

## LOS ESTUDIOS MORFOEDAFOLÓGICOS EN EL ÁREA XALAPA-COATEPEC, VERACRUZ

Jean-Pierre Rossignol<sup>1</sup>

### Introducción

Los estudios morfoedafológicos en el área Xalapa-Coatepec se están realizando en el marco del proyecto LIDER, (Laboratorio de Investigación y Desarrollo Regional), pluridisciplinario (geografía, economía, edafología, agronomía, ecología) y pluriorganismo\* (INIREB, UV. por parte de México, ORSTOM, CIRAD, INRA por parte de Francia.) Su meta consiste en el estudio de las condiciones socio-económicas y agro-ecológicas de la zona cafetalera del centro del Estado de Veracruz (Xalapa-Coatepec) con el fin de definir las causas de la inestabilidad de los sistemas de pro-

ducción cafetaleros (Marchal, Palma 1985).

El método morfoedafológico fue elegido para responder a la finalidad del proyecto porque, de un lado se adapta perfectamente para definir el medio ambiente de los sistemas productivos, así como las condiciones del medio natural en el cual se desarrollan los cultivos, y del otro lado es un método pluridisciplinario y sintético.

### La zona de estudio

#### Metodología

1. Los estudios morfoedafológicos del área Xalapa-Coatepec se realizan en un conjunto de 10 municipios que cubren aproximadamente 1 000 km<sup>2</sup>. (Fig. 1).

Tres niveles de percepción se están utilizando para caracterizar el medio biofísico (Kilian, 1983 y 1984, Marchal, Pasquis, 1984).

*El nivel paisaje.* La primera fase del trabajo consistió en un inventario general morfoedafológico a la escala 1: 50,000 de toda el área (Rossignol *et al*, 1985). Al mismo tiempo se realizó un

<sup>1</sup> Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM). 213, rue La Fayette, 75480. París (Francia).

\* Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB). Apartado postal, 63. 91000 Xalapa, Ver. (México).

Universidad Veracruzana (UV). Zona Universitaria. 91000 Xalapa, Ver. (México).

Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). 42, rue Scheffer 75116 París (Francia).

Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). Route de Saint-Cyr. 78000 Versailles (Francia).

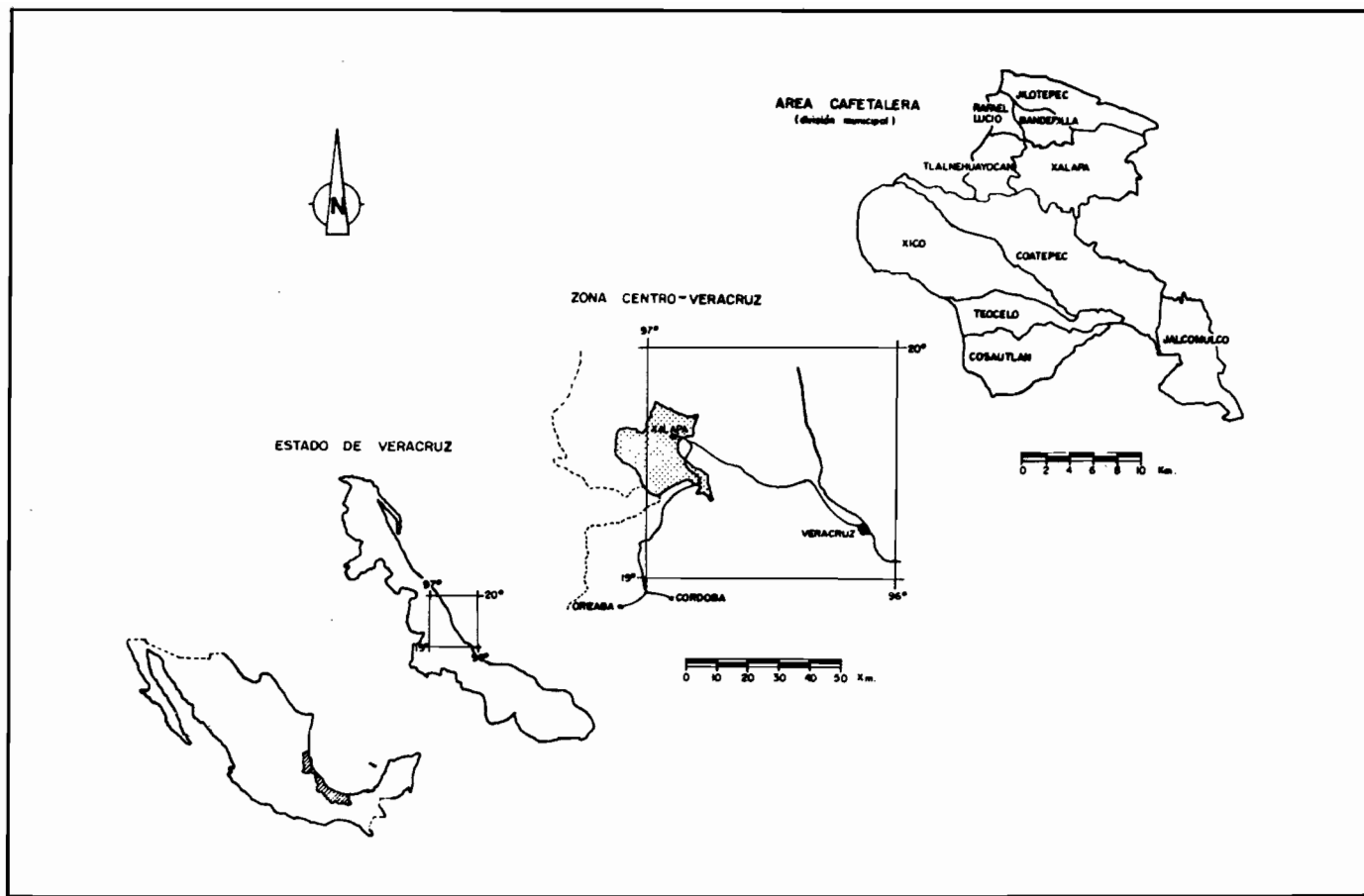


Figura 1. Localización del área Xalapa-Coatepec.

estudio más detallado a la escala 1:20,000 del municipio de Cosautlán de Carvajal (Fig. 1) sobre aproximadamente 7 000 has (Roulleau *et al.*, 1985). Este mapa sirve de soporte biofísico para los estudios agronómicos y económicos que se realizan de preferencia en este municipio.

*El nivel parcelario.* En la segunda fase del trabajo se proveen estudios detallados a gran escala (1:5,000), en áreas de pequeña superficie pero representativas de las unidades morfoedafológicas descritas en los mapas 1:50,000 y 1:20,000. En estas áreas se realizan también experimentos agronómicos y seguimientos de los sistemas de producción (Bernard, 1986).

*El nivel región.* Se presenta a continuación una síntesis de los estudios hechos al nivel paisaje. La escala de representación es el 1:250,000. (Fig. 2).

Los componentes principales que intervienen en este nivel son el clima, la litología, los grandes rasgos de la fisiografía, la cubierta vegetal y el uso predominante del suelo, los procesos de pedogénesis y de morfogénesis, la estabilidad o la inestabilidad del medio. Se indican también los principales factores limitantes a la producción agrícola.

La leyenda del mapa (Cuadro 1) se presenta en un cuadro de doble entrada: las líneas enumeran las unidades morfoedafológicas y las columnas especifican los componentes del medio ambiente, incluyendo las principales limitantes agronómicas.

Paralelamente se realizaron estudios y mapas de agroclimas y de vegetación a la escala de 1:50,000 (Geissert, 1985 y 1986, Arriaga, 1985 y 1986,

Arriaga y Geissert, 1985). Los resultados de los trabajos agroclimáticos y de vegetación se usaron juntos con los morfoedafológicos para la síntesis presentada.

### *Resultados*

La zona de estudio se encuentra en las faldas orientales del Cofre de Perote, de los 4 280 m de la Peña hasta 400 m de altitud en Jalcomulco.

El área se subdivide en dos grandes zonas fisiográficas: las faldas altas del Cofre de Perote con pendiente general hacia el S.E. fuerte (15%) y las faldas bajas con pendiente general suave (3%). También se distingue dos provincias geológicas: la volcánica y la sedimentaria (Fig. 2 y Cuadro 1).

*La provincia volcánica.* Representa aproximadamente 80% de la superficie.

11) Las faldas altas del Cofre de Perote.

Es la zona montañosa. Sus vertientes se reparten entre los 4 200 m y 1 300 m, aproximadamente en tres zonas características:

a). El macizo del Cofre de Perote (unidad 1) de 4 200 m a 3 000 m de altitud, con relieve quebrado. Las pendientes son fuertes a muy fuertes sobre todo del lado este donde existe un acantilado de más de 1 000 m. El clima es muy frío (2°C de temperatura media anual), con heladas casi todo el año, y húmedo (1 700 mm de lluvia) sin meses secos. Las rocas están constituidas por andesitas que sufren procesos de gelifración. La vegetación pasa de un páramo de altura a un bosque de

coníferas (*Pinus, Abies*), de poca densidad. Los suelos son poco evolucionados de erosión (litosoles) y andosoles poco diferenciados humíferos y criptopodzólicos, medianamente profundos, negros, limosos y muy porosos. Estos suelos se asocian entre ellos en una "microyuxtaposición", pasando rápidamente de los superficiales a los profundos. La cubierta vegetal es insuficiente para impedir ciertos movimientos de material, sobre todo en la parte alta (unidad 1a) y en los acantilados. Es una zona fuertemente penestable. Conviene a la forestación, en particular de coníferas, de un lado para la protección del medio y del otro para la producción de madera, salvo en la parte más alta (unidad 1a), arriba de los 3 900 m, donde se desarrolla el páramo de altura.

b). Las vertientes altas de 3 200 m a 2 200 m de altitud (unidad 2); la fisiografía es de lomeríos redondeados inclinados (unidad 2a) y separados por barrancas profundas (unidad 2c); se encuentra también un "altiplano" (unidad 2b) a 3 000 m de altitud. Es una zona de coladas basálticas y andesíticas sobrepuestas, recubiertas por depósitos de cenizas volcánicas recientes; algunos pequeños conos volcánicos salpican la unidad. El clima es frío (11°C de temperatura media anual) con heladas de octubre a mayo, y húmedo (1 700 mm de lluvia) con neblinas frecuentes, sin meses secos. El pinar está bastante alterado por la agricultura, sobretudo por los cultivos de papa y de maíz y por los pastizales. Los andosoles humíferos, profundos, negros, muy porosos a tendencia criptopodzólica se asocian a litosoles de erosión sobre las pendientes más fuertes. La estabilidad varía en función de las zonas fisiográficas: estable en el al-

tiplano (unidad 2b), fitopenestable en los lomeríos (unidad 2a), fuertemente penestable en las barrancas (unidad 2c). Una parte de la zona puede ser reservada al uso forestal (unidad 2c), debido a la fragilidad de los suelos sobre pendientes fuertes. Otra parte puede ser utilizada para los cultivos de papa y de maíz. (unidad 2a y 2b).

c). Las vertientes bajas, entre 2 200 m y 1 300 m de altitud aproximadamente (unidad 3). La fisiografía es de cerros montañosos alargados en el sentido de la pendiente general, con crestas agudas a veces redondeadas, que se convierten en ocasiones en pequeñas mesetas inclinadas (unidades 3a, 3b). Aparecen colinas redondeadas en la unidad 3c; los ríos corren en el fondo de barrancas generalmente profundas. El substrato está formado por coladas de andesitas bastante alteradas y por flujos piroclásticos recubiertos de depósitos de cenizas volcánicas recientes. Una parte (unidad 3c) está constituida por coladas de basalto caótico, llamado malpaís, con delgados recubrimientos de cenizas volcánicas. Se observan también algunos conos volcánicos.

El clima es templado (11° a 17.5°C de temperatura media anual con heladas irregulares de noviembre a marzo) y húmedo (1 600 a 2 000 mm de lluvia) con neblinas frecuentes. La ganadería extensiva y la producción lechera predominan con sus pastizales; algunas milpas y cultivos de papa se reparten en la unidad. Es también el dominio del bosque mesófilo de montaña, con encinos y liquidambares, que se encuentran sobre las pendientes más fuertes. El café aparece en la parte baja de la zona junto a algunas fincas de frutales como las de aguaca-

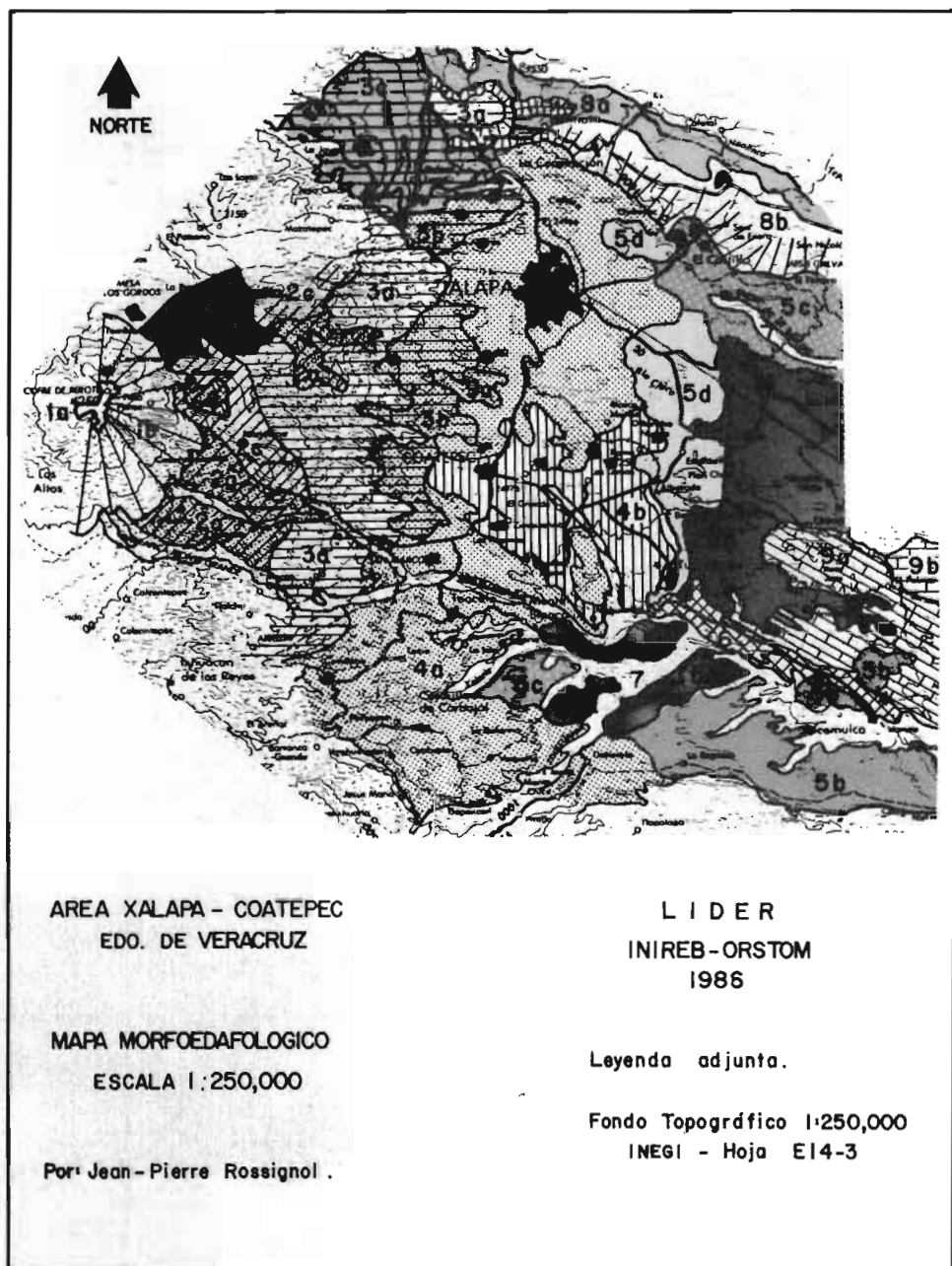

















Fig. 2. Mapa morfoedafológico, escala 1:250.000 del área Xalapa-Coatepec, Veracruz

COMPONENTES		FISIOGRAFIA	CLIMATOLOGIA	LITOLOGIA
UNIDADES MORFOEDAFOLÓGICAS				
<b>I PROVINCIA VOLCANICA</b>				
A/ ZONA MONTAÑOSA O FALDAS ALTAS DEL COFRE	1. <b>MACIZO</b> 3000-4200 m.	 <p>1a. Parte alta del CoFRE. 1b. Vertientes con pendientes fuertes y muy fuertes.</p>	Muy frio Húmedo	Andesitas
	2. <b>VERTIENTES ALTAS</b> 2200-3200 m.	 <p>2a. Lomeríos redondeados inclinados. 2b. Altiplano. 2c. Barrancas profundas.</p>	Frio Húmedo	Andesitas recubiertas por cenizas volcánicas.
	3. <b>VERTIENTES BAJAS</b> 1300-2200 m.	 <p>3a. Cerros montañosos alargados y inclinados con pendientes fuertes. 3b. Y con pequeñas mesetas inclinadas. 3c. Laderas irregulares, onduladas, inclinadas.</p>	Templado Húmedo	Coladas andesitas y flujos piroclásticos recubiertos por cenizas.
a. PARTES MEDIANAS	4. <b>MESETA REGIONAL</b> 900-1400 m.	 <p>4a. Meseta regional disectada en lomeríos redondeados y alargados. (1100-1400 m.).</p>	Subtropical húmedo 4a. Muy corta estación seca.	4a. Flujos piroclásticos y coladas andesíticas recubiertos por cenizas volcánicas.
	 <p>4b. Meseta plana ligeramente ondulada. (600-1200 m.).</p>	4a. De 3 a 4 meses secos.	4b. Colada de basalto andesítico.	
b/ FALDAS BAJAS DEL COFRE PARTES BAJAS	5. <b>MESETAS DISECTADAS</b> 600-1200 m.	 <p>5a. Meseta ligeramente ondulada y disectada (700-1100 m.).</p>	Tropical con estación seca. 5a. De 5 a 6 meses secos.	Flujos piroclásticos brechoides.
	 <p>5b. Meseta plana recorrida por barrancas. (500-900 m.).</p>	5c. De 1 a 2 meses secos.	5d. Colada andesítica muy alterada.	
	 <p>5c. Lomeríos alargados con pendientes fuertes. (1000-1200 m.).</p>			
	 <p>5d. Lomeríos con ondulaciones suaves. (1000-1200 m.).</p>			

CUADRO 1. Leyenda del mapa morfoedafológico 1:250,000 del área Xalapa-Coatepec.

PEDOGENESIS	MORFOGENESIS	FACTORES LIMITANTES	USO ACTUAL	PROPUESTAS
1a. GELIFRACCION Afloramientos rocosos.	FUERTEMENTE PENESTABLE	Heladas Pendientes muy fuertes. fuerte sensibilidad a la erosión.	1a. Paramo de altura poco denso.	1a. Vegetación natural.
1b. ANDOSOLIZACION Andosoles húmiferos Litosoles ándicos.	Desprendimientos Arroyada difusa.	Rocosisdad, pedregosidad.	1b. Bosque de conf. feras poco denso.	1b. Forestación.
ANDOSOLIZACION	FITOPENESTABLE			
Andosoles húmiferos Litosoles ándicos.	2a. Terracillas. 2b. Lobulos de deslizamiento. Arroyada difusa.	Heladas Pendientes muy fuertes. Moderada sensibilidad a la erosión.	2a. Pastizales, maíz 2b. papas.	Agricultura con posibilidades de intensificación. Ganadería.
	2c. FUERTEMENTE PENESTABLE Desprendimiento.	2c. Pendientes muy fuertes. Fuerte sensibilidad a la erosión, Rocosisdad.	2c. Pinar-Encinar.	2c. Vegetación natural Forestación.
ANDOSOLIZACION	FUERTEMENTE FITOPENESTABLE			
Andosoles húmiferos Andosoles diferenciados. Litosoles ándicos.	Terracillas Lobulos de deslizamiento. Arroyada difusa.	Heladas irregulares Pendientes fuertes a muy fuertes.	3a. Pastizales, maíz, bosque mesófilo, papas.	Agricultura manual a intensificar (maíz, papas, café, frutas).
	3c. ESTABLE.	Fuerte a moderada sensibilidad a la erosión. Rocosisdad.	3b. Café con sombra, pastizales, maíz, papas, frutales. 3c. Pastizales, maíz.	Forestación.
4a. ANDOSOLIZACION FERRALITIZACION	4a. FITOPENESTABLE Terracillas Arroyada difusa Carcavamiento.	4a. Pendientes fuertes ligera sensibilidad a la erosión. Fertilidad química moderada.	Café con sombra, caña de azúcar, maíz, pastizales.	4a. Agricultura manual "de renta" o tradicional a intensificar.
Andosoles Suelos ferralíticos, desaturados. Intergradados ándicos ferralíticos.	4b. ESTABLE.			4b. Agricultura intensiva mecanizada.
4b. MADURACION HUMICA Brunizems.				
VERTISOLIZACION PLANOSOLIZACION HIDROMORFISMO	5a. FUERTEMENTE PENESTABLE Denudación.	Deficiencia hídrica en el suelo pequeña a fuerte.		5a.- Agricultura que ne
5a. Litosoles hidromorficos. Planosoles vérticos.	5b. ESTABLE	5a. Fuerte sensibilidad a la erosión. Suelos someros.	Pastizales, maíz, caña de azúcar, café con sombra.	5b. cesita disminuir 5d. el peso de las limitantes: erosión, sequía, atascamiento.
5b. Brunizems vérticos Planosoles vérticos.	5c. FUERTEMENTE PENESTABLE Denudación.	5b. Hidromorfismo superficial.		5c. Agricultura manual tradicional.
5c. Litosoles.	5d. FITOPENESTABLE Arroyada difusa.	5c. Pendientes fuertes suelos someros Hidromorfismo Fuerte sensibilidad a la erosión.	5d. Café con sombra.	
5d. HIDROMORFISMO FERRALITIZACION Suelos hidromorficos.		5d. Moderada sensibilidad a la erosión. Hidromorfismo moderado.		

<p>B/ FALDAS BAJAS DEL COFRE (sigue) b. PARTES BAJAS (sigue)</p>	<p><b>6. TERRAZAS</b></p> <p>400-700 m.</p> 	<p>Planas, con 3 niveles.</p>	<p>Tropical cálido con 5 a 5 meses húmedos.</p>	<p>Flujos piroclásticos brechoideos.</p>
	<p><b>7. BARRANCAS PROFUNDAS</b></p> 	<p>Vertientes con acantilados y pendientes muy fuertes.</p>	<p>De frío, húmedo a tropical húmedo y arido.</p>	<p>Coladas andesíticas y flujos piroclásticos brechoideos.</p>
	<p><b>8. DEPRESION DE CHILTOYAC</b></p> <p>700-1600 m.</p>  	<p>8a. Zona plana: fondo de la depresión.</p> <p>8b. Vertientes de la depresión con pendientes muy variables, de fuertes a suaves.</p>	<p>De tropical templado con 1 a 4 meses secos.</p>	<p>8a. Colada basáltica del malpaís.</p> <p>8b. Flujos piroclásticos en las laderas y materiales volcánicos escoriaceos en el fondo.</p>
<p><b>II PROVINCIA SEDIMENTARIA</b></p>				
	<p><b>9. CERROS Y LOMERIOS</b></p> <p>400-1100 m. y 1300-1500 m.</p>  	<p>9a. Cerros montañosos y lomeríos alargados con pendientes fuertes.</p> <p>9b. Lomeríos ligeramente ondulados.</p>	<p>Tropical húmedo con 3 a 4 meses secos.</p>	<p>9a. Caliza y caliza marosa.</p> <p>9b. Travertino.</p>
<p><b>SIMBOLOS PARTICULARES</b></p> <p><b>COMOS VOLCANICOS:</b></p>				

Cuadro 1. continúa.



VERTISOLIZACION Brunizems vérticos.	ESTABLE	Deficiencia hídrica en el suelo, moderada a fuerte.	Caña de azúcar, mangos, café, maíz.	Agricultura intensiva mecanizada con riego.
Suelos poco evolucionados.	FUERTEMENTE PENESTABLE Desprendimientos	Pendientes muy fuertes Rocidad Fuerte sensibilidad a la erosión.	Vegetación natural Café, maíz, mango.	Vegetación natural Forestación.
8a. Afloramientos rocosos.	ESTABLE FUERTEMENTE PENESTABLE	8a. Superficie caótica casi sin suelos.	8a. Encinar a la parte más alta y selva baja caducifolia.	8a. Forestación.
8b. MADURACION HUMICA Brunizems.	a ESTABLE	8b. Pendientes fuertes Rocidad Fuerte sensibilidad a la erosión.	8b. Café con sombra caña de azúcar.	8b. Agricultura manual sobre las pendientes fuertes y agricultura intensiva mecanizada con riego en el fondo.
9a. Rendzinas.	9a. FUERTEMENTE PENESTABLE Arroyada difusa.	Deficiencia hídrica en el suelo, fuerte a moderada. 9a. Fuerte sensibilidad a la erosión Suelos someros Pedregosidad elevada <sup>1</sup>	9a. Encinares y milpas.	9a. Forestación Agricultura manual y tradicional.
9b. Rendzinas Vertisoles calcáreos.	9b. ESTABLE		9b. Maíz, papayas, mangos, pastizales.	9b. Agricultura intensiva con riego.

tes, de manzanas o de peras (unidad 3b).

Los andosoles típicos diferenciados pardos a pardo-oscuros, profundos, limosos, muy porosos, son los suelos predominantes; a su lado existen litosoles superficiales con características ándicas, así como suelos más arcillosos, menos porosos (andosoles empardecidos y suelos ferralíticos ándicos), primeros términos de transición de los andosoles hacia los suelos ferralíticos. En las praderas ubicadas en las laderas, el pisoteo del ganado es el origen de las numerosas terracillas que pueden convertirse en pequeños deslizamientos sobre las pendientes fuertes ( $>20^\circ$ ). Se pueden observar también algunos golpes de cuchara y lóbulos de deslizamiento. Es una zona fitopenestable de la cual una parte puede ser utilizada para la forestación en las pendientes muy fuertes y en las zonas de malpaís. Las pendientes relativamente fuertes van a restringir el uso agrícola impidiendo, en su mayor parte, la utilización de los tractores.

## 12) Las faldas bajas del cofre de Perote

Esta zona está ubicada entre 1 500 y 400 m de altitud y presenta varias áreas características. Se subdivide en partes medianas y bajas.

### a/ Partes medianas

a1. Zona de transición (unidad 4a) al pie de las faldas altas del Cofre, entre 1 400 y 1 100 m. Es una meseta de amplitud regional, disectada y recorrida por barrancas profundas; su superficie está formada por lomeríos redondeados y alargados, que pueden tener pendientes bastante fuertes a

fuerzas. Las rocas son flujos piroclásticos brechoídes y coladas andesíticas muy alteradas, recubiertos por cineritas riolíticas y cenizas volcánicas recientes. El clima es subtropical húmedo (de 17.5 a 23°C de temperatura media anual y 1 600 a 2 000 mm de pluviometría) con períodos de neblina y una muy corta estación seca. Es una zona esencialmente cafetalera, cañera y maizera, pero también un poco ganadera.

Dos pedogénesis se manifiestan simultáneamente y se sobreponen. Los suelos que se desarrollan van desde andosoles diferenciados y humíferos (profundos, muy porosos, limosos) hacia suelos ferralíticos (profundos, arcillosos, poco porosos) desaturados con varios intergrados, tales como andosoles empardecidos y suelos ferralíticos ándicos; se encuentran también suelos ferralíticos desaturados a pseudogley y litosoles. En las laderas de esta unidad, se desarrollan algunos procesos de erosión, tales como la arroyada difusa y algunas cárcavas en las parcelas de maíz y de caña de azúcar, así como en las de café después de la limpia con azadón. Los suelos presentan una baja fertilidad química (pH ácido y fósforo aprovechable inexistente). Los ferralíticos sufren exceso de agua en el período más lluvioso lo que puede perjudicar los cultivos si el horizonte de superficie se empapa.

Es una zona fitopenestable. El relieve bastante acentuado es una limitante a veces absoluta para el desarrollo de una agricultura mecanizada. Es una zona ideal para el cultivo tradicional del café, con algunas precauciones en las técnicas de cultivo.

a2. Zona de meseta plana ligera-

mente inclinada. (unidad 4b). Esta zona se ubica al este de la ciudad de Coatepec entre 1 200 y 900 m de altitud. Es una meseta plana ligeramente inclinada, formada por una colada andesítica poco alterada. El clima es subtropical húmedo (23°C de temperatura media anual y 1 600 mm de lluvias con 3 o 4 meses secos y una pequeña deficiencia hídrica en el suelo). Los cultivos predominantes son el café y la caña de azúcar. Los suelos son negros, arcillosos, profundos y porosos (brunizems) con buena fertilidad (Bolaños, 1986). Es una zona estable que corresponde a la de mayor capacidad agrícola del área.

#### b/ Partes bajas.

b1. Zona de meseta ondulada y disectada ("planeze disectada", unidad 5) que se ubica entre 1 200 a 600 m de altitud. Su fisiografía es variada: de un lado ligeramente ondulada con pendientes suaves (unidad 5a y 5d), de otro, plana y recortada por barrancas profundas (unidad 5b); pero cuando la disección es intensa el paisaje está constituido por una alternancia de lomeríos alargados y de barrancas (unidad 5c). El substrato está construido por flujos piroclásticos riolíticos que cambian a capas de ignimbritas en algunos lugares. El clima es tropical con una estación seca acentuada (4 a 6 meses) y una deficiencia hídrica en el suelo moderada a fuerte (temperatura media anual superior a 23°C y 1 200 mm de lluvia). La ganadería extensiva, generalmente con pastizales pobres, cubre grandes superficies (unidades 5a, 5b y 5c). Los cultivos consisten en caña de azúcar y maíz. La franja este (unidad 5d) es zona cafetalera por ser más húmeda.

Los suelos varían de los ferralíticos desaturados con pseudogley y plintita (arcillosos, hidromórficos, poco porosos) a los suelos limosos, hidromórficos con una capa endurecida y silicificada (duripan), llamada tepetate (Rossignol y Campos, 1986). Estos suelos se asocian, en las concavidades, con suelos arcillosos, oscuros, vérticos, limosos en superficie e hidromórficos, de tipo planosoles vérticos. Esta zona presenta una fuerte degradación por erosión hídrica laminar generalizada que adelgaza los suelos (Campos y Rossignol, 1986) y se convierte en fuertemente penestable. En ella se deben prever planos de conservación de los suelos (unidades 5a y 5c). En las mesetas planas (unidad 5b) los suelos son arcillosos, negros, hidromórficos (de tipo brunizems vérticos y planosoles vérticos) y no sufren procesos de erosión.

b2. Terrazas de 700 a 400 m de altitud (unidad 6). En el valle del río de Los Pescados, entre Tuzamapan y Jalcomulco, aparece una zona de tres niveles de terrazas planas, ubicadas sobre un flujo piroclástico brechoide. El clima es tropical cálido (más de 23°C de temperatura media anual con una estación seca de 5 o 6 meses y 800 mm de pluviometría). Los cultivos son de caña de azúcar con riego, de mango, de papaya y un poco de café a la sombra de los mangos. Los suelos son negros, arcillosos, pedregosos con características vérticas. Es una zona estable, de buena capacidad agrícola.

b3. Barrancas profundas (unidad 7). El río de Los Pescados y sus afluentes han disectado fuerte y profundamente la parte sur de la zona, formando barrancas con acantilados. Las altitudes varían de 2 000 m al oeste a 400 m al

este. Las rocas recortadas corresponden a coladas andesíticas al oeste y flujos piroclásticos brechoides al este. Los suelos son poco desarrollados de erosión y con afloramientos rocosos; en las partes bajas se pueden encontrar suelos desarrollados sobre derrubios y coluviones. Todos los climas de frío húmedo a tropical cálido se encuentran a lo largo de estas barrancas. La vegetación natural crece en la parte oeste de las cañadas, en sus partes más estrechas y elevadas; en la parte este donde el valle se ensancha, se encuentran junto a una vegetación natural secundaria, milpas, mangos y café. Debido a la dificultad de acceso y de cultivo, se recomienda en esta zona un uso forestal o dejar crecer la vegetación natural.

b4. Depresión de Chiltoyac (unidad 8). En la parte norte del área, existe una gran depresión de origen tectónica delimitada por escarpes abruptos. En su fondo se derramó una colada basáltica caótica de "malpaís", muy reciente, (unidad 8a). La roca está aún sin alterar y soporta una vegetación natural (bosque mesófilo de montaña en la parte oeste y selva baja caducifolia en la zona este). Esta unidad es de uso forestal. A su lado (unidad 8b) existe un material volcánico más blando con suelos medianamente profundos, negros, en donde se cultiva la caña de azúcar. El clima es subtropical húmedo con una estación seca de 1 a 4 meses y 1 600 mm de lluvia.

*La provincia sedimentaria.* Esta provincia (unidad 9) está representada por pequeños pilares de caliza, ubicados sobre todo en la parte baja.

Las rocas presentan alternancias de estratos poco espesos de caliza y de caliza margosa. El relieve es general-

mente quebrado con pendientes fuertes, debido al plegamiento y al levantamiento (unidad 9a). Existe una pequeña zona ligeramente ondulada (unidad 9b) con un substrato de travertino. La mayoría de estos cerros se encuentran en la parte este del área estudiada, con un clima tropical (23°C de temperatura media anual), húmedo (1 200 mm de lluvia), pero con 4 meses de sequía. Son zonas poco cultivadas debido a las pendientes fuertes y a la escasa profundidad del suelo (unidad 9a); la vegetación natural es de selva baja caducifolia. Los suelos predominantes son rendzinas; sin embargo, en las partes bajas planas y ligeramente cóncavas, cuando el relieve se suaviza, aparecen los vertisoles calcáreos, profundos, negros y arcillosos (unidad 9b), en los cuales se cultiva el maíz. Es una zona fitopenestable.

### Conclusiones

El estudio morfoedafológico de la región del Cofre de Perote y del área cafetalera Xalapa-Coatepec ha permitido la realización de una cartografía que presenta el siguiente diagnóstico regional, en las tres zonas ecológicas principales (Quantín, 1986, Quantín P. *et al.*, 1986).

*La zona montañosa* ubicada en las faldas del Cofre de Perote está caracterizada por pendientes fuertes, y por el predominio de andosoles humíferos que pueden ser frágiles al momento de cultivarlos y susceptibles a la erosión hídrica. Además, estos suelos tienen una fertilidad química limitada sobre todo por la deficiencia en fósforo. Se recomienda:

– proteger y aprovechar racionalmente el recurso natural del bosque

en las partes altas, cuya reinstalación después de la destrucción de los suelos sería más difícil y más costosa. En particular, aprovechar las zonas no destruidas para fomentar un parque nacional de interés a la vez turístico y científico.

– controlar y adaptar el uso agrícola y pecuario actual para impedir la erosión de los suelos cultivados y disminuir los pequeños deslizamientos de suelos ocasionados por el pisoteo del ganado.

*La zona mediana* se encuentra actualmente en condiciones satisfactorias de equilibrio gracias al cultivo tradicional del café con sombra. Los suelos, de tipo andosol sobre cenizas volcánicas recientes, y ferralíticos arcillosos sobre cenizas y coladas volcánicas más antiguas, son estables bajo los cultivos

de café y de caña de azúcar. Al contrario, los pastizales y las milpas sobre lomeríos con pendientes fuertes, provocan ciertos riesgos de erosión debido a la compactación del suelo por el ganado y al trabajo del suelo con azadón, situación que convendrá controlar.

*La zona baja* ha sido casi totalmente deforestada desde hace varios siglos y aprovechada principalmente por pastizales y caña de azúcar. La parte superior de los suelos (ferralíticos y vérticos) ha sido erosionada permitiendo la denudación más o menos intensa del tepetate, cuya presencia a poca profundidad restringe fuertemente sus aptitudes agrícolas. Debido a la evolución socio-económica, una gran parte de esta región se puede volver desértica si no se experimentan y realizan medidas apropiadas, como las técnicas de conservación de los suelos y de su fertilidad.



# LA MORFOEDAFOLOGIA EN LA ORDENACION DE LOS PAISAJES RURALES

CONCEPTOS Y PRIMERAS APLICACIONES EN MÉXICO

COORDINADORES

DANIEL GEISSERT    JEAN-PIERRE ROSSIGNOL



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES SOBRE RECURSOS BIOTICOS

INSTITUTO FRANCES DE INVESTIGACION CIENTIFICA  
PARA EL DESARROLLO EN COPERACION

Primera edición 1987

**La morfoedafología en la Ordenación de los Paisajes Rurales:  
Conceptos y primeras aplicaciones en Mexico**

© INSTITUTO NACIONAL, DE INVESTIGACIONES SOBRE  
RECURSOS BIOTICOS  
Apartado Postal 63, Xalapa, Ver.

Portada: J. C. Esparza Alvarado

**Impreso en México-Printed in Mexico**