

ESTUDIO ESPACIAL DE LOS TEPETATES (SUELOS VOLCÁNICOS ENDURECIDOS)
DEL EJE NEOVOLCÁNICO MEXICANO:
METODOLOGÍA PARA UN PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN.

Servenay Alice
Prat Christian
ORSTOM, México
Sorani Valentino
González Eduardo
Instituto de Geografía, UNAM.

ABSTRACT

Because of the imprecision of the known surface and the real distribution of the tepetates along the neovolcanic belt, as well as the agro-socio-economical problems that cause the presence of this volcanic indurated level in the fields, we proposed to test a methodology which use both teledetection and GIS on 1/25000 scale to identify the area with tepetates. This work, based on previous knowledge of the conditions of apparition of the tepetates, natural as well as anthropogenic reasons, could precise if this informations determined in the Mexico and Tlaxcala valleys are also good for the rest of the neovolcanic belt. After the creation of a map of "potential tepetate presence" with a GIS, we confront this map with teledetection vues and fields informations. Then, we will cross agro-socio-economic datas to determine the type of agriculture and the condition of life of the people. Crossing this map con those of the presence of the tepetates, we could define the conditions and the propositions of how generated a new soil from tepetates. This means that we operate (and the consequences too), touch the economical, social, agronomical, forestry and politic fields.

INTRODUCCIÓN

Gracias a varios trabajos de investigación, en particular los realizados por el ORSTOM-CP-UAT-UG* con un cofinanciamiento de la Unión Europea (1, 2), se conoce bastante bien las características bio-físico-químicas de los tepetates de los valles de México y de Tlaxcala. También, se sabe que la formación de un suelo agrícola a partir de los tepetates estériles, duros y aflorando a la superficie es factible (3, 4). Sin embargo, se carece de información relacionadas a la extensión, características, etc... de estos horizontes volcánicos endurecidos a lo largo del eje neo-volcánico mexicano.

Según unos estudios, se considera que los tepetates cubrirían 30 000 km² (5) mientras que otras avanzan la cifra de 140 000 km² (6). Además de esta imprecisión sobre la extensión real, no se sabe la localización exacta de estas tobas volcánicas endurecidas. A causa de las superficies enormes que se tiene que estudiar, un estudio espacial de la localización se puede efectuar a un primer nivel gracias a la teledetección asociada a una verificación de campo y naturalmente de los documentos existentes (mapas de suelos, geología...).

Conociendo la localización de los tepetates, se puede en una segunda etapa, tratar de averiguar si las condiciones de habilitación de estos materiales determinadas en los valles de México y de Tlaxcala son válidas para otras zonas. Estas condiciones son relacionadas al medio natural (clima, pendientes...) y humano (tipo de agricultura, de cultivos, nivel de recursos de la población...). Cruzando estas informaciones por el intermedio de un sistema de información geográfica (SIG) se puede determinar las

* UE: Unión Europea; ORSTOM: Instituto Francés de Investigación Científicas para el Desarrollo en Cooperación (Francia); CP: Colegio de Postgraduados de Agrociencias de Montecillo (México); UAT: Universidad Autónoma de Tlaxcala (México); UG: Universidad de Giessen (Alemania).



zonas parecidas a las conocidas, delimitar las zonas prioritarias para dar un uso agrícola a los tepetates aflorando, dar recomendaciones adecuadas con el medio natural y humano para que los nuevos suelos sean productivos lo más rápido y efectivo posible, bajo un enfoque de desarrollo sostenible.

El estudio espacial de los tepetates que presentamos aquí es un trabajo que tiene dos métodos distintos: la creación y el uso de un SIG y el procesamiento de unas imágenes de satélite con la teledetección. Cada método va a dar por sí solo una serie de información, sin embargo, es la correlación entre los dos que va a ofrecer la información ciertamente la más útil: la localización de las zonas prioritarias (tanto de un punto de vista humano como del medio ambiente) donde se podría convertir los tepetates erosionados y estériles en suelos de buena calidad agronómica.

Este trabajo nos va a servir para hacer una evaluación a varios niveles de análisis. Al principio podremos averiguar si la metodología que utilizamos para localizar a los tepetates funciona bien o si es necesario cambiar unos parámetros para mejorar los resultados. En manera de "feed-back", podremos evaluar si los datos de referencia en cuanto a las condiciones de aparición de los tepetates son válidas afuera de los valles de México y de Tlaxcala, áreas donde se determinaron. También podremos evaluar la facilidad para conseguir los datos necesarios ya que vienen de instituciones y soportes (papel, disquet, foto...) diferentes. Finalmente, tendremos para una zona representativa del eje neo-volcánico una estimación del tiempo y de los costos necesario para elaborar este tipo de estudio, lo que podremos extrapolar para el eje neo volcánico en su globalidad.

METODOLOGÍA

El área de estudio seleccionado para este trabajo corresponde a los mapas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) al 1/250.000 de Morelia y de la ciudad de México, más una cuarta parte de los mapas de Pachuca y Querétaro, lo que representa una superficie total de 60 000 km² (Figura 1). Esta zona fue escogida porque cubre la mayor parte de las áreas experimentales estudiadas por los programas ORSTOM-CP-UAT-Giessen lo cual nos sirve de zonas de referencias así como la cuenca del lago de Cuitzeo (Michoacán) donde se está elaborando un proyecto de investigación para el rescate de dicho lago.



Figura 1. Localización de las comunidades estudiadas.

Los datos utilizados son por la mayor parte mapas al 1/250.000 de INEGI: geología, edafología, climatología, topografía, uso del suelo que datan de los años 80. Del mismo instituto, se tienen los datos socioeconómicos disponibles sobre dos CD de la base de datos "CIMA" correspondiendo a los resultados de los censos de 1985 y 1990 (todavía, los resultados del censo de 1995 no están disponibles en su

totalidad). También contamos con el mapa de inventario forestal y del modelo numérico de terreno realizados por el Instituto de Geografía de la UNAM (7) entre 1992 y 1995. La misma institución nos facilitó las imágenes de satélite Landsat TM, con sus 7 canales. Para cubrir nuestra zona, se requiere parte de 7 imágenes.

De una forma u otra, las instituciones integrantes a este trabajo son el ORSTOM, el Instituto de Geografía de la UNAM (México), el Colegio de Postgraduados en Agrociencias (Estado de México) y la Universidad de Tolosa-Le Mirail en Francia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El medio físico

Conociendo las diferentes condiciones de aparición de los tepetates a la superficie de los suelos, podemos cruzar información cartográfica para obtener un mapa de su presencia potencial. Zebrowski et al. (8) consideran que los tepetates en los valles de México y Tlaxcala están presentes si el material geológico es piroclástico y del Cuaternario, si los suelos tienen una fase dúrica o fragipánica, si las precipitaciones anuales son inferiores a 800 mm con una época seca de 4 meses mínimo y si la geomorfología corresponde a las zonas de piedemonte de las Sierras con pendientes superiores a los 5-10% con una altitud inferior a los 2 800 m. En cuanto al uso de suelo, los tepetates no afloran en las zonas de riego y tampoco debajo de los bosques en buen estado, lo que no es el caso por lo general en la frontera forestal.

En primer lugar, las capas de información que necesitamos para crear un sistema que nos permite encontrar los tepetates son los siguientes: mapa geológica, edáfica, precipitación, uso de suelo, inventario forestal, zona de riego (para excluir las zonas de riego del estudio). Al principio, toda esta información, a salvo del inventario forestal, era disponible únicamente bajo la forma de mapa en papel. Entonces, se tuvo que cambiar de soporte para pasar del papel al disquet. Para eso, primero se dibujó sobre un papel de albanene los límites de las unidades, para luego escanearlas y finalmente vectorizarlas. Después de una corrección de los límites escaneados, que nunca salen perfectos, construimos la base de datos por cada una con la información del mapa y la pegamos a la base cartográfica. Cuando acabamos las coberturas de un mismo tema, averiguamos que los bordes de un mapa correspondieran con los bordes de los otros mapas y que los polígonos tuvieran una etiqueta con la información adecuada. En cuanto a las pendientes, el modelo numérico de terreno (MNT) nos las proporciona de manera automática. Al cruzar la información de cada uno de los capas geográficas de este SIG, se obtuvo el mapa de localización teórica de los tepetates.

En segundo lugar, se elaboró un mapa de los tepetates obtenido a partir del procesamiento de las imágenes de satélite. Este trabajo de teledetección consistió en una clasificación dirigida focalizada sobre la presencia de los tepetates. Gracias a recorridos de campo donde se toman puntos de referencias con un GPS (Geo Positionning System), se efectuaron correlaciones entre unidades de las imágenes, firmas espectrales de cada canal y presencia o ausencia de los tepetates. Obviamente, se trata aquí únicamente de los tepetates que afloran, ya que es imposible localizar los que están recubiertos por los suelos.

Al mapa de localización teórica de los tepetates se sobrepuso el resultado del procesamiento de las imágenes de satélite. Con la ayuda de mapas de suelos muy detalladas que nos sirvieron de referencia, pudimos averiguar si las áreas delimitadas con uno y otro sistema coincidían o no. En los casos negativos, se efectuaron correcciones para eliminar o incluir las zonas en uno de los dos tipos de mapeo. Finalmente, se obtuvieron las superficies, un mapa de localización de los tepetates aflorando y otro de tepetates "potenciales".

El medio humano

En México se dispone de los resultados numerizados de los censos nacionales de 1985 y 1990. INEGI pone a disposición de los usuarios los resultados del censo de 1995 bajo la forma de anuarios pero no

numerizados. Cada municipio está relacionado a todas las variables registradas durante los censos de tal forma que la integración de estos resultados a un banco de datos de un SIG es casi inmediata.

Se procesaron los datos correspondiendo a los 910 municipios de la zona considerada. En primer instancia, se seleccionaron 9 criterios relacionados a las características de la población (edad, sexo, nivel de educación...), 4 en relación a la economía (ingresos anuales, repartición entre sectores de la actividad económica...), 15 relacionados al nivel de pobreza (acceso al agua, electricidad, nivel de desempleo...) y 29 correspondiendo a datos agropecuarios (forma de tenencia, superficie cultivada, tipo de producción, número de animales...). En una segunda etapa, se están comparando los criterios para ver de que manera se duplican o no, lo que nos permitirá eliminar las variables inútiles.

Relación del medio natural y el medio humano

Cruzando la base de datos del medio ambiente con la de las condiciones agro-socioeconómicas de los municipios estudiados, logramos caracterizar el uso de las áreas con tepetates y las comunidades locales.

La información obtenida tiene un triple propósito: conocer las condiciones agropecuarias para saber si las recomendaciones en cuanto al manejo de los tepetates recién roturados son válidas; determinar las características socio-económicas de la población para determinar sus capacidades, en particular económicas, para fomentar un programa de roturación de los tepetates y finalmente tener informaciones para tratar de estimar los impactos agro-socio-económicos de dicha roturación sobre las comunidades campesinas afectadas por estos programas.

Por ejemplo, en zonas muy erosionadas con tepetates aflorando de comunidades pobres, es indispensable entablar un programa de roturación de dicho material con un financiamiento necesariamente exterior. En otro caso, podemos ver la aparición de tepetates al límite entre bosque y campo, lo cual nos indica un manejo inadecuado del bosque, generalmente por sobre pastoreo (9). La situación se puede controlar con el apoyo a la comunidad de una asesoría técnica enfocándose sobre la ganadería y la producción de forraje así como el manejo y el aprovechamiento adecuado del bosque. En este caso, más que un programa de roturación de los tepetates, se trata de una acción preventiva.

CONCLUSIÓN

Después de cinco meses de trabajo, las diferentes capas del medio físico y humano del SIG están listas y se han llevado a cabo los recorridos de campo, puntos GPS de referencia, etc mientras que el procesamiento de las imágenes de satélites inicia apenas. A pesar de contar con casi toda la información necesaria, se han encontrado problemas de compatibilidad entre computadoras y materiales informáticos conexos. Se tiene previsto acabar con el procesamiento de los datos en el transcurso del primer semestre de 1997.

Los productos finales serán presentados principalmente bajo la forma de mapas: el mapa de localización "potencial" de los tepetates, el de tepetates aflorando, el de las características agroeconómicas de las comunidades que tienen tepetates y finalmente el mapa de las áreas de acción prioritaria de protección ambiental. Estos mapas servirán para apoyar el desarrollo socioeconómico de comunidades generalmente marginadas.

Con estos documentos, si se logra los objetivos, se podrá con la misma metodología estudiar lo que hace falta del eje neo-volcánico mexicano para tener por fin datos precisos de la problemática de los tepetates en México.

Los trabajos se realizaron a la escala 1/250 000, lo que corresponde a una escala donde los políticos, instituciones de estados y federales pueden planear fácilmente programas de acción. Sin embargo, será necesario, una vez definida las grandes opciones, trabajar localmente al 1/50 000 o con mayores detalles. Esto dependerá de la comprensión de la problemática y finalmente de la voluntad política de las autoridades mexicanas...

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE GEOGRAFÍA

I FORO SOBRE APLICACIONES DE LOS SISTEMAS
DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

04 y 05 de diciembre de 1996

Toluca, Estado de México

I FORO SOBRE APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

**Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía**

PONENCIAS

23 de octubre - 5 de noviembre de 1996