

LEVANTAMIENTO DE SUELOS EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO PILÓN, NUEVO LEÓN MÉXICO*

José López García**

Resumen

Se realizó un levantamiento de suelos a nivel de semidetalle por medio de fotografías aéreas, teniendo en cuenta las relaciones de la imagen fotográfica-suelo y paisaje-suelo, que permitieron separar las unidades de suelos.

Se establecieron áreas de muestreo, transectos y muestreo libre, que permitieron extrapolar las unidades de suelos al resto del área.

Se separaron dos unidades mesoclimáticas, una cálida subhúmeda, representada por los órdenes Molisol y Vertisol, con un 71%, de esta unidad y el restante 29 incluye a los órdenes Entisol, Alfisol y Aridisol. La otra unidad mesoclimática, semicálida subhúmeda, incluye a los órdenes Vertisol y Molisol, con un 59.16% y el restante lo constituyen un 21.92 por los Entisoles y un 18.92 por los Aridisoles y Alfisoles.

Summary

A soil survey was carried out at a semidetailed level by means of aerial photography and the relationships of photographic-soil and landscape-soil images. This permitted to separate the photointerpretation units.

Sampling pilot areas, transect lines and free sampling were established in order to extrapolate the soil units from the work area.

Two mesoclimatic units were separated, the first is the warm-subhumid, with the Mollisol and Vertisol orders, with 71% of this unit and 29% at the Entisol, Alfisol and Aridisol orders. The other unit Semiwarm-subhumid mesoclimatic, includes the Vertisol and Mollisol, with a 59.16%, the Entisol with 21.92 and 18.82 for the Aridisol and Alfisol orders.

Introducción

Para un levantamiento se debe tener en cuenta la lógica del método científico y, en el grado que se relacionen los factores de formación del suelo y los perfiles que resulten, se determinarán la eficiencia y seguridad en el mapeo. Según Cline (1973) "La persona que mapea sin tener en cuenta el método científico o sin relacionar suelo-paisaje es un subprofesional, no crea; si únicamente usa el barreno, la persona es insegura e ineficiente, o ambas cosas."

* Recibido: 13 de abril de 1992.

** Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 20-850, México 01000 D.F.

Una de las maneras de conocer las propiedades de los suelos es mediante los levantamientos edafológicos, cuyo propósito fundamental es entender el origen, conocer las propiedades de los suelos, su distribución geográfica y predecir la adaptabilidad de éstos a diferentes usos y manejos (Soil Survey Staff, 1951).

Los levantamientos edafológicos se pueden hacer a diferentes niveles, dependiendo del propósito, de la potencialidad del suelo y de las condiciones de la región.

La importancia de un levantamiento de suelos consiste en evaluar y predecir la aptitud y limitadores de los suelos. Conociendo las características y propiedades de los suelos, se hace mejor uso y manejo de ellos.

El Sistema Americano (Soil Survey Staff, 1975) concibe seis unidades taxonómicas o categorías de clasificación, cuyas especificaciones se incrementan del Orden a la Serie. Además de estas categorías, se puede contar con unidades taxonómicas funcionales como son el conjunto de suelos, que es una unidad nueva que permite escoger, para los levantamientos, niveles intermedios entre las categorías del sistema de clasificación. Es además, una unidad abstracta que resulta de la subdivisión de una unidad taxonómica, según la ocurrencia de sus miembros en un mismo paisaje (unidad fisiográfica) (Elbersen, Benavides y Botero, 1974). Se le podría considerar como una fase fisiográfica de unidad taxonómica.

Las unidades de mapeo son los componentes del mapa de suelos, cuyo contenido pedológico se caracteriza y describe, mediante el uso de unidades taxonómicas.

Las unidades de mapeo pueden incluir un solo taxón como el caso de las asociaciones; o de varios taxones como la asociación, que es la unidad más utilizada en levantamiento de suelos. También se incluyen a los complejos de suelos que se caracterizan por ocurrir en patrones intrincados geográficamente, que no pueden mapearse individualmente.

Entender la distribución de muchas clases de perfiles de suelos presentes en un área, sería casi imposible, si la ocurrencia de ellos fuera al azar. Afortunadamente esto no sucede así, existe una relación **paisaje-suelo** y para determinarla se deben tener en cuenta los factores formadores del suelo: clima y organismos actuando sobre un material parental, durante un cierto periodo, producen un cuerpo tridimensional sobre la superficie terrestre, en sus aspectos externos denominados forma del relieve y en sus aspectos internos perfil del suelo.

El objetivo de este estudio es llevar a cabo un levantamiento de suelos a nivel de semidetalle, determinando la relación existente entre los factores formadores de los suelos y el paisaje en donde se ha desarrollado.

Características de la zona en estudio

La zona en estudio comprende la cuenca baja del Río Pílon, en el estado de Nuevo León, México. Ésta cubre una extensión de 104 600 ha y tiene por coordenadas extremas $25^{\circ}02'18''$ y $25^{\circ}29'03''$ de latitud norte, y $99^{\circ}29'12''$ y $99^{\circ}56'18''$ de longitud oeste, al pie de la Sierra Madre Oriental (figura 1).

La transgresión marina efectuada sobre esta superficie al iniciarse el Jurásico Superior, cubrió casi todo el estado de Nuevo León (Roger, 1961). A fines del Cretácico Superior y principios del Terciario tuvo lugar la revolución Laramide que levantó, definitivamente, las rocas sedimentarias marinas existentes retirándose el mar al Este, hasta la región de Cerralvo, donde inició su regresión durante el Eoceno y Oligoceno y, finalmente, en el Plioceno, el mar inició su retiro quedando donde actualmente se encuentra el Golfo de México, aunque continuó disecándose el relieve levantado de la Sierra Madre Oriental, lo que dio lugar a grandes depósitos aluviales de conglomerados en el Plioceno, constituidos por rocas calizas, cementadas por una matriz carbonatosa y materiales disgregados con cubierta de carbonatos y, sobre éstos, depósitos aluviales cuaternarios constituyendo una extensa llanura aluvial de piedemonte. Posteriormente esta llanura fue retrabajada formando, en algunos casos, terrazas erosivas a diferentes niveles.

Los procesos denudatorios permitieron reconocer afloramientos de lutita-arenisca del Jurásico Superior, de las que sólo quedan algunas elevaciones remanentes dentro de la llanura y lutitas del Cretácico Superior, que afloran en muchas partes dentro del piedemonte, y algunos casos de arenisca-lutitas del Jurásico Superior (figura 2).

Los depósitos de aluvión cuaternario y las superficies terciarias de conglomerados constituyen cerca del 70% de la superficie del área de estudio y presentan una topografía desde ligeramente inclinada hasta plana. El restante 30% lo constituyen depósitos del terciario inferior de lutitas arenisca y por depósitos del Cretácico Superior constituidos por lutitas, que son los más dominantes en el área y con una topografía de lomeríos (figura 2).

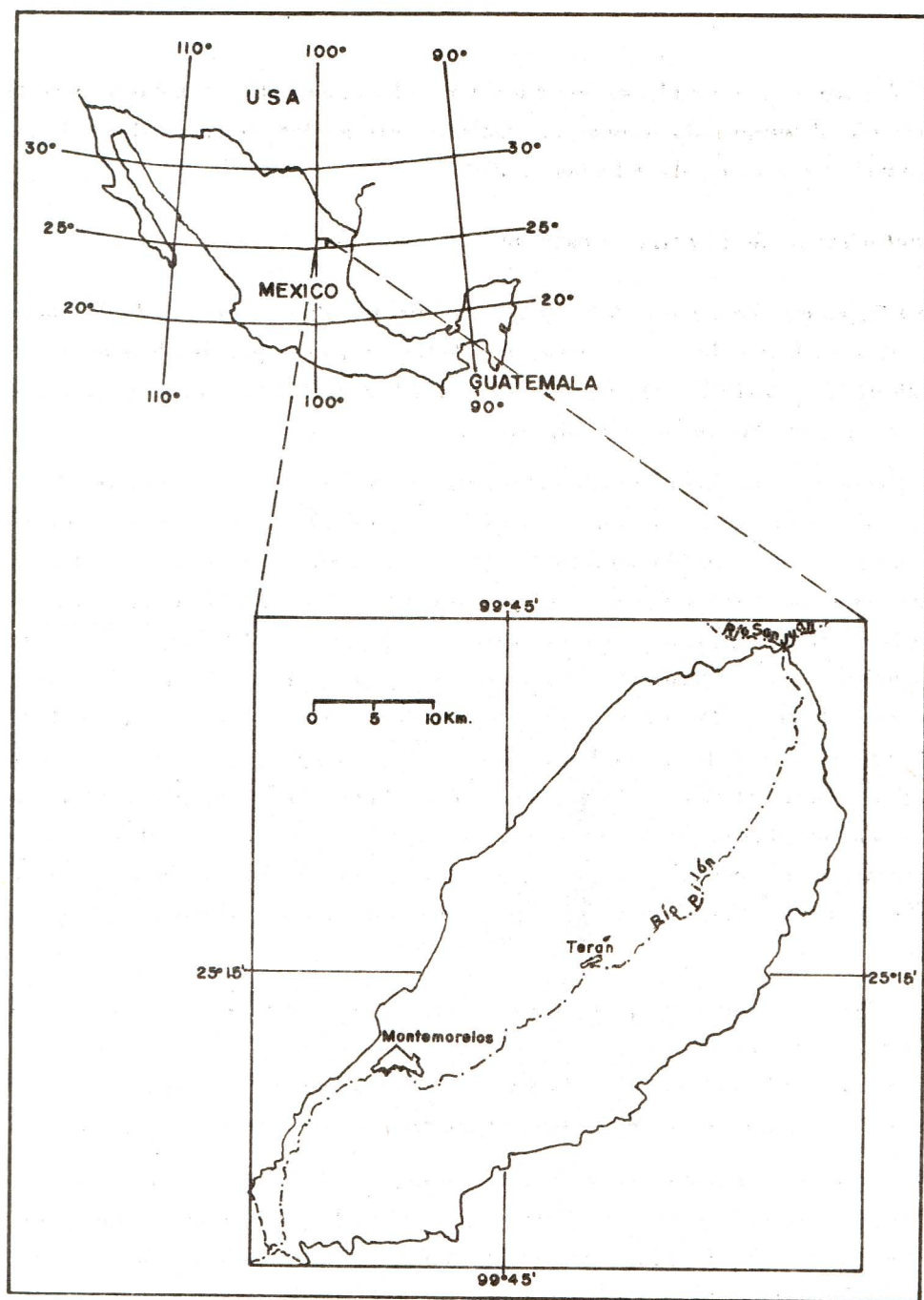


Figura 1. Localización del área en estudio.

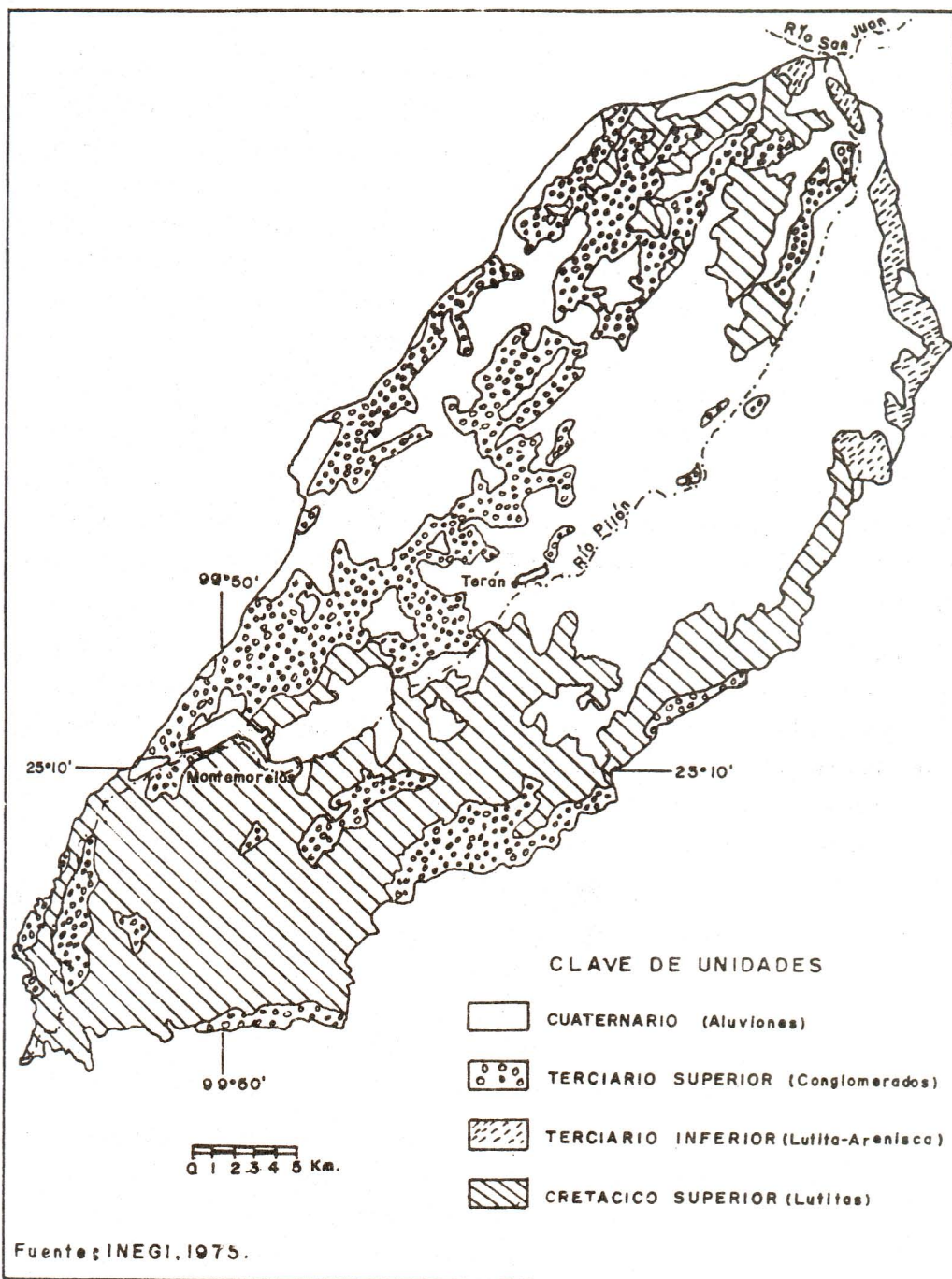


Figura 2. Unidades geológicas y litológicas.

A partir de los datos de temperatura y precipitación observados en las estaciones meteorológicas ubicadas en Enrramadas y Montemorelos, Nuevo León, a 190 y 432 msnm, respectivamente, y en función del gradiente térmico, y considerando la distribución de la humedad, se determinaron dos unidades mesoclimáticas, la cálida-subhúmeda por abajo de 300/350 msnm, con una precipitación total anual entre 650 y 700 mm; una temperatura media anual entre 22.6 y 22.9°C, y la semicálida-subhúmeda, con una altitud entre 300/350 msnm, con una precipitación total anual entre 750 y 930 mm; una temperatura media anual entre 21.7 y 22.6°C (figura 3).

Esta región muestra un régimen de verano, con un máximo en la mitad caliente del año y con una oscilación térmica extremosa, con temperatura mínima promedio de 13°C para el mes de enero, y máxima de 29.7.

La región de estudio está drenada por el río Pilon y sus más importantes corrientes tributarios son los arroyos Tlahualilo, La Peña, Terreros, Charco y Encadenado (figura 4).

El escurrimiento del río Pilon tiene un gasto medio uniforme, mantenido por el flujo base que procede de varios manantiales; los principales son el del "Cañón del Tragadero", manantial de tipo artesiano, con un gasto promedio que rebasa los 2 m³/seg. Un afloramiento sobre el lecho del río Casillas, cuyo gasto promedio es de 0.5 m³/seg. y que se ubica en el límite de los estados de Nuevo León y Coahuila, en donde el escurrimiento se transforma en perenne; y un manantial localizado en el centro del cañón del Pilon, con un gasto promedio aproximado de 50 litros/seg. (Sánchez, 1987).

En cuanto al uso del agua en la agricultura, dentro del área de estudio se tiene detectada y cuantificada una gran densidad de obras de captación (pozos y norias) ubicadas en las márgenes del río Pilon, la que se emplea en la zona citrícola de Montemorelos y General Terán, además, se ha identificado un total de 24 tomas para riego (López, 1991).

Con fines agrícolas se tiene la presa derivadora Chapotal, situada a 10 km al suroeste de Montemorelos, con capacidad de 3 m³/seg., para abastecer las áreas de cultivo, mediante canales menores que llevan el agua hacia los huertos. Los canales más importantes se ubican al norte y noreste de Montemorelos y son Mexiquillo, El Ranchito, Granjeno, San Juan, Borrequeno, Ladrillo y otros, que tienen una longitud aproximada de 90 km, incluyendo cauces naturales, en algunos casos.

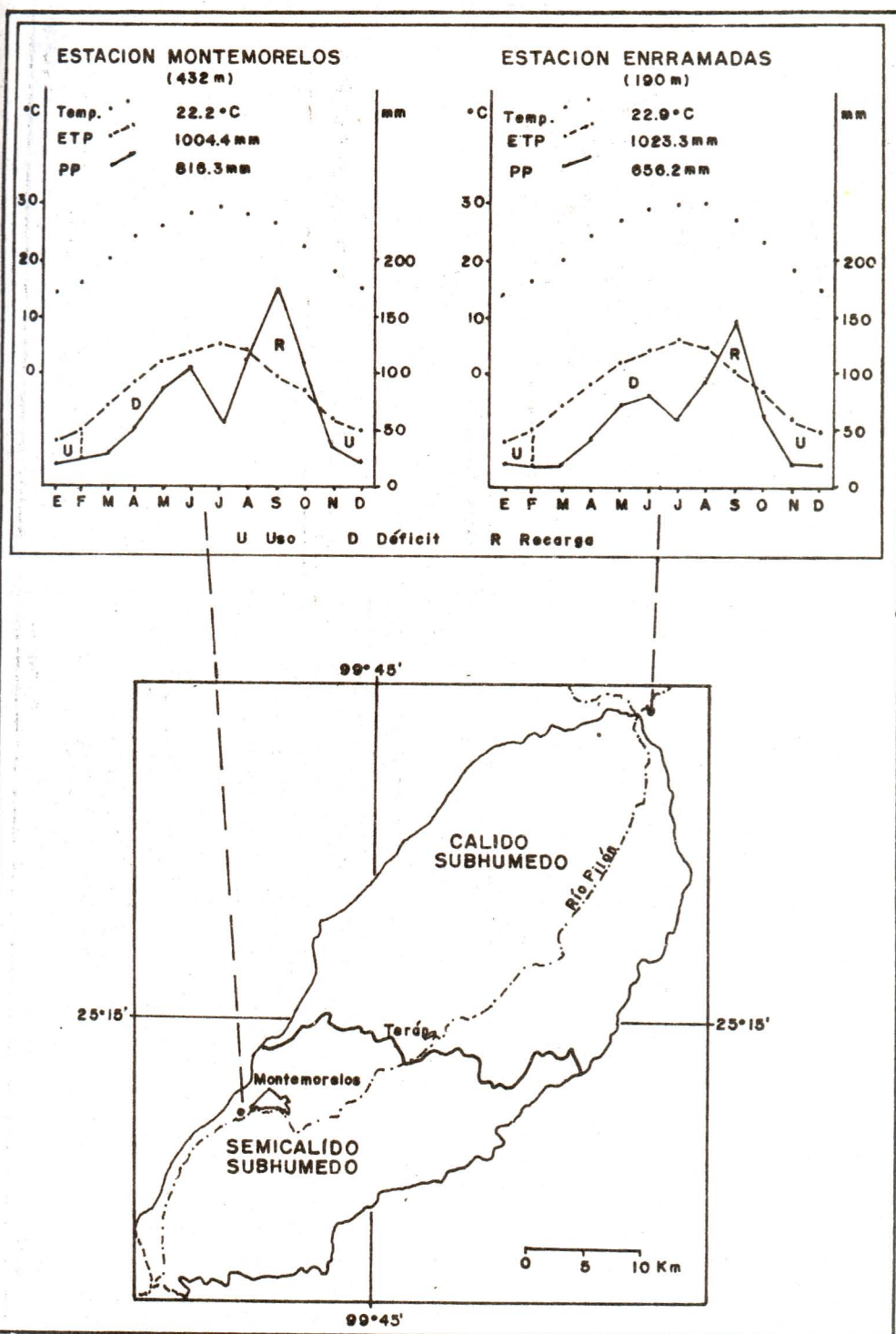
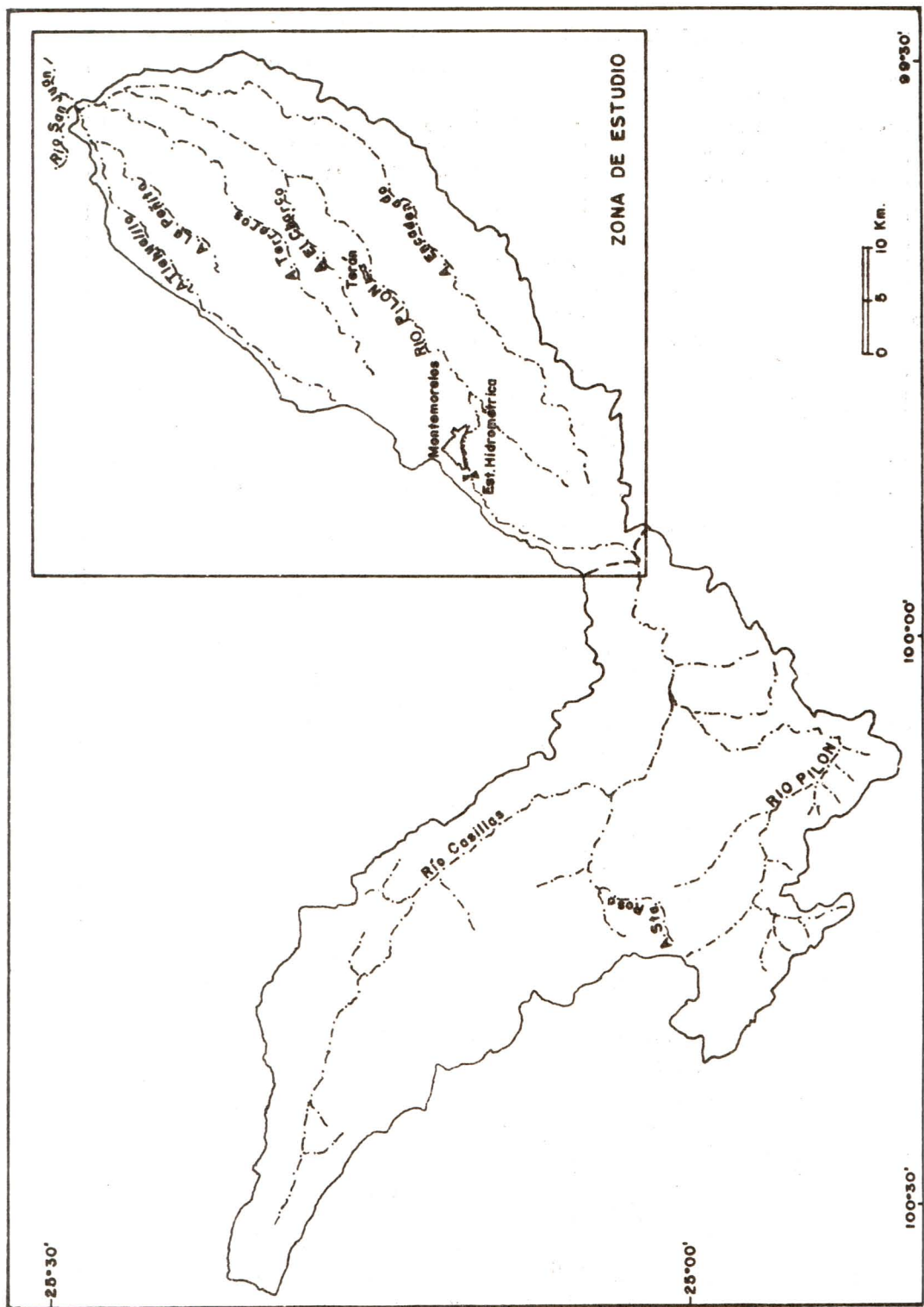


Figura 3. Unidades mesoclimáticas.



El estado actual de la vegetación de la zona de estudio es de un nivel semiconservado. Se estimó que los matorrales subinermes e inermes cubren una extensión de 22 400 ha (21.16%); el matorral espinoso y mezquital un 27.30 cubriendo una extensión de 28 900 ha; y el matorral subinorme asociado a pastizal, una superficie de 23 000 ha con 20.20% (figura 5).

Los datos anteriores muestran que el 70.66% está cubierta por matorral y dedicada a la ganadería extensiva, un 28.76 a uso agrícola, y el 0.58 restante, incluye las áreas urbanas.

Del área cultivada la agricultura de riego cubre 16.25% en las partes más cercanas al río Pílon y en un distrito de riego al norte de Montemorelos, dedicadas, en general, al cultivo de cítricos. Por último, la agricultura de temporal con 12.51% y con pocas áreas de gran extensión, en general distribuidas en forma muy dispersa, en pequeñas unidades de lomeríos donde se cultiva maíz, trigo, sorgo y, en menor proporción, frijol, avena y cebada.

La vegetación natural está representada por comunidades xerofitas de mezquites de *Prosopis juliflora*, con pequeños bosques de ébano (*Pithecellobium ebano*) y huizaches de *Acacia* spp; así como matorrales de *Helietta parvifolia* en lomeríos y vegetación en galería, en las márgenes de las corrientes. Arriba de los 400 m se presentan matorrales altos de *Helietta parvifolia* que cubren casi todos los lomeríos presentes en el área. También existen matorrales medianos y altos mezclados, constituidos por leguminosas como *Acacia* spp. *Chamaecrista* spp. *Mimosa* sp. *Celtis* sp., principalmente (Sánchez, 1985).

Proceso metodológico

El levantamiento de suelos se llevó a cabo siguiendo la metodología propuesta por el Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF) de Bogotá, Colombia, modificado y adaptado a las condiciones físico-ambientales específicas de esta región.

El levantamiento tiene un nivel de semidetalle (tercer orden), con base en las clases de unidades de mapeo, unidades taxonómicas, estructuras de la leyenda, del mapa, clase e intensidad del trabajo de campo, finalidad y uso del levantamiento, y características de la zona objeto del levantamiento (León, 1980).

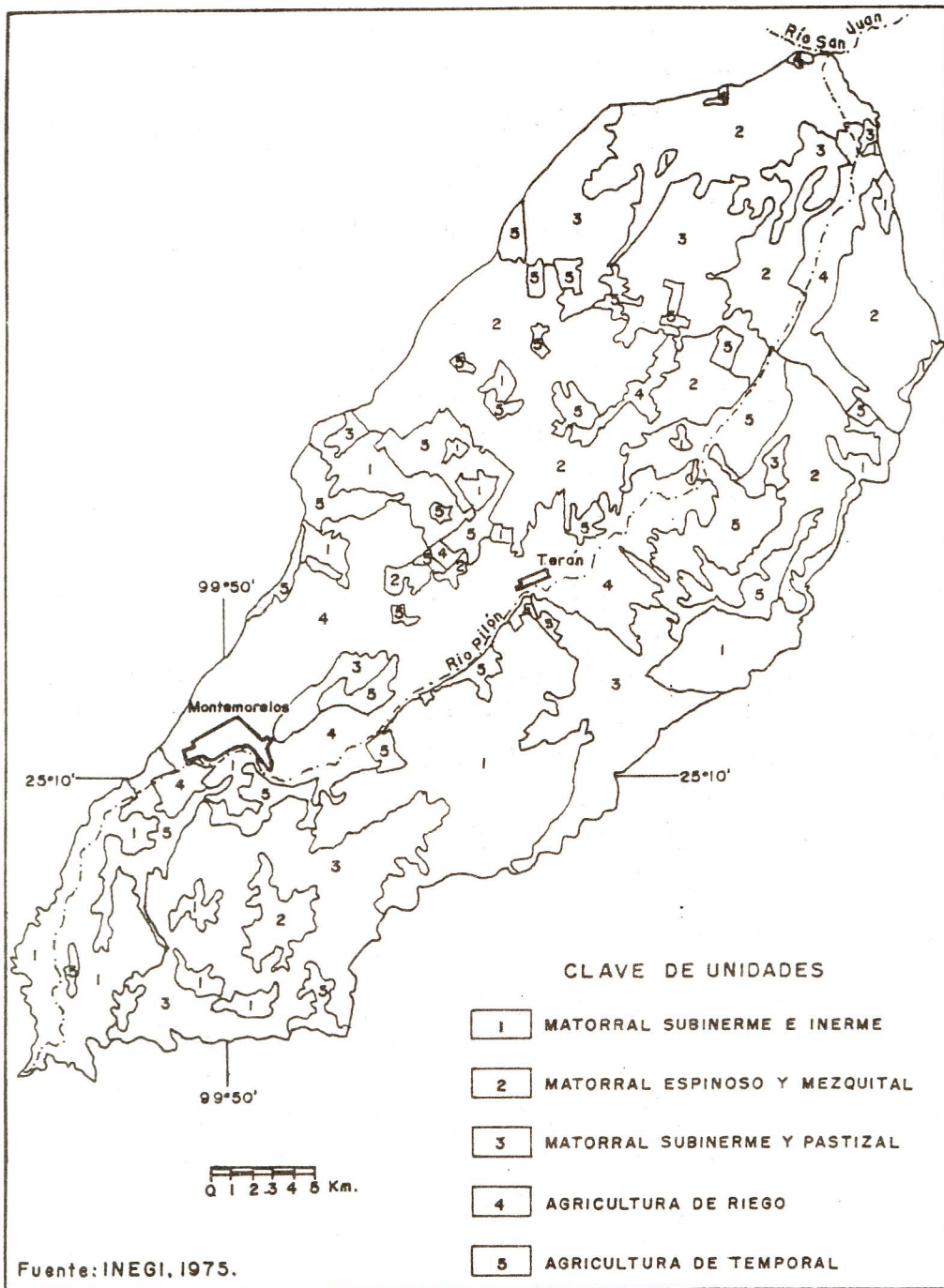


Figura 5. Vegetación y uso del suelo.

Los límites de suelos fueron delineados por fotointerpretación, se verificaron en toda su longitud utilizando áreas de muestreo, donde la intensidad de observaciones fue alta y por transectos de longitud variable para la zona de lomeríos.

Las relaciones (imagen fotográfica-suelos; paisajes-suelos) establecidos en las zonas de muestreo, permitieron extrapolar las líneas de suelos al resto de la zona, mediante observaciones de campo, con densidad media en la mayoría de las unidades de fotointerpretación (López, 1991). La estructura de la leyenda del levantamiento fue fisiográfica-edafológica.

Se utilizó material cartográfico a escala 1:50 000, de geología, suelos, vegetación y uso del suelo. Para el mapa base se utilizó la carta topográfica escala 1:50 000, y para el trabajo de campo y muestreo la escala utilizada fue 1:25 000. Se utilizaron fotografías aéreas, blanco y negro, a escala 1:50 000, y de color a escala 1:35 000.

Las áreas de muestreo y los transectos se trazaron perpendicularmente a los límites de fotointerpretación. Se realizaron 15 áreas de muestreo que constituyeron el 15% de la unidad cálida-subhúmeda, y siete transectos en la zona de lomeríos de la unidad semicálida-subhúmeda, que cubren una longitud total de 117.2 km.

Se establecieron conjuntos que recibieron nombres locales con base en el poblado más cercano.

Al terminar el levantamiento de toda la zona, se escogieron perfiles representativos de cada conjunto establecido, para su descripción, muestreo y análisis de caracterización (Soil Survey Staff, 1981).

Se transfirieron todos los límites y observaciones al mapa base con el auxilio del *stereosketch*.

Se realizaron los análisis físico-químicos de los suelos y se procedió a clasificarlos taxonómicamente (Soil Survey Staff, 1975).

Resultados

La cuenca baja del río Pílon es el resultado de un complicado proceso de sedimentación y erosión que formó amplias llanuras acumulativas y terrazas erosivas, ligeramente inclinadas, extendiéndose hasta los 300/350 msnm, que permitieron separar la unidad mesoclimática cálida subhúmeda, con una superficie de 584.79 km² equivalente

a un 55.84% del área total.

Por encima de los 300/350 msnm, se inicia una serie de lomeríos y terrazas erosivas, con una topografía que va de ligera a moderadamente inclinada, que separa a la unidad mesoclimática semicálida subhúmeda, con una extensión de 461.21 km², que corresponde al 44.11% del área total.

Se determinó la presencia de cinco órdenes de suelos, que concuerda con lo establecido por Dregne (1976), quien incluye a esta zona como región árida, pero corresponde con la dominancia de los suelos, en donde para la región árida de Norteamérica, dominan los Aridisoles, Molisoles y Entisoles. En este estudio los suelos más ampliamente distribuidos pertenecen a los órdenes Vertisol (33.56), Molisol (32.52) y Entisol (22.16) lo que representa un 88.24% del total; el restante 11.76 se distribuye en los Aridisoles y Alfisoles.

La presencia de Vertisoles y Molisoles evidencia que esta región tiene un carácter semiárido pero no árido y por tanto permite establecer un alto potencial productivo para esta región.

Unidad mesoclimática cálida subhúmeda

Esta unidad cubre una extensión de 584.79 km² y está representada por 25 conjuntos con un total de 94 perfiles de suelos, de los cuales 71 se ubican dentro de alguna de las 15 áreas de muestreo. Fuera de estas áreas se realizaron 23 perfiles por muestreo libre (figura 6).

Los suelos más ampliamente distribuidos pertenecen al orden Molisol, con una gran variación en cuanto a su desarrollo pedogenético que se manifiesta por la presencia de 12 subgrupos de suelos. Le siguen en importancia los Vertisoles y, junto con los Molisoles, cubren el 71.16% de esta unidad, siendo considerados, en general, los mejores suelos agrícolas, a excepción de algunos subgrupos con problemas de salinidad.

Se separaron 20 unidades de mapeo que fueron repartidas en 16 asociaciones, tres consociaciones y un complejo de suelos (tabla 1).

por caliche, que integran un extenso piedemonte que, posteriormente, fue retrabajado por las diferentes corrientes fluviales que surcan la cuenca, dando lugar a diferentes niveles de terrazas y taludes entre éstas, así como valles erosivos que constituyen el nivel de base actual. Estructuralmente estas terrazas presentan un piso superior como remanentes de aluviones finos, del Pleistoceno; un piso medio con depósitos de conglomerados antiguos constituidos por rocas redondeadas de caliza, producto de la erosión en el Plioceno cementadas por una matriz carbonatosa; y un piso inferior donde afloran lutitas del Cretácico Superior (figuras 2 y 6).

En estas terrazas se ha desarrollado una gran variedad de suelos, donde los Molisoles y Vertisoles, en general, ocupan la mayor parte de esta unidad.

Los procesos de lixiviación de los carbonatos en el suelo y la pardificación se llevan a cabo movilizand o a las arcillas (Birkeland, 1984). Este proceso produce la remoción de dos importantes floculantes, como son los carbonatos y los bicarbonatos.

Los procesos de humedecimiento y secado, también, provocan la dispersión de las arcillas y, por tanto, su acumulación y formación del horizonte argílico. Estos procesos se manifiestan en las superficies más estables y casi a nivel dentro de este gran paisaje, como el conjunto "Diego" de los *Typic Argiustolls* y, en pequeñas áreas menos estables, se presenta el conjunto "Agualeguas" de los *Lithic Argiustolls*.

Dentro de este gran paisaje se presentan áreas en donde los procesos mencionados no han actuado lo suficiente para llegar a la formación del horizonte argílico, originando suelos con horizonte cálcico, formado por un enriquecimiento secundario de carbonatos, cuyo origen son los materiales parentales de tipo calcáreo, en donde es mayor la lixiviación de éstos. Por tanto, esto favorece su acumulación y ha permitido la formación del conjunto "Laguna" de los *Vertic Calciustolls*, en las partes depresivas, con una acumulación importante de arcillas.

Por último, en los taludes moderadamente inclinados, pero en estado de conservación, se ha desarrollado el conjunto "Anacuitas", de los *Lithic Haplustolls*, en donde los procesos pedogenéticos sólo han permitido la formación de un epipedón mólico bien desarrollado.

Asociado muy estrechamente con los Molisoles están los Vertisoles que, dadas las características de los sedimentos finos derivados de lutitas y margas y su posición fisiográfica, han dado lugar a procesos de argilo-pedoturbación, con una proporción

Tabla 1. Leyenda fisiográfica-pedológica

UNIDADES FISIOGRAFICAS					CONTENIDO PEDOLOGICO			
PROVINCIA FISIOGRAFICA	UNIDAD MESOCLIMATICA	GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE	ELEMENTO DEL PAISAJE	UNIDAD DE MAPEO	CONJUNTO	UNIDAD TAXONOMICA
LLANURAS ALUVIALES DE PIEDEMORTE DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL	CALIDA SUBHUMEDA	SUPERFICIES DE NIVELACION ANTIGUA RETRABAJADAS POR LA EROSION A	TERRAZAS EROSIVAS A ₁	ALUVION ANTIGUO NO DIFERENCIADO A 11	LIGERAMENTE ONDULADO A 111	ASOCIACION	DIEGO RANCHO MILAGRO AGUALEGUAS*	Typic Argiustolls Vertic Haplustalfs Typic Camborthids Lithic Argiustolls
					LIGERAMENTE DEPRIMIDO A 112	ASOCIACION	CARAVANA LAGUNA NOGALITO DIEGO*	Typic Pellusterts Vertic Calcicustolls Entic Pellusterts Typic Argiustolls
				DE CONGLOMERADOS A 12	LIGERAMENTE INCLINADO A 121	ASOCIACION	JUANITO MILAGRO DIEGO	Typic Chromusterts g Typic Camborthids Typic Argiustolls
					MODERADAMENTE INCLINADO A 122	ASOCIACION	CEMENTERIO ANACUITAS	Typic Calcicustolls Lithic Haplustolls
			SUPERFICIES DEPRESIVAS DE LUTITAS A 2		LIGERAMENTE INCLINADAS A 21	ASOCIACION	ANACUITAS DIEGO ARROYO CARAVANA*	Lithic Haplustolls Typic Argiustolls Entic Chromusterts Typic Pellusterts
					MODERADAMENTE INCLINADAS A 22	ASOCIACION	PONTESUELAS MILAGRO ANACUITAS	Lithic Ustorthents Typic Camborthids Lithic Haplustolls
					VALLES EROSIVOS DE LOS ARROYOS TLAHUALILO, PENITA Y TERREROS A 3	ASOCIACION	LAGUNA PONTESUELAS	Vertic Calcicustolls Lithic Ustorthents
				ALUVION ACTUAL B 11		CONSOCIACION	ESPIRITU	Pluventic Haplustolls Typic Ustifluvents g
		LLANURAS ALUVIALES ACUMULATIVAS B	LLANURAS ALUVIALES	ALUVION RECIENTE B 12	BAJA B 121	ASOCIACION	PENITA ARROYO AGUALEGUAS	Typic Haplustolls Entic Chromusterts Lithic Argiustolls
					ALTA B 122	ASOCIACION	MOGOLLON CUCARACHA TORTOLAS	Typic Argiustolls g Typic Chromusterts s Typic Ustifluvents
				ALUVION SUBRECIENTE B 13	BAJA B 131	ASOCIACION	ARROYO*	Entic Chromusterts
					ALTA B 132	CONSOCIACION	ARROYO CUCARACHA	Entic Chromusterts s Typic Chromusterts s
			LLANURAS ALUVIALES ACUMULATIVAS B	LLANURA DEL ARROYO ENCADENADO B 21	BAJA B 211	ASOCIACION	CORONA ENCADENADO CUCARACHA	Typic Natrustolls Vertic Haplustolls Typic Chromusterts s
				ALUVIAL INDIFERENCIADA B 2	MEDIA B 212	CONSOCIACION		
					ALTA B 213	ASOCIACION	ENCADENADO TORTOLAS	Vertic Haplustolls Typic Ustifluvents
				ALUVIONES DEL SALADO B 22	ARROYO B 22	COMPLEJO	ENCADENADO TORTOLAS	Typic Salorthids Entic Chromusterts
				ALUVIONES DEL GARARON B 23	ARROYO B 23	ASOCIACION	GARANON	Typic Calcicorthids Typic Chromusterts
				LLANURA ALUVIAL DEL ARROYO CHARCO B 3		ASOCIACION	ARROYO MONTEALON CAMPANA	Entic Chromusterts Typic Argiustolls g Typic Chromusterts
		SEMICALIDA SUBHUMEDA	SUPERFICIES DE NIVELACION ANTIGUA RETRABAJADAS POR LA EROSION C	TERRAZAS ACUMULATIVAS DE CONGLOMERADOS C 1	LIGERAMENTE INCLINADOS B 41	ASOCIACION	CHAPOTAL CUESTA ESPIA SAUZ*	Typic Rendolls Typic Haplustalfs Typic Calcicustolls p Typic Haplargids
					MODERADAMENTE DESECADAS C 12	ASOCIACION	COYONOXITL CHAPOTAL ESPIA	Lithic Ustorthents Typic Rendolls Typic Calcicustolls p
					LIGERAMENTE DESECADAS C 13	ASOCIACION	VAPOR LIMPURO	Typic Chromusterts Pachic Argiustolls
				SUPERFICIES DEPRESIVAS DE LUTITAS C 2	MUY DESECADAS C 21	ASOCIACION	COYONOXITL ANGELES	Lithic Ustorthents Entic Chromusterts
					MODERADAMENTE DESECADAS C 22	ASOCIACION	ANGELES COYONOXITL ESPIA	Entic Chromusterts Lithic Ustorthents Typic Calcicustolls p
					LIGERAMENTE DESECADAS C 23	ASOCIACION	COYONOXITL ANGELES FLORES	Lithic Ustorthents Entic Chromusterts Arenic Haplustalfs
		LLANURAS ALUVIALES ACUMULATIVAS D	ABANICOS ALUVIALES ANTIGUOS D 1		MUY INCLINADAS D 11	ASOCIACION	VAPOR FLORES LADRILLO	Typic Chromusterts Arenic Haplustalfs Typic Calcicustolls
					MODERADAMENTE INCLINADAS D 12	ASOCIACION	VICENTE LABORCITAS	Typic Pellusterts Typic Ustifluvents
					LIGERAMENTE INCLINADAS D 13	ASOCIACION	VAPOR LABORCITAS LADRILLO	Typic Chromusterts Typic Ustifluvents Typic Calcicustolls
			LLANURA ALUVIAL DEL RIO PILON D 2	ACTUAL D 21		CONSOCIACION	ANGOSTURA	Mollic Ustifluvents
				RECIENTE D 22		ASOCIACION	VICENTE LADRILLO	Typic Pellusterts Typic Calcicustolls

* INCLUSION

g= GRAVOSO
s= SODICO

c= CALCICO
d= PEDREGOSO

A. Superficies de nivelación antigua, retrabajadas por la erosión

Este gran paisaje, cubre una extensión de 342.52 km², y está conformado por elementos de carácter erosivo, forma alargada, originados por sedimentos aluviales depositados en el Plioceno y Pleistoceno, dichas formaciones están recubiertas en parte

por caliche, que integran un extenso piedemonte que, posteriormente, fue retrabajado por las diferentes corrientes fluviales que surcan la cuenca, dando lugar a diferentes niveles de terrazas y taludes entre éstas, así como valles erosivos que constituyen el nivel de base actual. Estructuralmente estas terrazas presentan un piso superior como remanentes de aluviones finos, del Pleistoceno; un piso medio con depósitos de conglomerados antiguos constituidos por rocas redondeadas de caliza, producto de la erosión en el Plioceno cementadas por una matriz carbonatosa; y un piso inferior donde afloran lutitas del Cretácico Superior (figuras 2 y 6).

En estas terrazas se ha desarrollado una gran variedad de suelos, donde los Molisoles y Vertisoles, en general, ocupan la mayor parte de esta unidad.

Los procesos de lixiviación de los carbonatos en el suelo y la pardificación se llevan a cabo movilizand o a las arcillas (Birkeland, 1984). Este proceso produce la remoción de dos importantes floculantes, como son los carbonatos y los bicarbonatos.

Los procesos de humedecimiento y secado, también, provocan la dispersión de las arcillas y, por tanto, su acumulación y formación del horizonte argílico. Estos procesos se manifiestan en las superficies más estables y casi a nivel dentro de este gran paisaje, como el conjunto "Diego" de los *Typic Argiustolls* y, en pequeñas áreas menos estables, se presenta el conjunto "Agualeguas" de los *Lithic Argiustolls*.

Dentro de este gran paisaje se presentan áreas en donde los procesos mencionados no han actuado lo suficiente para llegar a la formación del horizonte argílico, originando suelos con horizonte cálcico, formado por un enriquecimiento secundario de carbonatos, cuyo origen son los materiales parentales de tipo calcáreo, en donde es mayor la lixiviación de éstos. Por tanto, esto favorece su acumulación y ha permitido la formación del conjunto "Laguna" de los *Vertic Calciustolls*, en las partes depresivas, con una acumulación importante de arcillas.

Por último, en los taludes moderadamente inclinados, pero en estado de conservación, se ha desarrollado el conjunto "Anacuitas", de los *Lithic Haplustolls*, en donde los procesos pedogenéticos sólo han permitido la formación de un epipedón mólico bien desarrollado.

Asociado muy estrechamente con los Molisoles están los Vertisoles que, dadas las características de los sedimentos finos derivados de lutitas y margas y su posición fisiográfica, han dado lugar a procesos de argilo-pedoturbación, con una proporción

importante de materia orgánica, que permite su pardificación, así como una proporción baja de carbonatos de calcio y magnesio.

Los diferentes tipos de sedimentos arcillosos aflorantes en estas terrazas ocasionaron la formación de suelos arcillosos ubicados en diferentes subgrupos. Estos suelos tienen contenidos variables de carbonatos y bicarbonatos, por ende, presentan colores claros.

En las terrazas, con una posición fisiográfica más elevada, se determinó el conjunto "Caravana" de los *Typic Pellusters* y el conjunto "Nogalito" de los *Entic Pellusters*, ubicados, generalmente, en la parte central de la cuenca. En las áreas más bajas de las terrazas erosivas y en superficies deprimidas sobre lutitas, se presenta el conjunto "Juanito" de los *Typic Chromusterts* con fase gravosa, producto del arrastre de materiales de las partes altas y, bordeando a este último, el conjunto "Arroyo" de los *Entic Chromusterts*.

También los Aridisoles quedan representados en este gran paisaje, con el conjunto "Milagro" de los *Typic Camborthids* sobre sedimentos arcillosos y arcillo-limosos, en las partes más altas y secas de las terrazas. Caracterizados por un epipedón ócrico de colores gris a gris muy claro, y un horizonte subsuperficial de alteración, denominado cámbico.

Las características de estos materiales arcillosos han permitido, también, el desarrollo de los Alfisoles, como el conjunto "Rancho" de los *Vertic Haplustalfs*, que al igual que algunos Molisoles, con los cuales se encuentran íntimamente ligados, presentan un horizonte B argílico pero, a diferencia de estos últimos, tiene un horizonte ócrico que es el resultado de una severa lixiviación de carbonatos y una saturación de bases media a baja.

Por último, en las partes más erosionadas o en superficies recientes como los valles erosivos se presentan los Entisoles, representados por el conjunto de "Pontesuelas" de los *Lithic Ustorthents*. Son originados por procesos erosivos intensos que, en algunos casos, han hecho aflorar la roca, formando misceláneos rocosos, con distribución muy reducida.

B. Llanuras aluviales acumulativas

Este gran paisaje cubre una extensión de 242.27 km², y es el resultado de la acumulación de materiales aluviales cuaternarios, localmente se presentan lentes de gravas de

caliza, costras de caliche y lentes muy arcillosos. Lo anterior ha permitido la formación de amplias llanuras por la acción de las diferentes corrientes que surcan la cuenca por la parte central.

El gran paisaje en cuestión lo integran la llanura del río Pilón formado por una serie de terrazas acumulativas a diferentes niveles, así como las llanuras indiferenciadas de sus arroyos afluentes: Encadenado, Salado, Garañón y una amplia llanura del arroyo Charco bien diferenciada.

En el caso de las llanuras indiferenciadas, posiblemente, fueron formadas debido al proceso de divagación hacia el Noroeste, por acción de los tres arroyos, en donde se entremezclaron los materiales de unos con los otros.

Otros elementos de estas llanuras acumulativas recientes son los abanicos aluviales o aluvio-coluviales, asociados a las superficies de nivelación antigua retrabajadas por la erosión, de los cuales han recibido los aportes de sedimentos para constituir abanicos aluviales recientes que, posteriormente, fueron cortados por los valles erosivos, dejando abanicos terrazas y, en otros casos, pequeños abanicos poco alterados por la erosión.

Las referidas llanuras aluviales acumulativas, sobre lentes arcillosos, presentan procesos de humedecimiento y secado, originando una haploidización del perfil de suelo y formando suelos arcillosos de colores claros, debido a una buena cantidad de carbonatos y sales solubles, entre los que destacan los *Entic Chromusterts* y *Typic Chromusterts* en áreas con drenaje moderado y los *Typic Chromusterts* con fase sódica en áreas con drenaje imperfecto.

Los procesos más intensos que se llevan a cabo en estas superficies son el agrietamiento, que da lugar a la autoinversión y la formación de superficies de deslizamiento y estructuras en cuña, características de los Vertisoles.

En áreas de mejor drenaje y en una posición fisiográfica más elevada de las llanuras, han propiciado el desarrollo de los Molisoles, con horizonte argílico, donde el material parental provee el material migrante con alta proporción de arcillas producto de la meteorización de éstas.

Lo anterior se presenta en los conjuntos "Mogollón" de los *Typic Argiustolls* con fase cálcica, "China" de los *Vertic Argiustolls* y "Agualeguas" de los *Lithic Argiustolls*.

En áreas deprimidas y con las características anteriores, pero además con el aporte de sodio, el horizonte argílico se ha transformado en nátrico, con estructura columnar

caliza, costras de caliche y lentes muy arcillosos. Lo anterior ha permitido la formación de amplias llanuras por la acción de las diferentes corrientes que surcan la cuenca por la parte central.

El gran paisaje en cuestión lo integran la llanura del río Pílon formado por una serie de terrazas acumulativas a diferentes niveles, así como las llanuras indiferenciadas de sus arroyos afluentes: Encadenado, Salado, Garañón y una amplia llanura del arroyo Charco bien diferenciada.

En el caso de las llanuras indiferenciadas, posiblemente, fueron formadas debido al proceso de divagación hacia el Noroeste, por acción de los tres arroyos, en donde se entremezclaron los materiales de unos con los otros.

Otros elementos de estas llanuras acumulativas recientes son los abanicos aluviales o aluvio-coluviales, asociados a las superficies de nivelación antigua retrabajadas por la erosión, de los cuales han recibido los aportes de sedimentos para constituir abanicos aluviales recientes que, posteriormente, fueron cortados por los valles erosivos, dejando abanicos terrazas y, en otros casos, pequeños abanicos poco alterados por la erosión.

Las referidas llanuras aluviales acumulativas, sobre lentes arcillosos, presentan procesos de humedecimiento y secado, originando una haploidización del perfil de suelo y formando suelos arcillosos de colores claros, debido a una buena cantidad de carbonatos y sales solubles, entre los que destacan los *Entic Chromusterts* y *Typic Chromusterts* en áreas con drenaje moderado y los *Typic Chromusterts* con fase sódica en áreas con drenaje imperfecto.

Los procesos más intensos que se llevan a cabo en estas superficies son el agrietamiento, que da lugar a la autoinversión y la formación de superficies de deslizamiento y estructuras en cuña, características de los Vertisoles.

En áreas de mejor drenaje y en una posición fisiográfica más elevada de las llanuras, han propiciado el desarrollo de los Molisoles, con horizonte argílico, donde el material parental provee el material migrante con alta proporción de arcillas producto de la meteorización de éstas.

Lo anterior se presenta en los conjuntos "Mogollón" de los *Typic Argiustolls* con fase cálcica, "China" de los *Vertic Argiustolls* y "Agualeguas" de los *Lithic Argiustolls*.

En áreas deprimidas y con las características anteriores, pero además con el aporte de sodio, el horizonte argílico se ha transformado en nátrico, con estructura columnar

en la parte superior con una saturación de sodio intercambiable mayor de 15% en los 40 cm superficiales. Este sodio se origina por un proceso adicional de alcalinización, con una acumulación de iones en el complejo de cambio de la arcilla. Estos procesos dieron lugar al conjunto "Corona" de los *Typic Natrustolls*.

Por otro lado, en superficies a nivel y con buen drenaje se ha desarrollado el conjunto "Peñita" de los *Typic Haplustolls*, caracterizado por la presencia de un epipedón mólico, rico en materia orgánica y bases, así como el conjunto "Encadenado" de los *Vertic Haplustolls*, que presenta una alta proporción de arcillas y un epipedón mólico, ampliamente distribuido en estas terrazas.

Por último, en los depósitos aluviales más recientes, aportados por el río Pílon y bajo la influencia de éste, se han formado los *Fluventic Haplustolls*, del conjunto "Pílon".

En menor proporción se presentan los Aridisoles, representados por el conjunto "Salado" de los *Typic Salorthids*, que se localizan en superficies depresivas antiguas en donde ha existido un enriquecimiento secundario de sales solubles con un contenido de sales de 2% o mayor, provenientes de las partes altas y transportadas por el agua, la que origina su acumulación, permaneciendo ahí debido a las condiciones topográficas, drenaje y clima, dando lugar a un horizonte sálico.

Asociado al anterior, se presenta el conjunto "Garañón" de los *Typic Calciorthids* con acumulación de carbonatos secundarios de calcio o calcio y magnesio en forma de concreciones. El horizonte cálcico de estos suelos se ha desarrollado por el arrastre y acumulación de carbonatos, provenientes de materiales parentales calcáreos, en condiciones de baja precipitación, que resultan insuficientes para desplazar los carbonatos del perfil.

En superficies más recientes, se han formado los Entisoles representados por los conjuntos "Espíritu", "Tórtolas" y "Porvenir" de los *Typic Ustifluvents* con fase gravosa, los *Typic Ustifluvents* y los *Mollic Ustifluvents*, respectivamente. Son suelos que se han desarrollado en los depósitos aluviales actuales del río Pílon, depósitos recientes de algunas corrientes en abanicos aluviales.

Unidad mesoclimática semicálida subhúmeda

Esta unidad está representada por 13 conjuntos con un total de 50 perfiles de suelos de los cuales 43 se ubican en alguno de los siete transectos que cubren una longitud

total de 117.2 km, con un promedio de 6.14 perfiles por transecto, con tres perfiles como mínimo y ocho como máximo (**figura 7**).

Fuera de los transectos se ubican siete perfiles realizados por muestreo libre, que permitieron corroborar los conjuntos establecidos, separando 11 unidades de mapeo, que se distribuyen en 10 asociaciones y una consociación (**tabla 1**).

Los suelos más ampliamente distribuidos pertenecen al orden Vertisol con un 36.0% de esta unidad; le siguen en importancia los Molisoles con 23.16 y los Entisoles con el 21.92, lo que en total suma un 91.55%; el restante 8.45 representa a los Aridisoles y Alfisoles. Esto manifiesta una gran homogeneidad en cuanto a suelos, pero no en el aprovechamiento que se puede hacer de éstos.

C. Superficies de nivelación antigua, retrabajadas por la erosión

Este gran paisaje está formado por dos paisajes; terrazas acumulativas del Terciario Superior constituido por conglomerados, semiredondeados y cementados por una matriz carbonatosa, en las partes más altas y por superficies depresivas con un basamento de rocas del Cretácico Superior, de composición arcillosa (lutitas y margas) (**figuras 2 y 7**). Cubre una extensión de 316.86 km², que corresponde al 30.29% del área total.

Los Vertisoles cubren amplias superficies dentro de este gran paisaje y están representados por el conjunto “Vapor” de los *Typic Chromusterts* y el conjunto “Ángeles” de los *Entic Chromusterts*, en condiciones de mayor humedad y bajo riesgo, se han modificado integrándose hacia Molisoles, al perder paulatinamente parte de sus características vérticas, los procesos estacionales de humedecimiento y secamiento, lo que provoca una disminución de autoinversión característica de estos suelos. En forma incipiente se empieza a formar un horizonte argílico y, más evidentemente, un epipedón mólico. Muy asociado a estos suelos se presenta el conjunto “Espía”, de los *Typic Calciustolls*, con fase pedregosa en antiguos ejes de sedimentación y con una acumulación importante de carbonatos, así como el conjunto “Limpura” de los *Pachic Argiustolls*, que han evolucionado a partir de los *Typic Chromusterts* y con una menor presencia de carbonatos.

En zonas más húmedas y con pendientes moderadas, se ha desarrollado el conjunto “Chapotal” de los *Typic Rendolls*, bajo una vegetación de matorrales y selva baja caducifolia.

En superficies erosivas se desarrollaron los *Lithic Ustorthents* del conjunto "Coyonoxtle", dentro de los Entisoles y se le ubica en las partes altas de lomeríos con escasa vegetación.

En superficies antiguas se presenta el conjunto "Cuesta" de los *Typic Haplustalfs* y el conjunto "Flores" de los *Arenic Haplustalfs*, localizados en áreas muy inclinadas, en el caso del primero, y en áreas ligeramente inclinadas en el segundo. Aparecen como remanentes de suelos originados en épocas más húmedas, cubriendo pequeñas extensiones, caracterizados por un epipedón ócrico, sobre un horizonte argílico y con una proporción de carbonatos muy baja.

Por último, en áreas de lomeríos, con pendientes fuertes, aparece el conjunto "Sauz" de los *Typic Haplargids*, también como remanentes de erosión, y formado en épocas antiguas. Son suelos delgados de colores muy claros, pobres en materia orgánica, desprovistos de vegetación, y con procesos erosivos muy intensos (tabla 1 y figura 7).

D. Llanuras aluviales acumulativas

Este gran pasiaje es el resultado de la acumulación de depósitos, provenientes de las terrazas erosivas de conglomerados, que formaron una serie de abanicos aluviales coalecentes, que dieron origen a amplias superficies ligeramente inclinadas. Se separaron dos paisajes, uno de abanicos aluviales antiguos, con diferentes grados de inclinación y parte de la llanura aluvial del río Pilón. Cubre una extensión de 144.45 km², que corresponde al 13.81% del área total (figura 7).

En este gran paisaje se presenta una clara selección granulométrica, ubicándose los Vertisoles en las partes bajas y cóncavas de los abanicos aluviales, representados por el conjunto "Vapor" de los *Typic Chromusterts*, y el conjunto "Vicente" de los *Typic Pellusterts*. Estos suelos se diferenciaron, para el caso del primero, por un contenido bajo en materia orgánica y alta proporción de carbonatos, y viceversa para el segundo.

En las partes medias de los abanicos aluviales se presentan los Molisoles, representados por el conjunto "Ladrillo" de los *Typic Calciustolls*, que presenta un horizonte cálcico, originado bajo un régimen de humedad ústico y en un sustrato rico en cationes alcalinotérreos, donde el continuo aporte de bases provenientes de las partes altas han propiciado la evolución del horizonte cálcico y la formación del epipedón mólico con una acumulación de carbonatos secundarios, en donde la escasa precipitación o la relativa

impermeabilidad de las capas más profundas no han propiciado la profundización de los carbonatos y, por tanto, se ha desarrollado este suelo.

En las partes altas de los abanicos se presenta el conjunto "Flores" de los *Arenic Haplustals*, como remanente de erosión y formado bajo condiciones diferentes a las actuales.

Por último, en los valles fluviales se presenta el conjunto "Laborcitas" de los *Typic Ustifluvents* y el conjunto "Angostura" de los *Mollic Ustifluvents* desarrollados sobre depósitos recientes. El primero presenta poca evolución pedogenética por las condiciones fisiográficas donde se encuentra, pero el segundo está en un proceso evolutivo hacia los Molisoles y, por tanto, se encuentra intergradado hacia éste, con un epipedón mólico moderadamente desarrollado y una cierta tendencia a la diferenciación de horizontes (figura 7).

Conclusiones

Taxonómicamente, las mejores unidades de suelos son los conjuntos Caravana, de los *Typic Pellusterts*, Laguna, de los *Vertic Calciustolls*; Nogalito, de los *Entic Pellusterts*; Arroyo, de los *Entic Chromusterts*; Peñita, de los *Typic Haplustolls*; Mogollón, de los *Typic Argiustolls* con fase cálcica; Campana, de los *Typic Chromusterts*; y Tórtolas, de los *Typic Ustifluvents*.

Este levantamiento de suelos permitió separar unidades de paisaje que fueron consideradas como unidades de mapeo y por tanto se les asignó una unidad taxonómica funcional.

El levantamiento permite extrapolar el uso de los suelos, o de las unidades de mapeo que ofrecen características de redituabilidad hacia zonas que con los mismos suelos, pero sin la infraestructura necesaria para llevarse a cabo, podrían ser explotados con cierta confiabilidad.

Referencias

- Birkeland, W.P. (1984), *Soils and Geomorphology*, Oxford University Press, 372 págs.
- Cline, M.G. (1973), *Lógica en el trabajo del levantamiento de suelos*, (traducido por Comerma G., J.A. y F.J. Granados), publicación tomada del Centro de Investigaciones Agronómicas según el IV Congreso y II Reunión Nacional de la Ciencia del Suelo,

- Maracay-Venezuela, 1972, 41 págs.
- Dregne, H.E. (1976), *Soils of Arid Regions. Developments in Soil Science* 6, ELSEVIER, 237 págs.
- Elbersen G., W.W., S.T. Benavides y P.J. Botero (1974), *Metodología para levantamientos edafológicos (especificaciones y Manual de procedimientos)*, CIAF, Bogotá, Colombia, 134 págs.
- García, E. (1981), *Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*, 3a. ed., Larios, México, 153 págs.
- INEGI (1975), Carta Geológica, Hojas G14 C37, G14 C38, G14 C47 y G14 C48.
- INEGI (1975), Carta de vegetación y uso del suelo, Hojas G14 C37, G14 C38, G14 C47 y G14 C48.
- León P., J.C. (1980), *Unidades taxonómicas y unidades de mapeo en levantamientos edafológicos*, CIAF, Bogotá, Colombia, 152 págs.
- López R., E. (1982), *Geología de México*, tomo II, Ed. Escolar, 453 págs.
- López G., J. (1991), Levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca baja del río Pilon-Casillas, Nuevo León, México, Tesis de Doctorado en Ciencias, UNAM, México, 193 págs.
- Roger, C.L. et al. (1961), *Reconocimiento geológico del norte de Zacatecas y áreas adyacentes en Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí*, CRNNR, Bol. núm. 56.
- Sánchez, S.R. (1985), Vegetación en Galería del río Pilon-Casillas, Nuevo León, México, Tesis de Doctorado en Geografía, UNAM, México, 297 págs.
- Sánchez, S.R. (1987), Algunas características hidrológicas del río Pilon, Nuevo León, *Ingeniería Hidráulica en México*, México, págs. 36-51.
- Soil Survey Staff (1951), *Soil Survey Manual*, Agric. Handbook, núm. 18, USDA., US Government Printing Office, Washington, D.C., 503 págs.
- Soil Survey Staff (1981), *Soil Survey Manual*, Handbook 430, Cap. 4, 5 y 7.