera andina con retención nival.

El yeso es el principal recurso minero en la zona, se distribuye en franjas Norte-Sur. Relacionado con el techo y la base de la Formación Rio Colina y aparece de forma discontinua dentro de la Formación Lo Valdés. Genéticamente, se relaciona con ciclos de transgresiónregresión donde el nivel de yeso más potente corresponde al denominado yeso del Oxfordiano, perteneciente a la Formación Rio Colina, y se interpreta como el final de la primera subetapa del Ciclo Andino. cuando el mar progresivamente se retiró de la cuenca lo que generó los gruesos depósitos evaporíticos del Oxfordiano-Kimmeridgiano, cuya estructura se relaciona con una falla mayor de orientación Norte-Sur, identificada como la falla El Yeso. Los afloramientos tienen la misma orientación excepto casos puntuales que se interpretan como diapiros. Puntualmente se observan sinkholes circulares de diámetro superior a 2 m, cuando las capas de yeso soluble se hunden al disolverse por la acción del agua. Existen conos de deyección de alta pendiente en quebradas, asociados a caídas de rocas, y abanicos aluviales ubicados en los

piedemontes, destacando los ubicados al sur del embalse.

En la zona de estudio se localiza un pliegue de orientación N-S, con el flanco oriental limitado por la aparición de un cuerpo intrusivo del Mioceno, con un manteo de 80° al oeste en la zona más inclinada. Este pliegue se observa a lo largo del borde del embalse El Yeso (Aguirre, 1960).

Entre secuencias de calizas y unidades diapíricas de yeso se localiza una unidad intrusiva de color gris verdoso fanerítico, con cristales de cuarzo, plagioclasa y máficos diseminados, está alterado a sericita, epidota y ceolitas y tiene además microvetas de calcita. De acuerdo a su ubicación más al este de la franja de Intrusivos del Mioceno Inferior, es posible asociar estos afloramientos a la franja de Intrusivos del Mioceno Medio - Superior. El cuerpo intrusivo es una monzonita de color verde opaco, con textura fanerítica y presenta alteración en máficos a epidota y matriz cloritizada, además de arcillas. Aflora hacia el sector este del embalse El Yeso, en la ladera sur del valle, presentando una extensión de aproximadamente 700

El aumento del nivel freático o la cantidad de agua superficial juega un papel fundamental en el nivel de saturación del suelo, siendo un factor importante en flujos de detritos, deslizamientos de suelo y reptaciones observados en la zona de estudio. El clima del sector y las condiciones de alta montaña promueven la formación de deslizamientos y caídas de rocas en laderas rocosas, aue conformando el paisaje. Entre la vegetación del área se incluyen taxones **Ephemerum** xerofíticos. como: recurvifolium. Gyroweissia tenuis. Phascum floerkeanum, Rhynchostegium megapolitanum y Tortellaflavovirens.

palabras clave: suelos yesosos, litología en yesos

key words: gypsum soils, gypsum lithology



fig 1. Zona de estudio. Geología de la zona

## **METODOLOGÍA**

Sobre los distintos materiales de la cuenca Aguirre, (1960) se estudia la composición granulométrica y clase textural de las muestras (método de la pipeta de Robinson, límite líquido y plástico, capacidad de retención de agua, estabilidad estructural (Hennin, et al., 1972), pH y CE, ESP (MAPA, 1988), y mineralogía de la fracción por difracción rayos-X. La estimación semicuantitativa relativa se realiza teniendo en cuenta los poderes reflectantes dados por Martín-Pozas et al., (1969), difractómetro, Diano, XRD 8000. Para microscopia electrónica (microscopio de barrido HITACHI mod. S-4100 con cañón de emisión de campo, detector BSE AUTRATA, sistema de captación de imágenes EMIP3.0, y sistema de microanálisis RONTEC), se prepararon las muestras, siguiendo el método reseñado por Beutjspacher & Van Der Marel, (1968).

#### **RESULTADOS**

Sobre la base de las unidades cartográficas identificadas por Alcayaga, et al, (1987). se distinguen suelos de la precordillera y cordillera (III y IV regiones) que corresponde a suelos ubicados en los sectores altos de la precordillera y Cordillera de los Andes, pertenecientes a los órdenes Entisoles y Aridisoles, son suelos derivados de materiales gruesos y escaso desarrollo, en posiciones de cerros escarpados y fuertes pendientes. Son suelos de texturas gruesas con gravas y estructura masiva o de grano simple con una mineralogía similar sin más horizonte diagnóstico que un epipedión ócrico con suelos de perfil A.-C. En ocasiones la secuencia de horizontes es variable pero con escasa evolución. Todos tienen en común la existencia de horizontes de acumulación de yeso edáfico (horizontes gypsicos a profundidad variable). Algunos perfiles pueden presentar un horizonte cámbico por encima del horizonte gypsico. La elevada altitud y la temperaturas extremas propician en ocasiones la formación de horizontes epipediones móllicos La mavor limitación de estos suelos radica en su escasa estabilidad, baja concentración de materia orgánica y abundancia de sales.

El análisis de las propiedades edáficas del suelo sobre suelos yesosos muestra que los suelos yesosos son del tipo (Leptosoles gypsicos y Gypsisol háplicos. Los Leptosoles poseen mayor contenido en material orgánica y estabilidad de agregados que los Gypsisoles, con

diferencias en el contenido en materia orgánica y estabilidad estructural. El pH y la alta concentración de Ca2+ pueden retrogradar el P a hidroxiapatito. Los principales minerales observados en Gypsisoles fueron el yeso y la dolomita (>90 %), mientras que el yeso, la dolomita, la calcita y el cuarzo presentaban similares proporciones en los Leptosoles. Los minerales arcillosos (caolinita e ilita) son escasos en ambos suelos, con baja capacidad de retención de agua y de nutrientes debido a que las arcillas son minoritarias. Los elementos totales contenidos en los horizontes superficiales de los Gypsisoles son típicamente inferiores a 1,5 % de N y 0,1 mg de P205%, por lo que se trata de suelos muy pobres en nutrientes con Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) baja condicionada por el contenido de arcilla (10 cmol (+)/kg en la superficie del suelo e inferior en profundidad). El complejo de cambio se encuentra saturado por bases con edaforasgos amorfos de diversa morfología y de naturaleza férrica, manganífera o ferromanganífera.

Por microscopía electrónica se observan minerales de veso bien construidos con hábito lenticular y maclado en punta de lanza, y también yeso microcristalino y pseudomicelios de veso con contenidos de yeso en los horizontes superiores al 25%, y horizontes inferiores con colores claros y aspecto pulvurulento y tacto farinoso donde los yesos pueden ser superiores al 80% (Stoops, 1981).

Están presentes yesos rojos y blancos con intercalaciones de arcillas y margas







fig 2. Valle del rio Yeso

yesiferas de tonos roiizos. con abundantes cuarzos idiomorfos y aragonitos (Hoke, et al., 2008), donde el yeso es en estas áreas causa de subsidencia y de colapsos, a veces catastrófico, debido a la baja estabilidad de los minerales de sulfato cálcico en función de su temperatura y solubilidad. Con el secado el yeso pasa a anhidrita que puede tomar agua atmosférica, incluso a humedades bajas. No se encontraron Selenitas a pesar de ser un mineral accesorio en los depósitos de yeso de roca, pero si yeso formado por una acumulación desordenada de pequeños cristales (aspecto sacaroideo), típico de ambientes continentales con lagunas en climas áridos (Thiele, 1980). La gypsita se encuentra en zonas semiáridas, donde el ascenso por capilaridad de aguas subterráneas produce por evaporación, depósitos porosos con pequeños cristales. Se desarrolla especialmente, en depósitos arcillo limosos formando aglomeraciones con textura radiada o capas estratiformes. La acción química (floculación de las arcillas), afecta a la fertilidad de suelos con yeso debido a la gran cantidad de sales que perjudican la normal absorción de nutrientes, la abundante pedregosidad, y pequeñas subsidencias locales por su disolución en los horizontes de acumulación. La microscopía electrónica muestra la abundancia de gypsita aglomerada con textura radiada, junto a minerales acompañantes calcita. yesos feldespatos.

## **CONCLUSIONES**

La presencia de yesos como material de origen determina la evolución de los suelos hacia la formación de horizontes gypsicos, en algunos casos acompañados por horizontes cálcicos o cámbicos.

Las propiedades de los suelos junto a los minerales presentes muestran frecuentes formaciones de cárcavas originadas por la acción de la escorrentía y la formación de grietas superficiales y hundimiento del terreno por procesos de tubificación que inducen el colapso del terreno, la aparición de cárcavas y la destrucción de la estructura.

## **REFERENCIAS**

Aguirre, L. (1960). Geología de los Andes de Chile Central, provincia de Aconcagua. Instituto de Investigaciones Geológicas,

- Santiago, Chile, Boletín N°9, 70 p
- Beutekspacher, H., & Van Der Marel, H. W. (1968). Atlas of electron microscopy and their ad mixtures. Elsevier Publ. Co. Amsterdam. 333p.
- Alcayaga, S., Luzio, W. (1987). Clasificación Taxonómica de los suelos de las zonas semi-áridas, sub-húmedas y húmedas de la Región Central de Chile. V Simposio Nacional de la Ciencia del Suelo. Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo y Universidad Católica de Valparaiso. 251-257
- Besoain, E. (1985). Mineralogía de arcillas de suelos. Ediciones Centro Iberoamericano de documentación e información agrícola CIDIA.
- Fock, A. (2005). Cronología y tectónica de la exhumación en el Neógeno de los Andes de Chile Central (33° y 34°S). Memoria de Magíster en Ciencias, Departamento de Geología, Universidad de Chile. 179 p.
- Hoke, G.D., Garzione, C.N., (2008),
  Paleosurfaces, paleoelevation, and the
  mechanisms for the late Miocene
  topographic development of the
  Altiplano plateau, Earth and Planetary
  Science Letters, 271: 192-201
- Martin-Pozas, J.M., Martin-Vivaldi, J.L., & Rodriguez-Gallego, M. (1989). Análisis cuantitativo de los filosilicatos de la arcilla por difracción de rayos X. Real Sociedad Española Serie B.L.V.: 109-112.
- MAPA, (1994). Métodos Oficiales de Análisis. Vol. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Stoops, G (1981). Gypsum in arid soils. Morphology and génesis. Soil Sc Division ACSAD: 175-185.
- Thiele, R., (1980). Hoja Santiago, Región Metropolitana. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile N°39, 21.