

LA ETNOEDAFOLOGÍA EN MÉXICO UNA VISIÓN RETROSPECTIVA

Carlos Alberto Ortiz-Solorio y Ma. del Carmen Gutiérrez-Castorena

Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados
Montecillo, Texcoco, Estado de México.
ortiz@colpos.colpos.mx, castor@colpos.colpos.mx

RESUMEN

Después de más de veinte años de investigación etnoedafológica en México se ha demostrado que diferentes grupos étnicos cuentan con conocimientos sobre el recurso suelo, de forma ordenada y sistematizada. Más aún, dicho conocimiento tiene una utilidad práctica para propósitos agrícolas y no agrícolas. Además, el conocimiento local sobre suelos con la ayuda del conocimiento científico se ha podido transformar en mapas, que han resultado más precisos y exactos que sus equivalentes mapas técnicos y a un bajo costo. También, se ha podido generalizar la información local a nivel regional con la ayuda de la fotointerpretación y hasta ahora, se han detectado problemas en la clasificación automática a partir de imágenes digitales. La experiencia generada muestra que los estudios etnoedafológicos son, una herramienta útil para la comunicación entre técnicos y productores, permitiendo la integración de conocimientos a través de su mezcla, como si se tratara de un fenómeno físico, manteniendo cada uno sus características propias. Es decir, la estrategia es la cooperación de conocimientos más que la competencia entre ellos.

Palabras clave: conocimiento científico, conocimiento tradicional, etnoedafología, mapeo de suelos, taxonomía popular.

ABSTRACT

After, 20 years making studies related with ethnopedology, it has been possible to show that Mexican ethnical groups have an orderly and systematic soil knowledge, that is useful for agricultural and non agricultural purposes. Moreover, the local soil knowledge can be transformed into a soil map, and it is more precise and accurate than similar technical maps, but with a lower cost. Also, it has been possible to generalize the local soil maps into regional maps through interpretation of aerial photographs and for the same purpose it was found problems with interpretation automatic images. The experience generated has shown that ethnopedology studies are also an useful tool of communication between technicians and farmers, that produces a knowledge integration through their mixing, as a physical phenomenon that is, it is necessary the cooperation more than competition of knowledge's.

Key words: ethnopedology, folk taxonomy, scientific knowledge, soil mapping, traditional knowledge.

Introducción

La etnoedafología considerada como la disciplina que se encarga de estudiar los conocimientos que los productores poseen sobre el recurso suelo, cuenta en México con una experiencia de más de veinte años. Durante ese tiempo y con la participación

del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, se han realizado un buen número de investigaciones en diferentes partes del país, las cuales constituyen principalmente los trabajos de tesis de estudiantes, tanto en el ámbito de licenciatura como de postgrado.

Evolutivamente, el desarrollo de la etnoedafología se puede subdividir en tres períodos: el *Inicial* de 1978 a 1981, en el cual se trabaja conjuntamente con la doctora Bárbara J. Williams de la Universidad de Wisconsin (que a nuestro entender debe ser considerada como la pionera en esta materia), se conocen sus investigaciones sobre códigos y se propone y define al concepto de etnoedafología (Williams y Ortiz, 1981); en el periodo *Intermedio*, que se inicia a partir de 1981, resultó muy notoria la confrontación entre el conocimiento científico y el conocimiento tradicional, lo cual produjo que los trabajos efectuados en la primera mitad de los años ochenta tuvieran como objetivo el demostrar a técnicos y a científicos la existencia de otro tipo de conocimientos sobre suelos, el perteneciente al campesino, con un gran nivel de detalle y con una marcada utilidad práctica; y finalmente el periodo *Cartográfico*, a partir de 1987, en el cual se relacionó al conocimiento tradicional sobre suelos con la cartografía y se generó un procedimiento metodológico capaz de sustituir a los levantamientos detallados de suelos, con ventajas y con la expectativa de aplicarlo a zonas económicamente menos favorecidas.

La gran enseñanza que proporcionó la elaboración de mapas de clases de tierras campesinas, es el entender y aceptar que era posible integrar al conocimiento científico con el conocimiento tradicional a través de su mezcla, como si se tratara de un fenómeno físico, es decir, respetando la integridad de ambos. Esta situación, sin proponerle, se convirtió en un puente de comunicación muy eficiente entre productores y técnicos, el cual abrió una puerta a un mundo desconocido, que ha producido y continúa produciendo numerosos problemas para investigar, no solo desde la perspectiva de la ciencia aplicada sino también en la ciencia básica.

En el presente escrito se tiene el interés de mostrar retrospectivamente cómo ocurrió la evolución de la etnoedafología en México, para ello se describen y se discuten las investigaciones más relevantes que permitieron su desarrollo.

Periodo inicial

El primer estudio etnoedafológico donde participa el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, fue el dirigido por la doctora Bárbara J. Williams en el municipio de Tepetlaoxtoc, Estado de México, durante los veranos de 1978 y 1979.

Se seleccionó al municipio de Tepetlaoxtoc porque correspondía al área de influencia de dos códigos náhuatl, específicamente el Código de Santa María Asunción y el Código Vergara, cuya característica más significativa era el contar con la representación pictórica de los tipos de suelos sobre las 1 100 parcelas agrícolas como existían en los años 1540's. Por el tamaño de las parcelas, que era menor a un cuarto de hectárea, se intuía que el conocimiento de los suelos era muy detallado. Estos códigos además, ofrecían la oportunidad de evaluar el impacto de más de 400 años de uso agrícola sobre el recurso suelo.

Al tratar de reconstruir la ubicación geográfica de las parcelas, como uno de los objetivos originales del estudio, se pudo constatar que el proceso de culturización en Tepetlaoxtoc fue tan severo, que prácticamente borró todas las huellas del pasado. Esto provocó un cambio en el enfoque de la investigación, de histórico a tan sólo contemporáneo, y dentro de éste, se buscó establecer sí la percepción sobre los suelos en Tepetlaoxtoc se podía expresar como una taxonomía formal y si se podían definir sus relaciones con otras taxonomías populares.

Esos cambios dieron la oportunidad de conocer la metodología de Williams para realizar *entrevistas*, la cual constaba de los siguientes puntos:

1. La selección de los informantes se realizaba directamente en el campo, lo cual significa que la persona a interrogar debería estar trabajando. Si disponía de tiempo, de inmediato se efectuaba la entrevista y si no contaba con él, entonces se acordaba el lugar, el día y la hora donde se llevaría a cabo.
2. El informante debía expresar sus ideas en forma libre, espontánea y no remunerada.
3. El número de informantes estaba en función del aporte de conocimiento nuevo, es decir, cuando la información se volvía repetitiva se concluían las entrevistas.

Las entrevistas a través del tiempo se convirtieron en una parte fundamental dentro del proceso de generación de información sobre el recurso suelo y sólo la forma de cómo seleccionar a los informantes ha sufrido cambios, variando de acuerdo al objetivo que se persigue como se explicará más adelante.

Uno de los problemas que desde el primer estudio fue detectado (Williams y Ortiz, 1981), es el relativo a la FALTA DE COMUNICACIÓN entre técnicos y productores, problema al cual no se le ha dado la importancia debida, no sólo en los estudios de suelos sino también en muchos otros aspectos.

La relación entre el técnico y el productor, entre el agrónomo y el campesino o entre el científico y el indígena, conduce necesariamente al problema de confrontación de conocimientos; el científico procedente del mundo occidental y el tradicional de origen mesoamericano. Por una parte, como lo reporta Agrawal (1995), el conocimiento tradicional se considera

como un obstáculo para el desarrollo y por la otra, los campesinos pueden aceptar su ignorancia en algunos campos del conocimiento, pero no en todos. Iwanska (1971) lo ejemplifica para una comunidad mazahua, en la cual los productores proclaman su mayor conocimiento sobre los suelos en comparación con los “ingenieros”, también llamados “los que saben”.

Otro ejemplo de lo anterior se encontró en Tepetlaoxtoc en donde se aprendió que en el medio rural mexicano, los productores no emplean el término suelo de la misma forma como lo hacen los científicos (Williams y Ortiz, 1981).

El productor usa el concepto de suelo para referirse al “piso” y cuando se llegaba a esta comunidad o a otras preguntando por las clases de suelos, él pensaba que le preguntamos por los pisos. Si estas respuestas se hubieran utilizado para evaluar el grado de conocimientos que poseen sobre suelos, se llegaría a conclusiones muy lejanas a la realidad. El término campesino equivalente al concepto científico de suelo es el de “tierra”, es decir, se debe preguntar por las tierras más que sobre suelos.

Williams y Ortiz (1981) trataron de establecer las causas de la diferenciación de conceptos y lo atribuyeron a un problema de dimensiones, ya que consideraron que el término tierra era bidimensional, en comparación con el de suelo que es tridimensional; es decir, una percepción de superficie contra otra de volumen. Trabajos posteriores, demostraron que ambas percepciones son tridimensionales, sólo que el productor le da más peso a la capa superficial que es la que trabaja (Ortiz y Gutiérrez, 1999).

Otro aspecto relevante, es la terminología empleada por los productores para describir las características de las tierras, sus problemas y soluciones, ya que fue frecuente el escuchar nombres o conceptos aparentemente fuera de contexto. Tal es el

caso de calificar como tierra *delgada* a la que tiene una *fertilidad baja*.

Es evidente, que el técnico o el científico cuentan con un vocabulario mucho más amplio que el que posee el productor, razón por la cual, después de cada entrevista el investigador se convierte en el traductor de conceptos en ambos sentidos, principalmente del productor hacia el técnico.

Como ya se mencionó durante el agresivo proceso de culturización se destruyeron la mayoría de las evidencias (códices) prehispánicas, por lo que en la actualidad prácticamente es imposible conocer los principios en los que se basaron los grupos étnicos del pasado para clasificar a sus terrenos. Por esta razón, se han tenido que evaluar los trabajos sobre los conocimientos actuales de los campesinos con las reglas de otras disciplinas.

Williams y Ortiz (1981) aplicaron

para los suelos de Tepetlaoxtoc los principios propuestos por Berlin *et al.*, (1973) para las taxonomías populares de fenómenos biológicos; concluyeron que la clasificación local de tierras (suelos) se podía considerar como una taxonomía formal, ya que satisface los requisitos establecidos por Kay (1971). Esto significa, que el conocimiento tradicional se puede organizar a diferentes niveles jerárquicos, que cuenta con una nomenclatura propia y que existe una relación entre ambos.

La taxonomía de las clases de tierras es un tema de estudio obligado para las diferentes etnias, cuyos principios continúan aplicándose hasta la fecha. En la Figura 1 se presentan los resultados para la comunidad Otomí El Nith, estado de Hidalgo (Ortiz y Gutiérrez, 1999), y en la Figura 2 los niveles jerárquicos y la nomenclatura de las clases de tierras de la comunidad matlazinca de San Pedro Tlaltizapan, Estado de México (Abasolo, 2001).

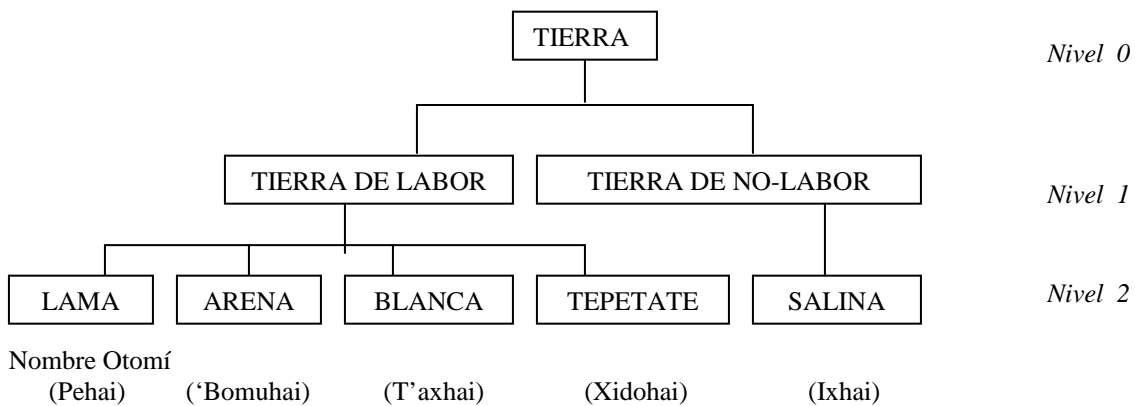


Figura 1. Niveles jerárquicos y nomenclatura de las clases de tierras en la comunidad otomí El Nith, estado de Hidalgo (Ortiz y Gutiérrez, 1999).

Williams y Ortiz (1981) reportaron que en el nivel jerárquico inferior, conocido como genérico, existían clases de tierras es decir, clases de tierras que pueden ser ubicadas tanto dentro del grupo de Tierras de Labor como del grupo de las de No Labor. Esta

doble inclusión es ejemplificada con los materiales denominados como tepetates La aparente dualidad taxonómica se puede explicar a través de la información proporcionada por las comunidades otomíes (Quiroz, 1983), los cuales conservan su idioma

original. Cuando los productores otomíes se refieren a los tepetates (tobas volcánicas),

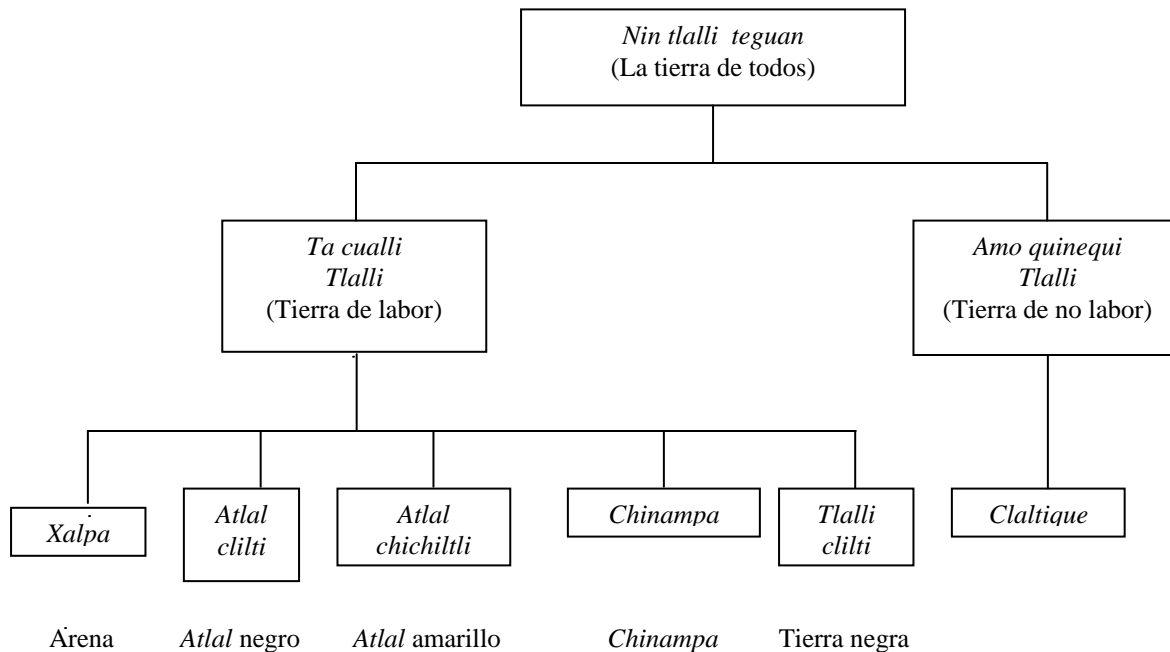


Figura 2. Niveles jerárquicos y nomenclatura de las clases de tierras en la comunidad matlazinca San Pedro Tlaltizapan, Estado de México (Abasolo, 2001).

utilizan dos términos *xido* y *xidohai*; al primero, lo relacionan con el material que aflora a la superficie a través de la erosión, que está cementado y que no tiene aptitud agrícola; al segundo, lo vinculan con el tepetate recuperado, es decir, con el material que ha sido desmenuzado y abonado para poder producir cultivos. Una situación similar ocurría en el mundo azteca prehispánico con los nombres de *tepetatl* y *tepetatlalli* (Gibson, 1996), los cuales son sinónimos de *xido* y de *xidohai*, respectivamente.

Lo anterior se interpreta como que durante el proceso de culturización existió una confusión con los nombres de las clases de tierras y al no entenderse los diferentes significados, se prefirió la *generalización*. Esta generalización provocó que el término tepetate (nombre derivado de la palabra náhuatl *tepetatl*), fuera considerado como una tierra con una dualidad taxonómica cuando en realidad es un problema de tra-

ducción y nomenclatura (Ortiz y Gutiérrez, 1999).

Los técnicos y los científicos no sólo han tratado de generalizar a la nomenclatura de las clases de tierras, y se han olvidado de los finos detalles que poseen los nombres originales, sino que además, han intentado asignarles un significado simplista, como el suponer que tierra negra se relaciona sólo con el color o tierra arenosa sólo con la textura.

Williams y Ortiz (1981) y Ortiz y Gutiérrez (1999) demostraron para diferentes etnias, que el nombre de la clase de tierra es la etiqueta con la cual se indica la característica o propiedad que la identifica, pero que su significado es mucho más amplio y está relacionado con diferentes atributos como: textura, consistencia, retención de humedad, laboreo, fertilidad y salinidad, entre otras. A través del tiempo en los estudios realizados el número de atri-

butos ha aumentado. En el Cuadro 1 se reportan las características de tres clases de tierras que utilizan los campesinos del Estado de México de acuerdo con Luna (1982).

Otra característica metodológica que surgió desde el primer estudio, fue la forma de hacer el muestreo de las clases de tierras para su caracterización analítica. Cuando Williams y Ortiz (1981) consideraron que para el productor las tierras eran bidimensionales, se adoptó que el muestreo fuera sólo para la capa arable y que las determinaciones de laboratorio fueran aquéllas que permitieran probar las opiniones de los productores.

Varios años tuvieron que pasar antes de reconocer objetivamente que se trataba de dos tipos de conocimientos, que como lo establece Agrawal (1995), se emplean diferentes métodos para investigar a la realidad. Es decir, no es válido evaluar uno con las reglas del otro, a pesar de ser posible la transformación de uno en el otro.

Se puede concluir que el avance más significativo en el Periodo Inicial fue la propuesta de definición del término etnoedafología, que de acuerdo con Williams y Ortiz (1981) involucra a los siguientes temas: la percepción popular de las propiedades de los suelos y sus procesos; las clasificaciones y taxonomías locales de suelos; las teorías, explicaciones y dinámicas de las propiedades de los suelos; el manejo local de los suelos; las percepciones populares de las relaciones entre los dominios de suelos y plantas; la comparación entre la ciencia del suelo técnica y popular; la valoración de la percepción popular del suelo en las prácticas agrícolas y otros reinos del comportamiento.

Con lo anterior se entiende en forma general que la etnoedafología es la disciplina relacionada con el conocimiento tradicional, local, campesino o popular, sobre los

suelos.

Periodo intermedio

Después del primer estudio como sucede con muchos otros aprendizajes, la tendencia fue repetir el proceso casi de manera íntegra, pero con diferentes grupos étnicos y diferentes tipos de agricultura, tanto de riego como de secano: Luna (1982) y Calderón (1983) trabajaron en comunidades de ascendencia náhuatl en la Cuenca de México; Quiroz (1983) en comunidades otomíes del Valle del Mezquital; y Pérez (1984) con el grupo maya en el municipio de Oxkutzcab, Yucatán.

Pronto se descubrió que no existían diferencias entre los conocimientos que proporcionan los informantes, con relación a su edad. Los grupos étnicos azteca y otomí, indicaron sobre el particular *que no existía una relación entre la edad y el conocimiento de sus tierras, sino más bien, era el arraigo que tuvieran sobre ellas, lo que producía un conocimiento real de los terrenos agrícolas*. Lo anterior, se interpretó que entre mayor contacto se tenga con las tierras mayor conocimiento puede ser generado y viceversa (Ortiz y Gutiérrez, 1999).

También se estableció, que el conocimiento campesino contemporáneo sobre tierras en todos los estudios realizados, inclusive en los más recientes como el de Abasolo (2001) con el grupo matlazinca en el Estado de México o el de Castro (2001) con el grupo huasteco hidalguense, tiene más parecido con el conocimiento tradicional que con el conocimiento científico, y un origen marcadamente prehispánico. Se mostró nuevamente la falta de comunicación entre técnicos y productores, sobre todo en las zonas marginales con indígenas que conservan sus idiomas originales. Otro aspecto relevante, fue el reconocer que el conocimiento tradicional no es estático,

sino más bien, como lo establece Stevenson (1996), va evolucionando y se adapta a las

nuevas circunstancias y a los nuevos tiempos. Se ha encontrado que la forma especifi-

Cuadro 1. Caracterización local de tres clases de tierras del ejido de San Salvador Atenco (Luna, 1982).

<i>Atributo</i>	<i>Clase de tierra</i>		
	<i>Barro</i>	<i>Salina</i>	<i>Arena</i>
Consistencia en seco	Terrones duros	Suelta, no es dura	Suave
Consistencia en húmedo	Pegajosa, chiclosa	No se pega mucho	No pegajosa
Textura	Forma grietas	Polvillo	No se agrieta
Retención de humedad	Tierra seca, trabajándola a tiempo guarda humedad.	Guarda humedad	No guarda humedad
Fertilidad	No necesita mucho abono, tiene productos que le da a la planta	Las plantas son raquílicas y amarillentas	Se debe abonar para tener buenas cosechas
Laboreo	Se agrieta mucho, el abono y la ceniza lo suavizan, Pesado cuando está muy húmedo	Fácilmente trabajable	Fácil de trabajar
Salinidad	No se presenta	No deja germinar a la semilla. La planta no produce.	No se presenta

ca como se continúa generando el conocimiento tradicional, es a través de un proceso inductivo que no parte de regla alguna, sino que analiza el comportamiento de un fenómeno para finalmente definir sus características. Es decir, el productor está atento a lo que sucede en sus terrenos y con los de sus vecinos, ya sea a través del desarrollo de plantas o inclusive de las reacciones de los animales. En este proceso, ellos utilizan como herramientas de investigación la observación y la comparación de clases de tierras a través del tiempo, medido en ciclos de cultivos o de años. Este último, ha sido

considerado por Ortiz y Gutiérrez (1999) como la principal diferencia entre el conocimiento tradicional y el conocimiento científico, es decir, mientras que el productor *monitorea* el recurso natural a largo plazo para generar su conocimiento, el científico lo desarrolla de forma casi instantánea.

Además de comenzar a entender la forma como se genera el conocimiento sobre las clases de tierras por parte de los productores, en este periodo se inició la importante búsqueda de la utilidad del conocimiento tradicional. Se encontraron en los trabajos

realizados (Luna, 1982; Quiroz, 1983; Calderón, 1983; Pérez, 1984; Espinosa, 1987; González, 1988; Carrillo, 1988; Rodríguez, 1990; Villalón y Tavarez, 1991; Licona, 1991; Martínez y Ortiz, 1992; Cruz, 1994 y Nieves, 1995), evidencias suficientes para establecer que las clases de tierras se relacionan con: cultivos adaptables, labores de cultivos, abonos, arvenses, métodos específicos de recuperación de suelos y usos no agrícolas. A continuación se detalla cada una de estas relaciones:

Cultivos

En cada comunidad estudiada se ha detectado consistentemente la asociación entre cultivos y clases de tierras; por ejemplo, Quiroz (1983) encontró que existen cultivos que se adaptan a más de una clase de tierra y cultivos que son específicos para una clase de tierra (Cuadro 2).

También se encontraron situaciones y más aún, recomendaciones semejantes en

Cuadro 2. Relación entre clases de tierras y cultivos adaptables en El Nith; Ixmiquilpan, Hidalgo (a partir de Quiroz, 1983).

Clase de tierra		Cultivos
otomí	español	
<i>Pehai</i>	Lama	Maíz, alfalfa, trigo y cebada
<i>T'axhai</i>	Blanca	Maíz, alfalfa y maguey
<i>Bomuhai</i>	Arenosa	Hortalizas
<i>Ixhai</i>	Salina	Romerito
<i>Xidohai</i>	Tepetate	Jitomate y chile

diferentes áreas, como la presencia de romerito (*Suaeda nigra*) y pasto salado (*Distichlis spicata*) en las Tierras Salinas de El Nith, estado de Hidalgo (Quiroz, 1983) y de Atenco Estado de México (Luna, 1982); o la recomendación de no cultivar papaya en las tierras de Barro de Veracruz (Licona, 1991) y los Akalchés en Yucatán (Pérez, 1984), ambas tierras con una textura arcillosa. Una opinión común entre los campesinos o productores de las diferentes comunidades estudiadas, ha sido el señalar que las mejores clases de tierras son aquellas que pueden producir el mayor número de cultivos; por ejemplo, la mejor tierra tanto en El Nith, Hidalgo como en San Salvador

Atenco, México, es la lama (Cuadro 2).

Labores de cultivo

Los productores de diferentes comunidades mencionan que ellos realizan las mismas labores para todas las clases de tierras, sin embargo, los implementos agrícolas que utilizan difieren por clase de tierra. Al respecto, Luna (1982) encontró que en Atenco, Estado de México, utilizan varios tipos de arados, como: el jorobado, el extranjero, el vertedero, el asegundador y el arado del 20; este último se usa exclusivamente en las tierras duras y arcillosas, como las llamadas barros y cacahuatudas.

Sobre implementos agrícolas para clases de tierras específicas, también se detectaron importantes innovaciones tecnológicas. Un caso, es el reportado por Licona (1991) para la zona centro del estado de Veracruz, en donde el problema de cultivar papaya en

una tierra de barro, fue resuelto utilizando un sistema de preparación del suelo con base en la formación de camellones o bordos que evitan el anegamiento en la zona de raíces y permiten el cultivo de papaya en estas tierras.

Lo más extraordinario es que esta práctica lleva implícito el uso de un implemento especial, localmente denominado como *Los Picos*, que son dos aletas adaptadas a un subsolador y es accionado con tractor. Esta práctica también se puede realizar con arado de hierro y con tracción animal, pero con una mayor inversión de trabajo.

Lo anterior significa que el campesino ha resuelto su problemática individualmente y que cuando los técnicos les han ofrecido estrategias diferentes sin tomarlos en consideración, les resultan poco atractivas. Por lo que si se coordinara el conocimiento científico con tradicional se abrirían múltiples perspectivas, como en este caso, sobre el diseño de implementos agrícolas.

Abonos

El campesino conoce el efecto benéfico de fertilizantes y estiércoles para cada clase de tierra y cultivo que produzca (Luna, 1982; Quiroz, 1983; Licona, 1991). Sin embargo, al menos en el área de influencia de Chapingo, Estado de México, se aprecia poca aceptación de los fertilizantes o abonos químicos.

Algunas de las razones expuestas por el campesino, de acuerdo con Luna (1982) son: que sólo dura un año; que necesita agua, pues de lo contrario secan o queman a las plantas; no dan garantía; producen una cañuela de maíz gruesa que no gusta a los animales. Con esta perspectiva campesina, el uso de fertilizantes no sólo contempla el rendimiento de grano, el cual lo asocian con la disponibilidad de agua, sino que también le dan peso a los residuos

usados como forrajes, que son cada vez más escasos y costosos.

En Yucatán, Pérez (1984) indica que el uso de fertilizantes y abonos orgánicos, está restringido más por problemas de tipo económico que por desconocimiento de su efecto en las diferentes clases de tierras.

Un dato importante surgido en diferentes comunidades es que el uso de fertilizantes se correlaciona negativamente con la presencia de ganado mayor. Esto es, si existe ganado se prefiere el uso de estiércol sobre el fertilizante.

Por otra parte, el uso de estiércoles es plenamente aceptado por los campesinos, los cuales tienen un conocimiento amplio del mismo. En las entrevistas que se les han realizado, se han obtenido datos sobre su efectividad, duración y el tipo más adecuado por clase de tierra y por cultivo. Más aún, le dan atributos no sólo de abono, sino también de mejorador, siendo muy útil para aumentar la retención de humedad, para ablandar tierras arcillosas y para recuperar tanto a tepetates como a tierras salinas (Luna, 1982; Quiroz, 1983; Pájaro, 1990; Rodríguez, 1990 y Villalón y Tavarez, 1991).

También ha sido sobresaliente detectar el uso de otros materiales a los que comúnmente se emplean como abonos, por ejemplo la tierra de lama se utiliza en el centro del país para mejorar a otras clases de tierras (Luna, 1982; Quiroz, 1983), la cual además es una práctica común desde la época prehispánica. Otro material, es la ceniza doméstica, que al analizarla resultó ser la que presenta un mayor contenido de fósforo y potasio con respecto a estiércoles y otros abonos (Luna, 1982).

Arvenses

Contrario a los principios de la agricultura comercial de eliminar toda competencia al cultivo de interés, el campesino aprovecha

todo lo que la naturaleza le ofrece (Luna, 1982). Más aun, conoce cuales son las especies comestibles, forrajeras, medicinales y hasta ornamentales y cómo éstas se relacionan con las diferentes clases de tierras. Al respecto, Espinosa (1987) encontró que una planta llamada localmente chala o gasparillo (*Reseda luteola*, L.), que crece solamente en tierras blancas y de lama, es utilizada como forraje para el ganado durante la época de invierno por ser resistente a las heladas y a la poca humedad; además señala que es un excelente sustituto de la alfalfa y muy apetecible por el ganado. Para probar estas opiniones se realizaron análisis bromatológicos y se confirmó su alto valor nutricional.

La recolección de plantas comestibles como una práctica común en los terrenos de cultivo y el reconocimiento cada vez más serio de la medicina con plantas, son indicios de la gran importancia de las arvenses en el medio rural mexicano, que consecuentemente repercute sobre las clases de tierras campesinas.

Recuperación y mejoramiento de tierras

En el trabajo de Quiroz (1983) se indica el uso de estiércol y de subsoleo, como prácticas para la recuperación de tepetates en el Valle del Mezquital. Sin embargo, es bien conocido que se trata de una modificación de técnicas prehispánicas, como las reportó Sahagún (1907), las cuales han sido adaptadas a los nuevos materiales y herramientas de que dispone actualmente el productor por lo que se entiende como una evolución de su conocimiento.

Además, las limitaciones ambientales a las que se han enfrentado los campesinos, los ha obligado a tratar de convertir terrenos improductivos en terrenos agrícolas o a mejorarlos para el desarrollo de los cultivos. Por ejemplo, Luna (1982) reporta

que en Atenco, Estado de México, existen métodos para la recuperación de tierras salinas y también se conoce el beneficio de las cenizas domésticas para mejorar la estructura de las tierras arcillosas, como las de barro y las cacahuatudas.

Ese tipo de información no se quedó como un dato más, sino que sirvió como hipótesis de trabajo para investigaciones subsecuentes. Tal es el caso del estudio realizado por Rodríguez (1990), quien efectuó entrevistas para conocer los procedimientos de recuperación de tierras salinas en Atenco; estos métodos los reprodujo bajo condiciones de laboratorio con el fin de conocer detalladamente el efecto positivo de la aplicación de estiércol y de agua en la extracción de sales y sodio, inclusive, confirmó los resultados a través de la siembra de plantas sensibles a la salinidad como el frijol.

Los resultados fueron tan contundentes que se propuso como método para recuperar las tierras salinas de la delegación Tláhuac, en el Distrito Federal. Hay que señalar que en esta delegación existen tres clases de tierras con problemas de sales: la de pantano, la salina y la porosa, con condiciones que no se presentan en Atenco por lo que se tuvo que investigar las dosis de estiércol y el número de riegos necesarios para cada una de ellas, lo cual constituyó el trabajo de tesis de Villalón y Tavarez (1990).

Por otra parte, el conocimiento que se tiene sobre la recuperación de tierras salinas, permitió, además formular teorías sólidas sobre la génesis de los suelos de estas áreas y mejorar los criterios para su clasificación taxonómica (Gutiérrez *et al.*, 1993; Gutiérrez, 1997; Gutiérrez *et al.*, 1998).

Otro mejorador de suelos utilizado por los campesinos, es el uso de cenizas, producto de la quema de basura doméstica.

Carrillo (1988) estudió el efecto que tienen estos materiales sobre las tierras arcillosas con alto contenido de sílice amorfa en Atenco y Acuexcomac las cuales tienen problemas de dureza, presencia de costras y son impermeables; concluyó que en los suelos donde se han aplicado cenizas, existe una disminución de la resistencia a la penetración y un aumento tanto en la estabilidad de agregados, como en la conductividad hidráulica. Además, realizó pruebas de emergencia de frijol y encontró el efecto benéfico de esta práctica. Lo importante de esta investigación fue el detectar que en la literatura científica de Estados Unidos (Adriano *et al.*, 1980 y Chang *et al.*, 1977) y de Australia (Aitken *et al.*, 1984 y Cambells *et al.*, 1983) se reporta el efecto benéfico del uso de cenizas en diferentes suelos, evidenciando que el conocimiento tradicional tiene, en diferentes partes del mundo, un sustento científico.

Usos no agrícolas

En comunidades otomíes, se ha mencionado la existencia de tierras que son consideradas por los campesinos como forestales únicamente, sin aptitud agrícola; y tierras que se usan para la fabricación de tabiques (Quiroz, 1983) o en el Valle de México, tierras que se destinan al crecimiento urbano, por presentar un estrato endurecido a poca profundidad y que sirve como cimiento (Ortiz, 1991). Estos ejemplos muestran que la clasificación campesina de tierras no sólo se emplea con propósitos agrícolas, sino que también tiene aplicaciones en otros campos.

Periodo cartográfico

Después de realizar un buen número de estudios tratando de demostrar la existencia del conocimiento campesino sobre tierras, de intentar su caracterización y de establecer su

utilidad, a mediados de los años ochenta surgió el interés por generar mapas de clases de tierras, con el objetivo de establecer para cada clase su ubicación geográfica, extensión y conocer su problemática.

Esta situación ofrecía una perspectiva diferente a lo desarrollado en otras partes del mundo. Las evidencias de la tradición cartográfica en la época prehispánica jugaron un papel importante para el desarrollo de esta idea. Los Códices de Vergara y de Santa María Asunción, constituyeron en su momento un documento cartográfico excepcional, a un grado tal que se pueden considerar como de los primeros mapas de suelos documentados en el ámbito mundial.

Desde el trabajo de Williams y Ortiz (1981) se comenzó a interrogar a los productores de diferentes zonas del país sobre su conocimiento cartográfico o de códigos; sus respuestas consistentemente indicaron su ignorancia en esos campos.

Si se analizan las respuestas de los productores en forma trivial, se puede llegar a pensar que tienen un desconocimiento completo de la cartografía; sin embargo, si se evalúa el hecho de que varios productores conocen todas las clases de tierras de un ejido y su ubicación, el panorama puede ser muy diferente.

Con lo anterior se desea precisar que los *productores poseen conocimientos cartográficos*, pero su cartografía no es *formal* sino *conceptual*. Es decir, conocen dónde se encuentran las diferentes clases de tierras, pero no elaboran mapas.

El Ejido de Atenco, Estado de México, durante más de 15 años ha sido el área piloto para muchos trabajos. En él se realizaron bocetos de mapas de clases de tierras a partir de la información de los productores y del conocimiento adquirido en varios años de trabajo. Se describieron sitios y perfiles de suelos, que mostraron claras diferencias entre las clases de tierras desde el punto de

vista técnico, es decir, tanto en paisajes como en secuencias de horizontes.

Para no regresar al procedimiento formal del levantamiento de suelos, se comenzó a dar mayor peso a los paisajes y a la capa arable, como lo hace el productor. Pronto se aprendió a detectar las manchas o afloraciones de sales de las tierras salinas, la agregación peculiar en la superficie de las tierras cacahuatudas, los colores de las tierras blancas y de las tierras de barro, entre muchas otras características.

Por la formación técnica que se contaba y conscientes del objetivo que se perseguía, se comenzaron a coordinar los dos tipos de conocimientos, ya que resultaba necesario un mapa base para trazar los linderos, que además permitiera a cualquier persona ubicarse en forma precisa sobre el terreno. Este material cartográfico NO era posible obtenerlo a partir del conocimiento local; se tenía que recurrir necesariamente a información técnica.

La alternativa más viable fue la de seleccionar como mapa base a los planos parcelarios que disponían los ejidos, los cuales se realizaron durante el reparto agrario de tierras en los años treinta. Sin embargo, por el tiempo transcurrido, se han detectado pequeños problemas con ese plano, como encontrar que la distribución parcelaria ha cambiado, y que por lo tanto se requiriera su actualización. En otros casos, no fue posible contar con ese material y se tuvo que sustituir con planos topográficos o con fotografías aéreas.

Con el conocimiento nativo de las clases de tierras se puede sustituir a la mayor parte del *trabajo de campo* de los levantamientos de suelos, es decir, en lugar de emplear las herramientas técnicas para conocer las clases de suelos, su patrón de distribución, comprobar los linderos y seleccionar sitios representativos, el técnico sólo necesita *preguntar* al productor sobre ellos.

Es necesario enfatizar, que para la realización de este tipo de estudios, el técnico requiere de un cambio de mentalidad, que le permita primero aprender del productor. También se debe tener claridad de que lo que interesa es la generación de un mapa por lo que es necesario preguntar de manera sistemática al productor las dos cuestiones siguientes: (1) ¿dónde cambia la clase de tierra? y (2) ¿cómo se diferencian de sus vecinas?

Además, es importante comentar que los informantes se pueden dividir en dos grupos, uno para la *cartografía* de las clases de tierras y otro para la *caracterización* de las tierras, su problemática, técnicas de manejo e inclusive alternativas para su mejoramiento. La experiencia demostró que el primer grupo puede integrarse por dos o tres personas, que conozcan toda el área. Hasta ahora, los mejores resultados se han obtenido cuando se trabaja con los comisariados ejidales que se encuentran en funciones o con los anteriores, inclusive es ideal que estén ambos. En lo que respecta al segundo grupo, se requiere de un número mayor de informantes y preferiblemente aquellos que poseen la clase de tierra que se está describiendo o analizando.

Si se siguen estos pasos, la metodología resulta muy sencilla porque con el plano parcelario a la mano, el técnico recorre a pie el ejido en compañía del o los informantes, preguntando por las diferentes clases de tierras y delimitando sus áreas de influencia en el ámbito parcelario. Asimismo, por la importancia de la ubicación, se recomienda a los técnicos la familiarización previa con el plano parcelario, de tal manera que conozca los caminos y las parcelas.

Si este procedimiento, el técnico lo contempla como lo que es, un proceso de aprendizaje, pronto entenderá los criterios de diferenciación de clases de tierras, así como su reconocimiento en campo. Por ejemplo,

por ambiguo que parezca, el reconocer en Atenco a las tierras cacahuatudas por el ruido de sus terrones al pisarlos y saber que se pasa a otra clase de tierra al dejar de escuchar ese sonido característico, es una experiencia cartográfica fascinante.

Por norma, siempre es necesario ubicarse con los informantes en los sitios donde se presentan los cambios de tierras, lo cual

equivale a cotejar o *verificar los linderos*, que de acuerdo con la teoría del Levantamiento de Suelos, convierte a los mapas de clases de tierras en levantamientos *detaillados*.

De forma esquemática, se presenta en la Figura 3 el método para la cartografía de clases de tierras campesinas.

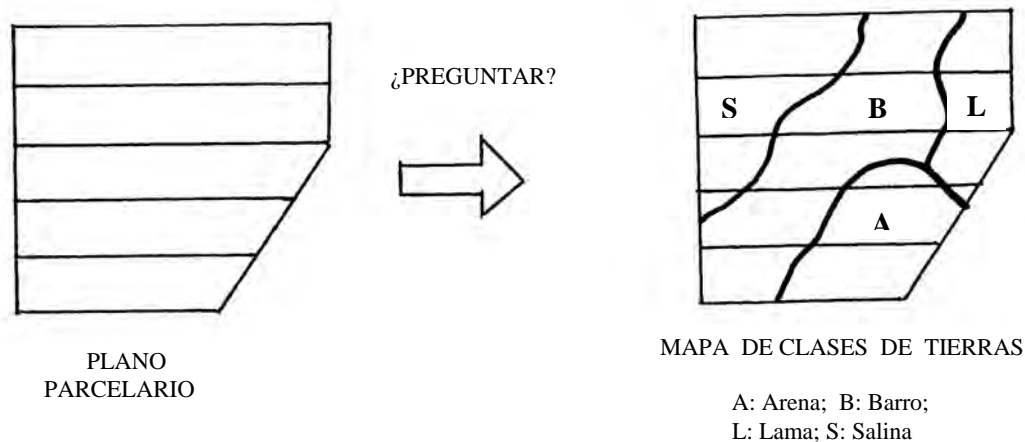


Figura 3. Procedimiento para la cartografía de clases de tierras

En un levantamiento detallado, las escalas de publicación que se recomiendan son mayores de 1:25 000, más comúnmente entre 1:10 000 y 1:20 000; sin embargo, estas escalas han resultado insuficientes para representar a las clases de tierras reconocidas por los productores, es decir, a pesar de que el productor posee un conocimiento fino de sus tierras, paradójicamente los técnicos lo subestiman.

Otro aspecto importante, que hay que indicar es que dentro del conocimiento tradicional, popular o campesino, es común el escuchar el término de *tierra legítima*, por ejemplo se menciona barro legítimo o lama legítima, el cual es el equivalente a lo que Cline (1949)

proponía como el *concepto modal*, en el caso de suelos. Esto significa que dentro del conocimiento campesino existe el concepto de lo que es típico o *representativo* de una clase de tierra. Este concepto es de enorme utilidad para los trabajos técnicos sobre la selección de sitios experimentales o para la clasificación taxonómica de suelos (Ortiz, 1999).

Cabe mencionar, que la metodología no fue producto de una sola idea, sino más bien el resultado de ensayar diferentes procedimientos, siempre teniendo en mente el desarrollar un método que fuera rápido, barato y que no requiriera de personal altamente especializado.

También es necesario enfatizar, que la intención de elaborar la cartografía de clases de tierras, es para establecer un marco de referencia geográfico común a los intereses de los productores y de los técnicos, y que a partir de ese marco, el productor pueda plantear sus inquietudes y el técnico aplicar sus conocimientos para alcanzarlas.

El primer mapa de clases de tierras campesinas que se realiza fue el elaborado por Pájaro y Ortiz (1987), a partir del cual se han realizado los mapas de clases de tierras de 36 ejidos; 17 de ellos formaron parte del trabajo de investigación de estudiantes de maestría y uno de doctorado (González, 1988; Licona, 1991; Soria, 1992; Zavala, 1993; Cruz, 1994; Alfaro, 1999; Palma, 2000; y Abasolo, 2001); 12 estudiaron por intereses de Organizaciones Agrarias y 7 como resultados de cursos de capacitación sobre etnoedafología; todos estos ejidos se distribuyen dentro de nueve estados del país (Ortiz, 1999).

Los resultados que se obtuvieron en la elaboración de mapas basados en el conocimiento de los campesinos mostraron consistentemente, que se podían hacer en forma rápida, que eran más económicos y que no se requería de personal altamente especializado, requisitos indispensables para realizar un levantamiento de suelos en forma técnica. Sin embargo, a pesar de estas cualidades se requería demostrar cuantitativamente la calidad de los mapas de clases de tierras campesinas con respecto a los levantamientos de suelos.

En un principio, los mapas de clases de tierras se compararon con mapas de suelos realizados por técnicos que trabajaban en instituciones educativas o gubernamentales. Los resultados mostraron, en todos los casos, que los mapas de tierras presentaban un mayor número de linderos, esto es, unidades cartográficas y con unidades taxonómicas diferentes, situación que

permitía suponer que los mapas de tierras eran de mejor calidad (Ortiz, 1999).

Lo anterior motivó a Lleverino (1999) a realizar un estudio en el ejido de San Salvador Atenco, Estado de México, con el fin de evaluar cuantitativamente la calidad de tres diferentes mapas de suelos, dentro de los cuales se incluía al de clases de tierras campesinas. Los mapas que se seleccionaron fueron el levantamiento de suelos desarrollado por el Colegio de Postgraduados (Cachón *et al.* 1974); el correspondiente a la Carta Edafológica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1982 con el sistema FAO/UNESCO 1970) y el de Clases de Tierras, que se basó en el conocimiento de los agricultores (Pájaro y Ortiz, 1987).

Lleverino (1999) consideró como criterios de calidad de un mapa de suelos, su precisión y exactitud (Eswaran *et al.*, 1981; Brown, 1988 y Arnold, 1996). La *precisión* se define como el grado de dispersión que presentan las propiedades o denominaciones del suelo, alrededor de un concepto central o perfil típico para una unidad cartográfica (Brown, 1988) y está relacionada con las denominaciones de las unidades de suelos que aparecen en la leyenda y más particularmente se refiere a datos, que son el resultado de análisis físicos, químicos y micromorfológicos de muestras de suelos. La forma más simple de evaluar la precisión es calculando el porcentaje de sitios, escogidos al azar, dentro de una unidad de mapeo, que corresponde a la clase de perfil indicada por la leyenda del mapa (Beckett y Burrough, 1971; Bie y Beckett, 1973). Por otra parte, la *exactitud* de un mapa depende de la correcta ubicación de sus linderos, lo que implica evaluar su posición (Eswaran *et al.*, 1981; Arnold, 1996). Young y Stoekeler (1956) proponen que una manera sencilla de comprobar la exactitud de un lindero trazado en un mapa de suelos, es

regresando al terreno y comparando si en realidad existe o no el lindero; se considera que un lindero es correcto cuando a ambos lados de él existen clases de suelos diferentes. De lo anterior, se desprende que mapas con valores bajos de precisión y exactitud son mapas de calidad insuficiente y por lo tanto de poca utilidad para el usuario; por el contrario, mapas con valores altos de precisión y exactitud son mapas de calidad excelente y por lo tanto útiles.

La calidad se evaluó a través de la selección, muestreo y análisis de 79 sitios, 25 de ellos para la precisión. Lleverino (1999) encontró que el mejor mapa es el de Clases de Tierras, al contar con una precisión de 76% y una exactitud de 94%, mientras que los mapas elaborados por el Colegio de Postgraduados e INEGI tienen poca precisión, de 4 y 8%, y poca exactitud, 14 y 0%, respectivamente, clasificándolos como mapas de mala calidad. Cabe mencionar, que en los Estados Unidos de América se tiene una pureza promedio en sus mapas de 50 % (Beckett y Webster, 1971, Nordt *et al.*, 1991) aun cuando lo establecido por el Departamento de Agricultura es que como mínimo debe cumplir con 85%.

El procedimiento para elaborar mapas de clases de tierras en el ámbito parcelario basado en el conocimiento del productor, demostró consistentemente que es simple, rápido y barato, con un nivel de precisión equivalente a un levantamiento detallado de suelos. Sin embargo, dichos trabajos se realizaban sólo en ejidos, lo cual limitaba la transferencia de conocimientos y de tecnología a grandes extensiones.

Licona *et al.*, (1993) demostraron en el Valle de México, que con el uso de la fotointerpretación era posible realizar mapas de clases de tierras en el ámbito regional, ya que *cada una de las clases de tierras tiene una ubicación física y por lo tanto expresa sus rasgos sobre fotografías*

aéreas.

El método que se empleó fue el inductivo, es decir cada clase de tierra fue delimitada con el procedimiento a nivel ejidal y se transfirieron los linderos sobre fotografías aéreas, este procedimiento produjo un patrón fotográfico característico por clase de tierra, los cuales se emplean para establecer una clave de fotointerpretación útil en la generalización cartográfica. Licona *et al.*, (1993) en este trabajo considerado como el primero en su tipo, en el Valle de México, indicaron que al transferir los linderos de las clases de tierras de estudios ejidales sobre fotografías aéreas el 50% de las clases de tierras presentaron patrones observables a simple vista y el 50% restante requirió de una fotointerpretación detallada para reconocer sus patrones e identificar sus linderos. Además, establecieron que los rasgos fotográficos más comunes y que mejor representan a las clases de tierra en la zona fueron los relacionados con la forma, el tono y la textura fotográfica. Asimismo, con esos rasgos fotográficos se elaboró una clave de fotointerpretación que resultó apropiada en la elaboración de mapas regionales de clases de tierras.

Licona (1991) aplicó este método en la zona centro del estado de Veracruz, con características climáticas diferentes (tropicales) y obtuvo resultados similares. Hay que mencionar que curiosamente este segundo trabajo se publicó antes del realizado en el Valle de México, provocando confusión si se aprecia solo las fechas.

Como parte del proceso de generalización cartográfica del conocimiento tradicional a nivel ejidal y regional, Ortiz (1999) aplicó las modernas tecnologías sobre interpretación automática de imágenes, siguiendo el procedimiento de clasificación supervisada con valores de reflectancia; encontró que hasta ahora, los resultados han sido poco satisfactorios, además notó que

las clasificaciones de tierras, a partir de valores de reflectancia, provocan que varias clases se confundan, debido a que el proceso agrupa a clases diferentes dentro de una sola.

La explicación que se ha dado a la poca eficiencia de los resultados es similar a la establecida por Licona *et al.*, (1993) cuando señala que el conocimiento tradicional sobre algunas agrupaciones de tierras no es sencillo y para su identificación se requiere de la aplicación de varios criterios a un mismo tiempo, proceso que no realiza la computadora. Por otra parte, se puede indicar que el conocimiento tradicional sobre tierras no es tan simple como para que se pueda caracterizar con un solo valor de reflectancia, sino más bien que este es complejo y parecido a patrones espaciales. Es de esperarse que en el futuro cercano se realicen investigaciones para resolver esta situación.

Resulta conveniente indicar que para la generación de mapas de tierras en el ámbito detallado, resulta más útil el conocimiento del productor, mientras que para el ámbito regional es el conocimiento técnico o científico, pudiendo este último ser reorientado, revaluado y más aún modificar sus procedimientos. Un ejemplo importante de ello, es cuando se usa la fotointerpretación para delimitar las clases de tierras en un área, el procedimiento técnico que se emplea, sin conocer a las clases, es en general un proceso hipotético subdivisivo, en el que no se conoce hasta dónde se debe terminar; sin embargo, al incluir a las clases de tierras identificadas por los productores el proceso resulta ser más objetivo.

Comentarios finales

La gran enseñanza que la investigación etnoedafológica ha proporcionado, no sólo se relaciona con la elaboración de mapas de

clases de tierras de buena calidad, sino que va más allá, pues muestra que se puede convertir en un puente de comunicación entre técnicos y productores. Los productores dentro de su aparente ignorancia, con ese gran temor y desconfianza que los caracteriza, desean ser tomados en cuenta en muchos aspectos, más aún tienen la gran disposición de enseñarnos todo lo que saben y conocen de sus tierras. Por otra parte los técnicos y científicos pueden abrir aún más esa puerta que conduzca a ese mundo desconocido, que ha producido y continua produciendo numerosos problemas para investigar, no sólo desde la perspectiva de la ciencia aplicada sino también de la ciencia básica.

Ese proceso debe entenderse como una *mezcla* de conocimientos, similar a un *fenómeno físico* en el cual sus componentes *no pierden* sus propiedades. Con lo anterior, se quiere enfatizar en que la estrategia más viable debe ser la **cooperación** entre conocimientos, más que la frecuente e infructuosa **competencia** entre ellos.

Literatura citada

- Abasolo P., V. E., 2001. Cambio tecnológico y agricultura en San Pedro Tlaltizapan, Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Especialidad de Agroecología. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México, México.
- Adriano, D. C., A. L. Page, A. A. Eiseewi, A. C. Chang and I. Strang Han, 1980. Utilization and disposal of fly ash and other coal residues in terrestrial ecosystems. *J. Environ. Qual.* 9: 333-344.
- Agrawal, A., 1995. Indigenous and scientific knowledge: some critical comments. *Indigenous Knowledge Dev. Monitor* 3(3): 3-6.
- Aitken, R. L., D. J. Campbell and L. C. Bell, 1984. Properties of Australian fly ashes

- relevant to their agronomic utilization. *Aust. J. Soil Res.* 22(4): 443-453.
- Alfaro O., E. R., 1999. Aplicación de las clasificaciones técnicas de suelos en combinación con el conocimiento local, en las áreas hortícolas del ejido de Santa María Jajalpa, Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Edafología. Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. México, México.
- Arnold, R. W., 1996. Soil survey reliability: minimizing the consumers risk. *In: Nettleton, W. D., Hornsby, A. G., Brown, R. B., and Coleman, T. L. (ed). Data reliability and risk assessment in soil interpretations. Proceedings of Symposium at the Soil Science Society of America annual meeting. Cincinnati, OH.*
- Beckett, P. H. T., and P. A. Burrough, 1971. Comparison of the utilities of soil maps produced by different survey procedures, and to different scales (IV). In the relation between cost and utility in soil survey. *Journal of Soil Science* 22 (4): 466-480.
- Beckett, P. H. T. and R. Webster, 1971. Soil Variability: A Review. *Soils Fert.* 34: 1-15.
- Berlin, B., D. E. Breedlove and P. H. Raven, 1973. General principles of classification and nomenclature in folk biology. *American Anthropologist* 75: 214-242.
- Bie, S. W., and P. H. T. Beckett, 1973. Comparison of four independent soil surveys by air photo interpretation. Paphos area (Cyprus). *Photogrametria* 29: 189-202.
- Brown, R. B., 1988. Concerning the quality of soil survey. *Journal of Soil and Water Conservation* 43 (6): 452-455.
- Cachón A., L. E., H. Nery G. y H. E. Cuanalo de la C., 1976. Los suelos del área de influencia de Chapingo. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. México, México.
- Calderón A., G., 1983. Caracterización y utilidad de la clasificación campesina de suelos en dos zonas chinamperas del Valle de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. México, México.
- Cambells, D. J., W. E. Foy, R. L. Aitken and L. C. Bell, 1983. Physical characteristics of sands amended with fly ash. *Aust. J. Soil Res.* 21(2): 147-154.
- Carrillo, G. R., 1988. El uso de las cenizas domésticas como mejorador de los suelos arcillosos de Atenco, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. México, México.
- Castro H. F., 2001. Conocimiento local y científico de los suelos del ejido de Chalahuiyapa y sus usos en las actividades agrícolas. Tesis de Licenciatura. Especialidad de Fitotecnia. ITA Hidalgo. SEP. Huejutla, Hidalgo.
- Chang, A. C., L. J. Lung, A. L. Page and J. E. Warneke, 1977. Physical properties of fly ash amended soil. *J. Environ. Qual.* 6: 267-270.
- Cline, M. G., 1949. Basic principles of soil classification. *Soil Sci.* 67:81-91.
- Cruz B. R., 1994. La clasificación campesina de tierras para la generación y transferencia de tecnología agrícola entre pequeños productores: Caso del maíz en la región central de Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. México, México.
- Espinosa H. V., 1987. Caracterización, distribución y uso de arvenses en las diferentes clases de tierras campesinas del ejido de Atenco, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. México, México.
- Eswaran, H., T. R. Forbes, and M. C. Laker, 1981. Soil map parameters and classification. *In: Soil Resource Inventories and Development Planning. Proceeding of Workshops at Cornell University 1977-1978. Technical Monograph No. 1. Soil Management Support Services. Soil Conservation Service U. S. Department of Agriculture. Washington, D. C.*
- González M. R., 1988. La clasificación campesina como sustituto de los levanta-

- mientos detallados de suelos. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. México, México.
- Gibson, Ch., 1996. Los aztecas bajo el dominio español, 1519-1810. 13a. Edición. Siglo XXI editores. México, D. F.
- Gutiérrez C., Ma. del C., 1997. Los suelos de la rivera oriental del ex Lago de Texcoco (macro y micromorfología). Tesis de Doctor en Ciencias. Programa de Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. México, México.
- Gutiérrez C. Ma. del C., C. A. Ortiz S. y C. Tavarez E., 1993. Los suelos salinos recuperados por el hombre en el ex-Lago de Texcoco. Informe Técnico del Proyecto CONACYT, Los antrosoles del Valle de México. (no publicado).
- Gutiérrez C. Ma. del C., G. Stoops y C. A. Ortiz S., 1998. Carbonato de Calcio en los suelos del ex Lago de Texcoco. *Terra* 16(1): 11-19
- INEGI, 1982. Carta Edafológica de Texcoco, Estado de México. Texcoco E14B21. Escala 1: 50 000. Dirección General de Geografía. Secretaría de Programación y Presupuesto. México D. F.
- Iwanska, A, 1971. Purgatory and utopia: a mazahua indian village of Mexico. De. Schenkman Publ. Co., Cambridge.
- Kay, P. 1971. Taxonomy and semantic contrast. *Language* 7: 868.
- Licona V., A. L., 1991. Metodología para el levantamiento de tierras campesinas a nivel regional y la técnica de producción en ejidos del centro de Veracruz, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. México, México.
- Licona V., A., C. A. Ortiz S. y D. Pájaro, 1993. El Uso de la fotointerpretación en la cartografía de clases de tierras campesinas. *Rev. de Geografía Agrícola* 18: 85-93.
- Lleverino G., E., 1999. La calidad de los mapas de suelos en el ejido de Atenco, Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Especialidad de Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. México, México.
- Luna O., P., 1982. Estudio comparativo sobre la clasificación campesina de suelos en dos comunidades del Valle de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. México, México.
- Martínez M., J. F. y C. A. Ortiz S., 1992. Cartografía campesina de tierras en Villa Hidalgo, Zacatecas y su comparación con la carta edafológica de INEGI. *Terra* 10(2): 140-150.
- Nieves F., J. L., 1995. Modelos de simulación para la estimación del rendimiento potencial del cultivo de maíz en el ejido de Atenco, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Edafología. Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. México, México.
- Nordt, L. C., J. S. Jacob, and L. P. Wilding, 1991. Quantifying map unit composition for quality control in soil survey. In: M. J. Mausbach and L. P. Wilding (ed). Spatial variabilities of soils and landforms. SSSA Special Publication 28. Madison, Wi.
- Ortiz S., C. A., 1991. Etnoedafología. Informe final del proyecto CONACYT. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. México, México.
- Ortiz S., C. A., 1999. Los levantamientos etnoedafológicos. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. México, México.
- Ortiz S., C. A. y Ma. del C. Gutiérrez C., 1999. Evaluación taxonómica de sistemas locales de clasificación de tierras. *Terra* 17(4): 277-286.
- Pájaro H., D. y C. A. Ortiz S., 1987. El levantamiento de suelos y su relación con la cartografía y clasificación de clases de tierras campesinas. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. (Mimeo).
- Pájaro H., D., 1990. Clasificación campesina de las tierras del ejido de Tocuila, Texcoco, Edo. México, México. Colegio de Postgraduados. (Mimeo).

- Palma T., A., 2000. Contribuciones a la metodología de ordenamiento ecológico territorial detallado en México: Estudio de caso en dos comunidades rurales de la Cuenca del Río Texcoco. Tesis de Doctor en Ciencias. Programa de Edafología. Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. México, México.
- Pérez P., J. M., 1984. Caracterización y uso de la clasificación maya de suelos en el municipio de Oxkutzcab, Yucatán. Tesis de Licenciatura. Depto. de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. México, México.
- Quiroz M., J., 1983. Clasificación otomí de tierras en dos sistemas terrestres del Valle del Mezquital, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Depto. de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. México, México.
- Rodríguez M., A., 1990. Recuperación de suelos salinos por métodos empíricos. Tesis de Licenciatura. Depto. de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. México, México.
- Sahagún, Fray Bernardino de, 1907. Historia de las cosas de la Nueva España. Códice Florentino. Editado por Francisco del Paso y Troncoso. Madrid: Hauser y Menet.
- Soria R., J., 1992. Clasificación campesina de tierras, su evaluación e interacción con los sistemas de producción del ejido Navidad, municipio de Galeana, Nuevo León, México. Tesis de Maestría en Ciencias en Suelos. Programa de Graduados. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Stevenson, M. G., 1996. Indigenous knowledge in environmental assessment. *Arctic* (sin número): 279-291.
- Villalón R., J. M. y C. A. Tavarez, 1990. Recuperación de suelos salinos por métodos biológicos y físicos. Tesis de Licenciatura. Depto. de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. México, México.
- Williams, B. J. and C. A. Ortiz, 1981. Middle american folk soil taxonomy. *Annals Association of American Geographers* 71(3): 335-358.
- Young, H. E., and E. G. Stoeckeler, 1956. Quantitative evaluation of photo interpretation mapping. *Photogrammetric Engineering* 22: 137-143.
- Zavala C., J., 1993. Evaluación de los cambios de uso del suelo como proceso de degradación en el campo petrolero Samaria, Tabasco. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. México, México.
- Zinck, J. A., 1993. Soil survey. Perspectives and strategies for 21st century. *ITC-Journal* 1: 1-15.