



Aptitud Productiva en Suelos Volcánicos Endurecidos (tepetales)

**ELEMENTOS METODOLOGICOS Y ESTUDIOS
SOCIOECONOMICOS EN SUELOS
VOLCANICOS ENDURECIDOS**

**Hermilio Navarro G., Salvador Muñoz A.,
Felipe Olivares R. y Christian Prat**

Hermilio Navarro, Henri Poupon y Ma. Antonia Pérez

ELEMENTOS METODOLOGICOS Y ESTUDIOS SOCIOECONOMICOS EN SUELOS VOLCANICOS ENDURECIDOS

H. Navarro, S. Muñoz, F. Olivares y C. Prat

Introducción

Los estudios contemporáneos sobre los suelos volcánicos endurecidos se han orientado principalmente a sus aspectos de génesis; de su naturaleza física, química y biológica; de su distribución y dinámica espacial, así como su uso y manejo actual con fines agrícolas. No obstante, consideramos que se ha privilegiado una perspectiva eminentemente técnica; considerando el reducido número de estudios relativos a temáticas de los aspectos económicos y sociales. En la actualidad se generan como investigaciones relevantes las orientadas al significado social y su explicación de erosión y degradación de los recursos.

Nuestra problemática compete a la explicación de la presencia o afloración de los suelos volcánicos endurecidos, debido a la erosión, en vastas superficies de varios países, principalmente de Latinoamérica; la cual entraña un grave problema para las sociedades rurales donde se encuentran dichos suelos.

A fin de aportar elementos para el estudio de los *tepetates* desde una perspectiva social y económica, se incluyen en este capítulo dos orientaciones metodológicas complementarias para el estudio de la erosión de los suelos en general y de los suelos volcánicos endurecidos en lo particular. Esta propuesta es pertinente por la necesidad de contar con un instrumento que aborde el problema de la erosión y de los tepetates con un enfoque holístico, tratando de integrar los aspectos sociales que implican su uso y manejo, con los aspectos técnicos de manejo de los suelos, con el análisis del uso agrícola de los tepetates por los campesinos y , las eficiencias y rentabilidades estimadas que se obtienen al utilizar dicho recurso rehabilitado, con el propósito de producción de cosechas.

Los resultados de investigación en varias regiones del eje Neovolcánico mexicano, realizadas entre 1992 y 1996 se presentan en forma resumida con el objetivo de ejemplificar, por una parte las formas de organización vigentes de sistemas de producción en diferentes latitudes del mismo, por otra las modalidades y potencialidades de su utilización, en el marco de las racionalidades y decisiones implementadas por los productores para la integración de éste recurso en sus sistemas de producción locales.

Consideramos que se aportan elementos nuevos para el estudio del problema de los tepetates desde la perspectiva socioeconómica: primero al considerar estos suelos marginales de interés en el ámbito de los espacios regionales y los sistemas de producción que los configuran y transforman, los esfuerzos de clasificación para generar modalidades de comportamientos generalizadas sobre los recursos y en su caso la evaluación de sus eficiencias e impactos sobre los mismos; contextualizar las condiciones económicas familiares y en su caso, la pobreza de algunas regiones con predominancia de campesinos

en su contexto de agriculturas con influencias peri-urbanas, con tradición en emigración, antecedentes sobre el mal manejo y erosión de los agostaderos, atributos en su caso que contribuyen a explicar en su momento a niveles agrarios la formación de tepetates.

Las limitantes de nuestra propuesta son quizá más importantes, entre ellas la insuficiente integración disciplinaria para avanzar hacia el análisis y conocimiento de ésta problemática: el uso marginal de agroecosistemas degradados en condiciones de escasos recursos para la producción; la recreación de complejos sistemas de aprovechamiento de los mismos con fuertes impactos de deterioro; la compleja intervención y papel del Estado, cambiante y transformadora en diversas regiones. Sin duda, lo imprevisible de las nuevas relaciones de mercado y sociales, que imprimen en los comportamientos locales riesgo económico que redundan en nuevas modalidades que favorecen la ampliación de las zonas degradadas.

¿Y de interés para la recuperación de los tepetates? Quizá explicar los comportamientos regionales desfavorables sobre la calidad de los recursos en forma integral, y relacionarlos a los estilos y riesgos para impactar y degradar los recursos agrarios en las dinámicas de medio plazo.

Propuesta metodológica para el estudio socioeconómico de la erosión y de los suelos volcánicos endurecidos

De naturaleza social

En el centro de México se ubica el eje Neovolcánico, el cual ha sido históricamente el asiento de las grandes civilizaciones agrícolas, la región en su conjunto se le ha denominado Mesoamérica.

En esta región se puede estudiar el fenómeno de la erosión y la afloración de suelos volcánicos endurecidos, así como las relaciones de las sociedades humanas que la han ocupado y su relación con la naturaleza.

El 27% de la superficie del eje Neovolcánico, es decir 30,700 km. cuadrados, presenta los suelos endurecidos denominados tepetates, Zebrowski (1992). En esta área la erosión o pérdida de las capas superficiales de los suelos es muy elevada lo que se manifiesta con la afloración de los horizontes endurecidos en vastas superficies, esta se presenta en más del 60% del territorio de las entidades federativas como: Aguascalientes, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala.

La erosión de los suelos se debe fundamentalmente a que estos quedan desprovistos de la cubierta vegetal, desde la perspectiva socioeconómica muchas veces por sobre - utilización de los recursos, dejándolos desprotegidos contra la acción del viento y de la lluvia y sus efectos. La cubierta vegetal es removida por factores múltiples, entre ellos están: la utilización intensiva del suelo para fines agrícolas, el sobre pastoreo, los incendios, la deforestación, la construcción de caminos y edificios, la minería, la explotación de canteras, entre otras.

A la fecha se ha privilegiado el estudio de la erosión de los suelos desde la perspectiva de las ciencias naturales y se han hecho pocos estudios con el enfoque de las ciencias sociales.

El ideal sería que se abordara el estudio desde una perspectiva integradora mediante grupos interdisciplinarios que superen las limitantes de las visiones particulares, para llegar a la comprensión holística del fenómeno de la erosión de los suelos, y de esta manera proponer o señalar las acciones conducentes para disminuir la magnitud del problema, en sí la sobrevivencia de las diferentes especies vivas, incluyendo la sociedad en su conjunto.

En el caso de las ciencias sociales es necesario abordar el problema de la erosión de suelos, que provocan las diferentes sociedades humanas con las herramientas metodológicas apropiadas con el propósito de ponderar las visiones reduccionistas, entre ellas las que afirman que el crecimiento demográfico y la consecuente apertura de las tierras inadecuadas para el cultivo son la principal causa de la erosión.

Para ello, la pregunta nos exige resolver precisiones en su formulación y en el nivel de verificación histórico-espacial para así obtener las respuestas requeridas.

Ante esta perspectiva se puede utilizar el enfoque de la *ecología cultural* desarrollado por Steward (1951), según el cual es necesario analizar los rasgos del ambiente, la economía, la ideología, la organización social, así como la organización política; todo esto en una perspectiva histórica funcional. El problema de la relación de las sociedades humanas con su entorno físico y su posibilidad tanto para provocar o para controlar la erosión, esta en razón del tipo de relaciones que se dan entre los grupos humanos y el sistema social global al que pertenecen. Si las relaciones dentro de los grupos son de subordinación y explotación, esas mismas relaciones se reproducen entre los hombres y la naturaleza.

De esta manera Godelier (1978), afirma que " el uso del hombre y el uso de la naturaleza estan ligados y no hay crisis en el uso de la naturaleza que no sea una crisis en el modo de vida del hombre". Así pues, el hombre comenzó a doblegar el ecosistema adaptándolo a sus necesidades y con el fin de establecer una estructura social (un sistema de comunicación y organización) que le permitiese dirigir su energía colectiva. Formó grupos para defenderse, domesticar a los animales y levantar cosechas. Su clímax lo tiene en el mito y la religión, el arte y la literatura, el desarrollo de las civilizaciones, en si las culturas.

No obstante, quizá en forma paralela, también intervino en la destrucción de ecosistemas naturales conjuntamente con otros factores. Incluso en la creación de desiertos.

Se puede asegurar que ha existido un aprovechamiento irracional de los ecosistemas por numerosas sociedades, no obstante en épocas y formas de impactarla totalmente diferentes; también se puede asegurar que se ha perdido la sensibilidad de convivencia e interacción con el medio ambiente. Por lo cual se justifica considerar los planteamientos ecológicos interdisciplinarios para lograr un ordenamiento satisfactorio, e implementar una educación ambiental objetiva para modificar conductas y comportamientos hacia la conservación y manejo racional y sostenido de los recursos naturales.

Por ser pertinente a la realidad regional de estudio, con el concepto de integración podemos analizar a la sociedad campesina, la cual forma parte de la sociedad mayor a la que está subordinada, Steward (1951). Cabe recordar que ha sido documentado por varios autores como las sociedades campesinas pluriétnicas se encuentran integradas al modo de producción predominante, estructuradas con relaciones que se dan tanto en los aspectos económicos como políticos.

El modelo de agricultura moderna en México se puede comprender como réplica del modelo norteamericano de modernización agrícola, según Palerm (1980, 1987) y Toledo (1994). El modelo se

caracterizó por un extraordinario consumo de energéticos, la disponibilidad de recursos financieros, baja ocupación de la mano de obra y la especialización productiva, con sustento en el monocultivo.

Sin embargo la extrapolación a México se dio solo en regiones y con manejos solos con condiciones similares a las requeridas en su condición original de agricultura comercial. Por lo tanto, no fue adaptable o lo era de manera imperfecta en numerosas regiones agrícolas, en esencia debido a las diferentes y en ciertos casos contrastantes, condiciones ecológicas, económicas, sociales y culturales. Aun hoy existentes.

En sus términos, en los años setenta se identifica ya una crisis de la agricultura mexicana, causa y efecto sobre una crisis profunda e imprevisible en el mundo rural mexicano, que no ha dejado de transformarse y continua en el marco de la globalización y el ajuste estructural. A fines de esta década se expresa mediante la desocupación: existen 4.5 millones de desocupados estructurales, 2.5 millones de campesinos sin tierra y 2 millones de minifundistas que requieren ingresos complementarios, García Zamora (1993).

La población rural también creció de manera sustancial y produjo una corriente sostenida y cuantitativamente importante de emigrantes rurales a las áreas urbanas, debido sobre todo a que la capacidad de absorción de la fuerza de trabajo del propio sector agrícola no fue suficiente, Urquidi y Morelos (1979).

Otro de los aspectos del crecimiento de la población rural ha sido el incremento de la presión sobre la tierra agrícola y los recursos naturales en general, provocando el deterioro de dichos recursos. Blaikie (1981), citado por Redclift (1989) nos dice que en circunstancias definidas a los campesinos se les extraen excedentes, los cuales a su vez los repercuten sobre el ambiente, provocando el deterioro del mismo. La afirmación de que el crecimiento demográfico provoca la erosión de los suelos es una verdad a medias, ya que si bien es cierto que hay una relación entre un gran crecimiento demográfico y una degradación de los recursos, no necesariamente el crecimiento demográfico esta ligado a la degradación. Existen las evidencias históricas tanto en Tlaxcala como en otras regiones.

Noción categórica, no obstante en las condiciones actuales y nuevas formas de aprovechamiento de los recursos naturales por las sociedades urbano-industriales, la contextualización de los utilizadores y sus relaciones sobre los mismos, se antojan necesarias en su actualización y tendencias.

Por su parte, la crisis social también se traduce en la migración masiva de los campesinos a las ciudades, en agudización de la lucha por la tierra, en el desgaste de las organizaciones campesinas del Estado, y los diversos en el gran deterioro de los recursos naturales, con la degradación de la tierra, la deforestación y el empobrecimiento del paisaje y del recurso cultural, como esencia de lo rural.

La metodología es evidente al mostrar la necesidad de estudiar las sociedades regionales, rancheras, campesinas e indígenas, interactivas, en su dinámica y relación con la sociedad mayor de la cual forman parte. Estudiar las relaciones que se dan entre estas sociedades y la naturaleza. Numerosos datos muestran que en el Acolhuacan septentrional, Texcoco, la baja de población debido a guerras, la conquista de los españoles y las epidemias que nos heredaron, sin duda provocaron erosión en grandes superficies, que persisten hasta nuestros días.

Para el caso de Tlaxcala, García Cook (1986), nos dice que el control de la erosión que se dió en la fase Tezoquipan, de gran apogeo cultural, -600 a.n.e a 100-200 d.n.e, se rompió el equilibrio entre degradación y control, provocándose una gran etapa erosiva al ser abandonados los terrenos.

Con la colonización hispánica en el siglo XVI el escaso equilibrio se rompió totalmente. En el caso de Texcoco según Palerm y Wolf (1992), un siglo antes de la conquista, en el viejo señorío Acolhua, que se extendió desde las orillas del lago de Texcoco hasta las sierras que separan al Valle de México con los Valles situados al oeste, había un sistema de riego en terrazas. Las evidencias arqueológicas nos indican que era una zona con una gran población y que hoy está erosionada y deshabitada. Es decir, con la conquista y los cambios tecnológicos que ocasionó, tales como: la utilización del arado, la introducción de nuevas plantas y ganado, el cambio de uso del suelo y de sistemas sociales; fueron un conjunto de prácticas de uso y sistemas de manejo que provocaron la erosión en grandes superficies ya para el siglo XVII.

El estudio de las sociedades campesinas nos exige las unidades conceptuales que nos evitan confusiones, una de estas es la de *grupo doméstico* o unidad doméstica campesina, la cual se define como el grupo residencial, compuesto por una o más familias nucleares que pueden o no compartir el mismo presupuesto, Robichaux (1985). Otra es la de Sistemas Económicos Familiares, la cual nos proporciona la constitución y dinámica del sistema de producción como parte de la economía de los grupos domésticos, Navarro y Muench (1990).

Otra unidad son sistemas decisionales que conforman la estrategia cultural y social de reproducción grupal, los antecedentes en la generación de excedentes, los recursos necesarios para costear los trabajos de gestión de su medio. Muchas prácticas, en particular en condiciones marginales requieren una gran cantidad de trabajo que los grupos domésticos campesinos ya no pueden llevar a cabo. La causa generalizada se acota en la obligación de que tienen que emigrar a trabajar fuera de su comunidad para satisfacer las necesidades sustanciales de reproducción como grupos.

La metodología debe privilegiar el estudio integral del proceso de cambio social en las sociedades campesinas, las transformaciones de la organización social en lo local, al adaptarse a los cambios que se dan en la sociedad mayor a la cual están integrados.

El estudio de los cambios que se dan a nivel de organización del trabajo en los grupos domésticos, en la transformación de las relaciones entre los grupos de parentesco y la ayuda mutua. El conocimiento de como van desapareciendo poco a poco las organizaciones territoriales, los grupos, los barrios y las mayordomías; entre otras instituciones que normaron el sentido de pertenencia y de estatus social dentro de las regiones y sus comunidades locales. Hay evidencias de un cambio continuo en los valores de las comunidades y sus prácticas de manejo de los recursos en relación con la actividad agrícola.

De naturaleza económica

Entre las concepciones y metodologías recientes para conocer y evaluar impactos ambientales, en el marco económico y social, se tiene: la economía ambiental, la economía de los recursos naturales y la estadística ambiental.

En términos de la economía de los recursos, su marco de análisis y evaluación no escapa de los fundamentos económicos, que podemos ejemplificar con: la función de producción y optimización de recursos, los factores e insumos productivos locales, el uso y costo de oportunidad de los recursos, la oferta y demanda de los recursos en la localidad, así como en los mercados estructurantes, vía los canales establecidos de comercialización.

Los elementos de análisis de la economía ambiental son: las políticas ambientales en los recursos naturales -suelo, agua, bosque, aire, otros-, el análisis de riesgos e impacto, la medición y análisis de costo-beneficio, el análisis de costo-efectividad, la eficiencia económica y equidad, la eficiencia social, los incentivos y ejecución de leyes ó normas, las consideraciones morales y la disponibilidad para pagar.

Por su parte, la estadística ambiental nos permite modelizar, por medio de mediciones ó datos, los comportamientos dinámicos de los fenómenos de degradación y erosión de los recursos naturales. Así mismo, nos sugiere modelos para hacer predicciones a través de series de tiempo y el análisis de regresión.

En general, es fácil aceptar que se han desarrollado teorías y metodologías eficientes que nos permiten analizar los fenómenos que impactan de manera negativa el sistema medio ambiental. Estas metodologías pueden emplearse en la problemática del análisis y evaluación de la degradación de los recursos, entre los cuales la de suelos volcánicos y su gestión agroeconómica. Así como para el plantemiento de la importancia de su uso y manejo de forma sostenida, es decir sobre la interrogante ¿si los tepetates son un recurso necesario, de interés colectivo, eficiente para los propósitos de producción y rentable, bajo las condiciones económicas de grupos y unidades familiares de producción agropecuaria ?

En otras palabras, ¿como se evalúa en términos económicos y de impacto ambiental, cual es la mejor manera de usar y manejar los suelos de tepetate a fin de no pagar costos demasiados altos en un futuro próximo a causa de no evaluar las alternativas más rentables ?

Con el propósito de clasificar sistemas complejos de gestión de los recursos, presentamos una metodología estadística multivariada que nos permitió analizar y caracterizar a unidades de producción de una localidad. Esta en el mejor de los casos representativa de las regiones con numerosas localidades pequeñas, sin todos los servicios, con patrones de estructuras agrarias con dominancia de campesinos que disponen de cantidad insuficiente de tierra, sin recursos necesarios económicos y tecnológicos para realizar su aprovechamiento.

Su contexto y situación actual son los severos problemas de erosión de suelos y el afloramiento de tepetate.

Así pues, la estadística es una herramienta muy útil para el manejo y sistematización de datos, así mismo facilita la interpretación de una gama amplia de información cuantitativa y cualitativa, del entorno real y abstracto.

Las metodologías específicas más usuales son la estadística descriptiva y la inferencia estadística, estas contienen teóricamente procedimientos muy específicos para el análisis de datos muestrales de una población con ciertas características.

Nuestra experiencia utilizó el análisis estadístico multivariado, con datos o variables de características agropecuarias y socioeconómicas de los productores y sus sistemas económicos, en la comunidad de Tlalpan, en Tlaxcala.

La técnica empleada para este análisis fue el "cluster o clustering" que significa conglomerar, y consiste en el agrupamiento de productores u observaciones con características muy particulares. Una técnica para agrupar observaciones y/o variables de un conjunto de datos multivariados, en "grupos" con características afines (conglomerados o cúmulos).

La afinidad en los grupos se mide con una noción de distancia en el caso de observaciones, o bien de correlación para el caso de variables.

En la matemática se encuentran muchas nociones de distancia. Estas varían de acuerdo con la escala de medición de las variables, así como con la necesidad de tomar en cuenta aspectos estadísticos de las variables como dispersiones, correlaciones, otros.

- Con escalas fuertes, son familiares las distancias siguientes en R^k :
 1. Distancia Euclidiana
 2. Distancia de Minkowsky
 3. Distancia estadística
 4. Distancia de Mahalanobis
- Con escalas débiles: las nociones de distancia deben modificarse. En estos casos se habla más bien de “coeficientes de similaridad o disimilaridad”.

Una vez que se selecciona una distancia, coeficiente de similaridad ó coeficiente de correlación, los grupos se van integrando de acuerdo con distintos criterios. Con base en una matriz de distancias, similaridades o correlaciones.

Con base en una matriz se forman los grupos, de acuerdo a procedimientos de agrupación.

Los procedimientos se dividen en dos grandes grupos:

A) Métodos jerárquicos:

1) Aglomerativos (de lo individual \Rightarrow general)

2) Divisibles (de lo general \Rightarrow individual)

B) Métodos no jerárquicos.

Son más comúnmente empleados los métodos jerárquicos aglomerativos (MJA), sin embargo, tienen algunas limitaciones por lo que también se han utilizado con frecuencia los métodos no jerárquicos (MNJ).

A primera vista los métodos jerárquicos, deberían formar los grupos examinando todas las posibles agrupaciones. Resulta impráctico formar todos los grupos posibles que reducen significativamente el número de posibilidades, una posible elección son los llamados métodos de encadenamiento: simple, completo y promedio.

En el método de encadenamiento simple se considera la distancia más pequeña entre puntos u observaciones; en el método de encadenamiento completo se parte de la distancia más grande; por último, en el método de encadenamiento promedio se promedian las distancias entre observaciones ó puntos.

Entre los métodos jerárquicos hay posibilidad de elegir otros criterios de formación de grupos como el método de “Ward’s de mínima varianza y de los Centroides”.

Para tal caso, es recomendable usar varios métodos y calibrarlos. Lo anterior, porque existen algunos que no definen bien los grupos en el dendograma, por lo que se recomienda usar varios hasta encontrar el más consistente que defina los grupos en un diagrama de árbol, u otro procedimiento.

El método de Ward’s de mínima varianza, es un método jerárquico aglomerativo que sigue varias etapas:

C1: Se cuenta con una matriz de distancias entre observaciones.

C2: Se localiza el par de observaciones con la distancia más pequeña, &1.

C3: Las observaciones con la distancia más pequeña en C2 integran un nuevo grupo. Se modifica la matriz de distancias inicial en C1: se eliminan las filas y columnas de las dos observaciones anteriores, se incluye una fila y columna para el nuevo grupo (el nuevo grupo puede tener una sola observación), y se recalculan las distancias. Identificar el par de observaciones con la distancia menor, &2.

C4: Repetir los pasos anteriores, de manera que se llegue a un número deseado de grupos, por ejemplo g , se tendrán así las etapas y distancias:

C_4, C_5, \dots, C_g

d_3, d_4, \dots, d_g .

Es común que estos resultados se presenten en un Dendograma ó Diagrama de árbol. Dependiendo del nivel de corte en el dendograma, será la definición de los grupos. El nivel de corte y la definición de los grupos en el dendograma depende de los objetivos del trabajo o del investigador, quien al final toma la decisión del nivel de corte o de agrupamiento, para definir los grupos que mejor expliquen el fenómeno estudiado.

La Figura 1, nos muestra la manera como se van formando los grupos ó conglomerados en un diagrama de árbol y las diferentes ramificaciones o agrupamientos de observaciones que se dan; así mismo, ya obtenido el dendograma como se pueden dar los cortes a diferentes niveles, los cuales nos definirán los grupos (ramificaciones) con características muy particulares. En la citada figura, se presentan tres niveles de corte que definen diferentes grupos dependiendo del nivel de corte, finalmente esto depende de los objetivos de la investigación y de la naturaleza de los datos que se están analizando. En consecuencia, será el propio investigador el que decide, de acuerdo a sus propósitos, cuantos grupos quiere analizar y donde realizar dicho corte para definirlos.

¿Cuál es el mejor método? La respuesta no es sencilla, ya que depende de la naturaleza de las variables X_1, X_2, \dots, X_p . Así pues, como se mencionó antes, se recomienda probar varios métodos y observar si existe consistencia entre ellos.

La lección sería probar 4 ó 6 métodos y si varios de ellos nos dan grupos similares, entonces tendremos una clasificación consistente.

Los datos históricos y socioeconómicos se obtuvieron a partir de encuestas efectuadas directamente entre los campesinos y autoridades locales. Estas encuestas consistieron en entrevistas y en visitas acompañadas a los campos de los entrevistados. Esta metodología, con entrevistas cruzadas y comparaciones de los datos entre la gente y, al final del estudio con una presentación y discusión con la comunidad, nos llevó a obtener resultados en principio confiables.

Aptitud Productiva en Suelos Volcánicos Endurecidos (tepetates)

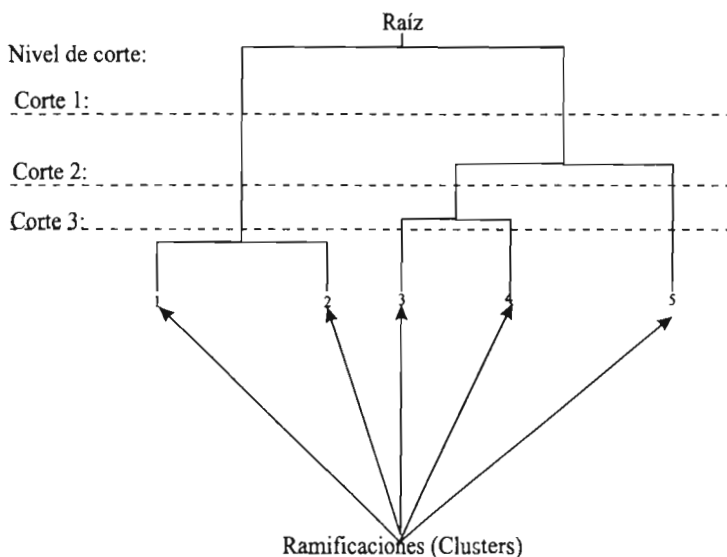


Fig. 1. Dendrograma ó diagrama de árbol para conglomerados jerárquicos.

Organización de sistemas de aprovechamiento de recursos y estrategias económicas de reproducción

En el ejido de Tlalpan, los campesinos siembran cultivos básicos sobre tepetates rehabilitados, considerándolo como recurso y utilizando estrategias organizacionales y productivas de manejo técnico para hacerlo productivo como el suelo normal. Conocer las estrategias y lógicas productivas que los productores realizan cuando se tiene suelo normal y tepetate, y cuando los recursos y medios de producción no son disponibles en la misma proporción para todos, son los objetivos del presente trabajo de investigación.

Observando estas diferencias a dos niveles: conocer el interior de los diferentes SEF la complejidad en el manejo de los recursos, sus estrategias productivas y organizativas, el patrón y rotación de cultivos, analizando los diferentes manejos técnicos, los costos de producción, la rentabilidad y modalidad de reproducción agropecuaria y económica. Además, se pretende conocer la constitución y dinámica de la economía del sistema familiar, porque es donde se encuentran la lógica de las estrategias decisionales de la agricultura campesinal rural, según Mercado (1992) y Loeza (1994). Para los productores de Santiago Tlalpan, el método más consistente fué el de Ward's de mínima varianza comparado con el Centroides, según el cual los grupos definidos en el dendrograma, en el respectivo nivel y distancia de corte, fueron tres principalmente.

Con la modalidad de estudio de caso, con 32 ejidatarios o SEF que trabajan suelo normal y tepetate, este estudio se desarrolló en tres fases: 1/ Revisiones bibliográficas de la región con visitas continuas de reconocimiento y, al mismo tiempo se elaboraron las encuestas; 2/ Trabajo de campo, el cual consistió en visitar a los productores y registrar todas las actividades realizadas en los procesos de producción agropecuaria, en sus fechas y costos respectivos. Así mismo, se registraron aspectos socio-económicos de las unidades de producción, 3/ Análisis y sistematización de la información, se conformó una matriz de 25 variables con características particulares de los "SEF" y se complementó con un análisis estadísticos multivariable a través del método seleccionado de conglomerados (cluster) y, así finalmente derivar una tipología de productores. El método de Ward's diferenció sustantivamente a 3 grupos o tipos, visualizados en el dendograma.

Esta tipología es el eje principal de análisis del trabajo de investigación. Los resultados finales con 3 tipos de productores bien diferenciados, entre ellos los caracterizamos como: productores grandes, pequeños y medianos. El tipo I de los pequeños productores agrupó a un total de 11, el tipo II de los medianos productores conglomeró a 17 y al tipo III de los grandes productores lo conformaron 4 unidades económicas.

La suma de la superficie sembrada total de las parcelas que integraron la muestra se presentan en el Cuadro 1, donde se observa el patrón de uso del suelo en los substratos de suelo normal como de tepetate y la tendencia de los agricultores a variar su estrategia agrícola, de acuerdo a la superficie total disponible, orientada prioritariamente a la producción de maíz y trigo.

Estos dos agrosistemas son los más importantes, sin embargo existen otros como: la cebada, papa, frijol, haba, chicharo,y frutales, los cuales comprenden superficies muy marginales y poco significativas.

Cuadro 1. Superficie sembrada total en suelo normal y tepetate de los cultivos en el estudio de caso, Tlalpan, Tlaxcala.

Cultivos	Superficie total en suelo (ha)	Superficie total en tepetate (ha)	Superficie total (ha)
Maíz	125.2	23	148.2
Trigo	122.3	4	126.3
Cebada	12	0	12
Otros	5	0	5
Total	264.5	27	291.5

Fuente: trabajo en campo y encuestas

Nota: los tres grupos de agricultores diferenciados en el dendograma se presentan en el Cuadro 1.

El Cuadro 1 muestra la distribución de la superficie sembrada por cultivos, tanto en suelo normal como en tepetate. También se observa que el patrón de cultivos y de uso del suelo es agrícola con dominancia de cultivos como: maíz y trigo. En cantidad menor se tiene la cebada, además de otros cultivos como: haba, papa y frijol.

La superficie sembrada total de 291.5 hectáreas representa el 41.5% de la superficie sembrada total ejidal que posee la comunidad de Tlalpan. La superficie sembrada total de la localidad es de 703

hectáreas de propiedad ejidal. Además, las unidades familiares poseen en promedio 6 miembros en su núcleo familiar.

Cuadro 2. Grupos de productores en la estructura agrícola y superficie sembrada promedio normal y de tepetate.

Tipos	Número Productores	Sup. Prop. Ejidal (ha)	Sup. Sembrada 1995			Sup. Sembrada en Tepetate con Maíz ó Trigo (ha).
			Maíz	Trigo	Otros	
I	11	6.0	3.3	0.2	0	0.96
II	17	8.52	4.0	4.0	0.8	0.78
III	4	16.0	11.0	14.0	1.0	0.81
Promedio		8.6	4.6	4.0	0.5	0.84

Fuente: Encuesta 1994-95

En la estructura de tenencia de la tierra por tipos y la superficie sembrada por cultivos, es evidente la diferenciación que existe entre los tres tipos de productores; primeramente es claro que los productores del grupo I tienen muy poca superficie sembrada. Incluso predomina el maíz, caso contrario con los del grupo II que logran equilibrar las superficies asignando cantidades iguales a los cultivos más importantes. Finalmente, para el caso de los productores del tipo III se tiene que su estrategia productiva es más orientada hacia la producción de cultivos comerciales, pero asignando al mismo tiempo una importante superficie para la producción de maíz para autoconsumo y venta.

El cultivo más importante para los tres tipos es el maíz, su uso para autoconsumo es significativo, suponemos acertada la propuesta que indica su importancia al garantizar y asegurar la reproducción de la unidad familiar.

Por último, el tipo III posee una superficie sembrada total mucho mayor que los demás estratos. Sus diferencias estructurales explicarán finalmente la estrategia productiva y organizativa de dichas unidades económicas, las cuales contribuirán a explicar las rentabilidades diferentes. Además, la posibilidad de los grandes productores que trabajan en economías de escala, con recursos y medios de producción en muchos casos propios.

Cuadro 3. Costos de producción de maíz y trigo en suelo normal y tepetates según tipos representativos de productores (\$/ha).

Tipos	Costos de producción En suelo normal		Costo de producción en suelo de tepetate	
	Maíz	Trigo	Maíz	Trigo
Productores Pequeños I	1,505.1	1,357.4	1,473.8	-
Productores Medianos II	1,489.1	1,153.3	1,463.6	1,278
Productores Grandes III	1,573.5	1,123.7	1,338.6	1,218.1
Promedio	1,507.1	1,167.8	1,425.3	1,248.1

Aptitud Productiva en Suelos Volcánicos Endurecidos (tepetates)

El procedimiento explica las ganancias por unidad de superficie y la suma de éstas, como se observa en otros párrafos.

Es importante mencionar que los productores de los grupos I y II no registran sus respectivos costos de producción argumentando que no contabilizan porque la producción del maíz es para autoconsumo y no para el mercado. Razón por la que no lo hacen.

En términos generales los costos son relativamente semejantes o existe muy poca diferencia entre cada uno de los grupos. En la estructura de costos totales de producción para el maíz y trigo, observamos diferencias muy ligeras entre ambos grupos. El estrato III es el que realiza y tiene una organización de la producción agropecuaria muy completa, considerando que se dedica exclusivamente a estas actividades todo el año.

Cuadro 4. Ganancia y rentabilidad agrícola por hectárea sin considerar el PROCAMPO.

Grupos	Ganancia en Maíz (\$/Ha)	Rentabilidad en Maíz por ha.	Ganancia en trigo (\$/ha)	Rentabilidad en trigo por ha.
I	-965.1	-0.64	-312.4	-0.23
II	-733.1	-0.49	49.8	0.04
III	22.25	0.01	462.6	0.41

Fuente: Encuestas

La ganancia y la rentabilidad del maíz y del trigo se evalúan sin considerar el apoyo del Procampo. Se observa que el estrato III es el que posee cifras favorables, no así los demás. Como excepción, el grupo II en trigo logra obtener una ganancia muy pequeña comparada con la inversión realizada.

La ganancia y la rentabilidad del maíz y del trigo se evalúa sin considerar el apoyo del Procampo, en el cual se observa que el estrato III es el que posee cifras favorables no así los demás a excepción del grupo II en el trigo que logra obtener una ganancia muy pequeña comparada con la inversión realizada en la producción. Si por el contrario, consideramos al Procampo (subsidio al ingreso por hectárea cultivada) para determinar la ganancia y la rentabilidad, éstas arrojan cifras más favorables para los cultivos de maíz y trigo, es claro que las pérdidas disminuyen y las ganancias aumentan por efecto de la suma del Procampo a los ingresos lo que también provoca que los costos disminuyan y la rentabilidad aumente ligeramente.

El subsidio juega un papel muy importante durante el proceso productivo, ya que del 95% de los productores que lo tiene, lo utiliza para comprar insumos en su momento como: fertilizante, insecticidas, herbicidas, semilla, maquila, otros. La única desventaja que se presenta en este apoyo es que se entrega de forma extemporánea, es decir, los productores comprometen este apoyo con prestamistas o casas comerciales lo que implica pagar cierto interés o costo por usar el dinero ajeno de manera oportuna.

Aptitud Productiva en Suelos Volcánicos Endurecidos (tepetates)

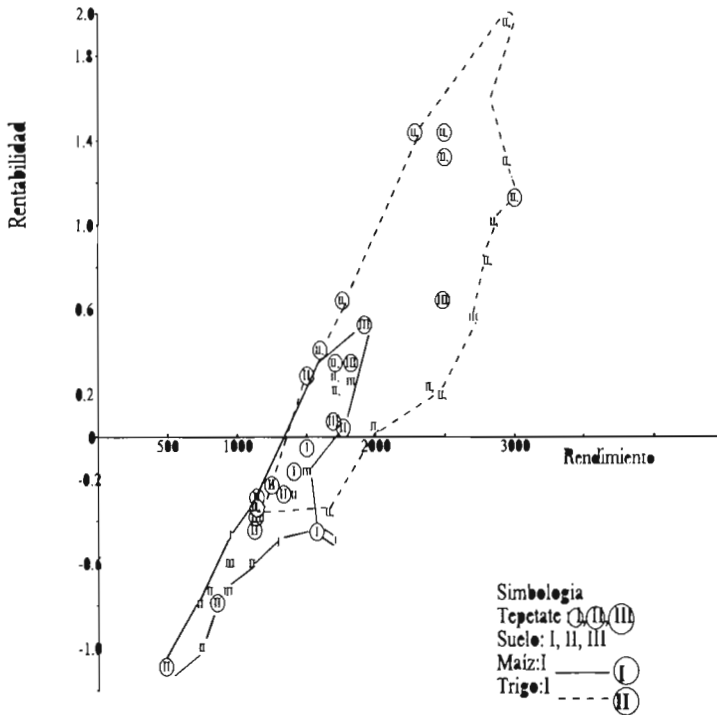


Figura 2. Análisis comparativo de rendimiento grano por hectarea y rentabilidad para maíz y trigo.

Análisis económico de diferentes rotaciones con supuestos económicos comparativos

En la primera etapa del análisis se tomaron en cuenta varios supuestos que facilitarían la comparación. Inicialmente se consideró realizar los cálculos de costos de producción y precios de venta, como matriz básica rotacional con base en 1995, para después realizar escenarios de variación de precios y costos de acuerdo a la orientación del análisis.

En segundo término se convino elaborar un modelo de análisis y de rentabilidad a partir de los costos directos de producción, es decir que no se tomó en cuenta el costo por el uso del factor de producción capital, ni tampoco el costo de uso del otro factor esencial que es la tierra.

Cuadro 5. Rentabilidad entre rotaciones.

Rotación	Rentabilidad	
	Con M.O	Sin M.O.
T-A-T-T-A	0.74	1.36
V-T-A-T-A	0.54	1.01
A-A-A-T-A	0.91	1.09
Ai-T-A-T-A	0.83	1.15
Ai-A-A-T-A	0.85	1.15
T-T-A-T-A	0.59	0.95
T-T-T-T-A	0.80	1.26
V-A-T-T-A	0.70	1.33
V-T-T-T-A	0.47	1.19

Fuente: Valores estimados para el caso de aplicación de materia con el precio medio regional.

Se observa en el Cuadro 5, que las rotaciones con aplicación de materia orgánica tienen un valor inferior de la rentabilidad a pesar de su mejor productividad. Al respecto es conveniente aclarar que el valor menor se debe a que en el cálculo del costo se consideró el costo de la materia orgánica aplicada durante la rotación.

Un primer escenario con costo cero para la materia orgánica aplicada, se ponderó con una rentabilidad promedio entre las rotaciones de 1.63; éste sin duda de una importancia económica de interés. Pero y en términos similares también es imperativo señalar que en el modelo actual de análisis no ha sido incluido el costo de la roturación, inversión que será discutida después de los escenarios económicos y la ponderación de los programas y proyectos de inversión sectorial federal y estatal.

Estimación del valor de la producción de biomasa seca total a la cosecha y grano, según diferentes tipos de rotaciones. A manera de referencia se presentan los resultados en parcelas de agricultores, para maíz y trigo, utilizando "suelo normal" o tepetate, según la Figura 5 de resumen se presentan las diferencias entre los totales de las diferentes rotaciones, considerando el efecto de la aplicación y no de la materia orgánica. En general se aprecia como comportamiento general de los agricultores, que independientemente de utilizar suelos normales o tepetates, es más bien generalizada la intensificación de la producción y una rentabilidad favorable en el cultivo del trigo en contraste con el maíz, este último esencial de autoconsumo.

La estructura y funcionamiento de los sistemas económicos familiares

Los sistemas económicos familiares ó unidades de producción presentan distintas y complementarias estrategias productivas con sistemas agrícolas y pecuarios, así mismo presentan esquemas de migración, al interior y exterior de la comunidad, así como modalidades de agroasociación entre productores como renta de parcelas, trabajo a medias y al tercio, por último la compra-venta de tierras que se establece entre los productores que tienen más recursos contra los que tienen más necesidad de vender para asegurar la existencia y reproducción de la unidad familiar.

Los subsistemas agrícolas

Hemos observado la disponibilidad de tierra entre los diferentes grupos de agricultores y las modalidades generalizadas de su uso en el patrón de cultivos existente en la comunidad. Anteriormente, se observó que el patrón característico de uso del suelo es eminentemente agrícola con los cultivos del maíz y trigo que abarcan el 94% de la superficie sembrada total, la cebada es un cultivo que en los últimos años ha disminuido tajantemente su superficie a causa de un problema fitosanitario que no se ha controlado y que el producto químico para erradicarlo es demasiado alto su costo. En general, la matriz de recursos y el patrón de uso del suelo, se puede esquematizar en los términos siguientes, Cuadro 6.

Cuadro 6. Disponibilidad de recursos y patrón de uso del suelo.

Grupo	Disponibilidad	Cultivos		
	de tierra (ha)	Maíz	Trigo	Cebada
I	6.0	si	no	no
II	8.5	si	si	si
III	16.0	si	si	si

Fuente: Encuestas.

Los subsistemas pecuarios

Los sistemas de producción ganaderos son estrategias muy importantes de las unidades de producción rurales, ya que permiten fortalecer la economía familiar fomentando el ahorro; es decir, la mayoría de los productores no proporcionan alimentos balanceados sino que aprovechan los esquilmos de las cosechas y los pastos naturales de la región para alimentar su ganado, esto implica bajos costos de producción por unidad y, el fomento de una caja de ahorro en la producción y reproducción de sus especies ganaderas; tal es el caso de las especies de bovinos, ovinos, aves y equinos. En algunos casos, este fondo de ahorro es utilizado en condiciones de emergencia económica por parte de la unidad familiar, así mismo la producción pecuaria es la que asegura un ingreso más favorable que la agricultura o por lo menos no se incurre en pérdidas como veremos más adelante en el flujo de ingresos por subsistemas.

Cuadro 7. Estructura pecuaria por grupos en Santiago Tlalpan, Tlaxcala.

Grupo	Número de bovinos.	Número de ovinos.	Número de aves	Número de equinos	Total
I	0	0.5	5.6	0.5	6.6
II	2.9	2.9	10.7	0.9	17.4
III	3.3	25.3	9	0.3	37.8

Fuente: Encuestas.

La estructura pecuaria por especie muestra que la mayoría posee más de tres especies de ganado, únicamente se diferencian por las cantidades en cada uno de los grupos, pero el estrato I es el que no posee ganado bovino; sin embargo, es muy clara la ventaja que poseen las unidades de producción del grupo III más aun si las representamos en términos de ingreso por unidad de especie que veremos más adelante de este apartado.

Los medios de producción genéricos

Una de las ventajas oportunas y estratégicas en las unidades económicas familiares es la disponibilidad de medios y factores de la producción, es decir, la posesión individual e inmediata como oportuna de los medios de producción para llevar a cabo el proceso productivo; sin duda, este es un componente esencial para la toma de decisiones, por parte del productor, en los diferentes subsistemas de la unidad de producción; ahora bien no todas las unidades de producción poseen todos los medios necesarios sino que tienen que recurrir con otros para disponer de ellos y realizar sus respectivas prácticas productivas en sus diferentes procesos de producción. Así pues, el siguiente Cuadro nos muestra la distribución de ellos en los diferentes grupos de productores de la comunidad en estudio.

Cuadro 8. Medios de producción disponibles en los grupos de la tipología de productores.

Grupo	Yunta	Tractor	Yunta y Tractor	Camión/ Camioneta
	←-----%-----→			
I	36.4	0	0	18.2
II	94.1	41.2	41.2	70.6
III	50	100	50	100
Promedio	68.8	34.4	28.1	56.6

Fuente: Encuestas.

En el Cuadro 8 se observa que el grupo III se encuentra totalmente capitalizado o dispone de la mayor parte de los medios de producción y de transporte necesario para llevar a cabo de manera eficiente los procesos de producción; en tanto, el grupo II presenta ligeras tendencias de diferenciarse y pasar al estrato III. Pero es claro que la mayoría de los grupos poseen al menos una yunta y en el caso, de la disponibilidad de tractor y yunta-tractor, los grupos II y III son los que disponen de ellos lo que favorece la realización oportuna de sus prácticas agrícolas en los diferentes procesos productivos de los subsistemas en el marco del funcionamiento de la unidad de producción.

La migración y otras actividades económicas estrategia básica para viabilizar la reproducción del sistema familiar

La migración es un fenómeno recurrente y muy dinámico en la región de estudio así lo expresa Mondragón (1992) en su estudio de emigración realizado en la cabecera municipal de Hueyotlipán, Tlaxcala, determinando que el principal destino permanente son los Estados Unidos. Paralelamente,

Aptitud Productiva en Suelos Volcánicos Endurecidos (tepetates)

visitó las oficinas de correo y analizó los envíos de giros internacionales del año de 1991, los cuales sumaban una cantidad de \$95'687,280 y para 1992 (enero-junio) se contabilizó la cantidad de \$14'620,641. Esto da una idea de lo que ingresa al municipio de Hueyotlipan por concepto de dinero vía los emigrantes, sin tomar en cuenta lo que se cobra en los Money Order Internacionales que se cambian en los bancos y en las casas de cambio. Esta actividad junto con la realización de otras actividades no agropecuarias y algunas modalidades de agroasociación como estrategias económicas productivas son las que realizan frecuentemente las unidades de producción para contrarrestar los efectos negativos de la política económica y de los ajustes estructurales por los que esta pasando el sector agropecuario en su conjunto.

Cuadro 9. Emigración, modalidades de agroasociación y estrategias económicas.

Grupo	Emigración por familia (%)	Actividad no agropecuaria (%)	Renta de tierra: dan o reciben (%)	"Al tercio": dan o reciben (%)	Compra-venta de tierra (%)
I	11	82	0	55 (d)	18 (v)
II	35	65	6 (r)	6 (r)	24 (v), 6 (c)
III	25	0	50 (r)	75 (r)	50 (c)

Fuente: Encuestas.

r: reciben tierras en renta y al tercio, d: dan tierras en renta y al tercio; v: han vendido tierras, c: han comprado tierras.

La unidad de producción toma decisiones congruentes con su realidad, así mismo desarrolla estrategias que le permitan adecuarse y funcionar como tal. En el Cuadro anterior, se observan las características de estos fenómenos en cada uno de los grupos, en el que el de los grandes productores se caracteriza por disponer de recursos que le permiten comprar tierras, rentar parcelas, recibir parcelas "al tercio" y no realizar otras actividades que no sean del sector agropecuario exclusivamente; así, se concluye parcialmente que los ingresos y el trabajo es suficiente como para dedicarse de tiempo completo a la agricultura comercial y a la maquila. Caso contrario, sucede con los productores pequeños y medianos que tienen que emigrar, realizar otras actividades no agropecuarias para complementar sus ingresos, dar a rentar y al tercio sus parcelas, como realizar venta de las mismas por no poseer la capacidad económica para hacerlas productivas.

Estimación de los flujos de ingreso anual de la economía familiar

En este apartado se presentan, de forma estimada, los flujos de ingreso/ganancia ó pérdida que poseen los diferentes grupos de productores, es decir, se analizan las utilidades y rentabilidades que obtiene la unidad de producción en los subsistemas agrícolas y pecuarios, para llegar a obtener la ganancia en todo el sistema agropecuario considerado como estrategia productiva de uso y manejo de recursos por parte del sistema económico familiar. Debe quedar claro que los ingresos por emigración, otras actividades no agropecuarias, renta de parcelas, modalidad "al tercio" y venta de tierras, no se consideran en este rubro. Así mismo, la modalidad "al tercio" se considera como una estrategia de agroasociación que desarrollan los productores que dan sus parcelas y los que las reciben dan cambio, de esta transacción, un 1/3 de la producción que es la que se apropia el dueño de la tierra y el resto el que la cultiva o el que recibe dicha superficie. Por ejemplo, si una hectárea de tierra trabajada "al

tercio" produce 1.5 toneladas de grano, el dueño de la parcela se apropia de 0.5 toneladas y el que la cultiva se queda con el resto, es decir 1.0 toneladas de grano.

Cuadro 10. Ganancias anuales por grupos según la estrategia productiva agropecuaria del SEF.

Grupos	Ganancia agrícola por SEF (\$)	Ganancia pecuaria por SEF (\$)	Ganancia agropecuaria por SEF (\$)	Salarios mínimos generados al año por SEF
I	-1,707.3	337.4	-1,329.9	-86.1
II	786.8	1,630.7	2,417.5	156.1
III	17,721.2	4,863.8	22,585	1,462.8

Fuente: Encuestas.
 Nota: Las ganancias se expresan a pesos de 1995 y los salarios mínimos son de ese mismo año para la región a la que pertenece el estado de Tlaxcala.

En el Cuadro 10, se observan los flujos de ganancias y pérdidas en los diferentes grupos de productores estratificados, así mismo vemos que los pequeños son los que obtienen al final pérdidas dado que en el subsistema agrícola éstas son muy significativas aunque presenten ganancias favorables en el pecuario éstas no bastan para revertir las cifras negativas. Caso contrario, lo presentan los productores de los grupos II y III, pero específicamente este último que tiene los ingresos mucho mayores en cada uno de los subsistemas y en el sistema agropecuario en general, lógicamente genera mucho más salarios mínimos por efecto de los altos ingresos en la unidad de producción. El salario mínimo es el que rige en la región a la que pertenece el Estado de Tlaxcala y que, para 1995 fue de \$15.5 por día, el cual si lo dividimos por el flujo de ingresos agropecuarios nos da el total de salarios mínimos generados en la unidad de producción.

Experiencias en cuatro comunidades del Altiplano mexicano

Los resultados técnicos, edáficos y agronómicos de la rehabilitación de los tepetates empezaron a ser complementados recientemente por una serie de trabajos relacionados con el seguimiento de la economía y de los itinerarios técnicos de unas familias en el Valle de México y de Tlaxcala, Márquez *et al.* (1992); Navarro y Zebrowski (1994); Muñoz y Navarro (1997).

Con base a tales resultados se analizaron en situación real, las mejores condiciones para cultivar los tepetates después de su roturación en una agricultura de sequía de pequeños campesinos. Estos objetivos implicaban no solamente un conocimiento de las prácticas agrícolas de estas comunidades rurales, sino también estimar las posibilidades de replicar los resultados obtenidos al resto del eje Neovolcánico mexicano. El propósito fue caracterizar unas comunidades campesinas y evaluar la importancia de los tepetates sobre la agricultura, en áreas donde no se había analizado hasta ahora bajo este enfoque, Prat *et al.*, (1997).

El trabajo se enfocó en dos niveles de análisis: 1) el estudio de la comunidad a nivel general, incluyendo el medio físico, el contexto histórico y económico; 2) un análisis más preciso de cada grupo de sistema de producción encontrado en las comunidades y sus interrelaciones. En estos dos niveles,

se determinó de que manera y en que medida los tepetates tienen un impacto sobre la dinámica socioeconómica y las estrategias de funcionamiento de los sistemas de producción familiares.

Un medio natural difícil

Las comunidades estudiadas se encuentran a lo largo del eje Neovolcánico central, lo que corresponde al altiplano central mexicano. Las altitudes varían entre los 1700 a los 2800 msnm por lo que se refiere a la zona de cultivo, mientras que de 2800 a los 4000 msnm, se encuentra la zona de bosques y praderas. Las tierras de las comunidades se extienden de los pie de montes con relieve de lomas, hacia las cúspides de la sierra con pendientes muy fuertes. Las planicies son raras.

La temporada de lluvia dura 6 meses (mayo a octubre), con precipitaciones que varían de 600 a 1200 mm anuales. Hay un pequeño período de fin de julio a inicio de agosto con poca lluvia. Las lluvias son irregulares tanto de un año a otro, como a lo largo de la época de lluvia. Además, existe siempre posibilidades de heladas tardías (abril-mayo) o tempranas (septiembre-octubre) que pueden afectar los cultivos y los rendimientos. Estos dos factores: lluvias irregulares y riesgos de heladas hacen del cultivo de temporal un cultivo con altos riesgos.

Los suelos tienen un origen volcánico reciente (unos miles de años). En las partes altas, con un clima templado y húmedo, se localizan los suelos de ando. Los suelos con características vérticas se localizan en las depresiones y a veces sobre las lomas. Allí, se encuentra por lo general, los faeozems, los brunisoles, otros. Los tepetates se encuentran en estos suelos a unos 50 cm de profundidad, a menos que afloren a causa de procesos erosivos, generalmente antrópicos. Su espesor, varía de unos 0.2 a más de 2 m. Los suelos erosionados están presentes en todas las comunidades, y siempre al nivel de ruptura de la pendiente, o sea de piedemonte. Se trata de una erosión regresiva en cárcavas, las cuales pueden tener varias decenas de metros de profundidad.

Los recursos débiles en agua, el clima seco, el tamaño reducido de las cuencas hidrográficas, el medio pierde su capacidad de retención en agua a raíz de las agresiones que tiene que sufrir y las necesidades de abastecer de agua a las poblaciones que no dejan de crecer, son los factores que contribuyen a reducir drásticamente las posibilidades de riego en estas zonas de piedemonte.

Un medio natural sobre explotado por las comunidades campesinas

El uso agroforestal del medio natural, generalmente antiguo (a veces antes de la época prehispánica), intensivo y muchas veces mal manejado, favorece la degradación de estos medios frágiles, Navarro y Prat (1996). Por eso, las áreas de afloración de los tepetates son numerosas y extensas. Históricamente, estas zonas de piedemonte fueron ocupadas por pequeños campesinos expulsados de las planicies por terratenientes, durante la colonización española. Desde la revolución de 1917, la tierra puede ser de propiedad privada, ó de propiedad comunal o ejidal. En el caso de los ejidos, la tierra pertenece al Estado, pero esta se distribuyó a los miembros del ejido en función de sus necesidades. De hecho, desde más de 80 años, el fraccionamiento de la tierra no dejó de aumentar, conduciendo a la entrega de parcelas cada vez más pequeñas. Sin embargo, existen arreglos entre los campesinos y el derecho de vender estas tierras desde 1993 (modificación del artículo 27 de la constitución mexicana), haciendo posible que algunos productores no disminuyeran demasiado sus superficies, y hasta que lograran aumentar en superficie sus propiedades. Las mejores tierras se entregaron al momento de la primera

dotación, y conforme el tiempo, la calidad de las tierras atribuidas va empeorando. Actualmente, los agostaderos corresponden a zonas con fuertes pendientes y/o piedras y/o tepetates aflorando y/o con una erosión hídrica regresiva de gran intensidad. Por supuesto, son estas las tierras que se repartieron al último.

Cuadro 11. Tenencia de la tierra en superficie y modalidades de su uso.

Comunidad	Ejido	Bienes comunales	Pequeña propiedad	Superficie promedio/activo*	Sup. con riego	Población
Sta. Catarina (Edomex)	700 ha(30%) 250c/450b	1736 ha(70%) 900c/836b	0	0.5 ha	200 ha (15%)	3 400
Tlalpán (Tlaxcala)	737 ha (100%) 737c/0b	0	0	5 ha	0	800
Las Cruces (Jalisco)	2 112 ha (71%) 1 300c/542a/27	0	855 ha (29%)	3 ha	0	1 000
El Pedregal (Michoacán)	1 200 ha (70%) 690c/40a/470b	0	400 ha (30%)	2 ha	0**	1 000

* En promedio, hay 3 activos por explotación. Este valor de superficie es una estimación entre superficie, número de activos, porcentaje de la población de cada categoría. Por eso, hay que tomarla como un dato relativo que ilustra el grado de parcelación de las tierras

** Hace 20 años, se abandonaron 60 ha de riego a causa del crecimiento poblacional que obligo a usar el agua para el consumo.

Es importante recalcar que las superficies cultivadas en las 4 comunidades estudiadas son bastante pequeñas, y es una minoría de campesinos que tiene más de 8 ha, Cuadros 11 y 12. De ahí se deriva la importancia del área del ejido que tiene un uso comunitario (bosques, agostaderos). Se aprovecha tanto la madera (principalmente para la leña) como las demás plantas para el pastoreo del ganado. Tlalpán no posee tal área, porque en 1992 se roturaron las últimas 200ha de agostaderos para darles un nuevo uso agrícola y poder entregar una dotación de tierras a los jóvenes ejidatarios.

Unidades de producción pequeñas y pobres

La superficie de cada rancho así como la calidad de las tierras explican parcialmente las lógicas de funcionamiento de los sistemas de producción. Por eso, se estableció la tipología de los sistemas de producción en parte con estos parámetros (superficie cultivada y suelos) pero más que todo, según el grado de mecanización (número y tipo de maquinaria), de tecnificación (frecuencia de uso y cantidades de fertilizante), de la actividad ganadera y el trabajo familiar, el destino de la producción hacia el autoconsumo o de la especialización hacia especulaciones rentables tales como la ganadería o ciertos cultivos comerciales.

Cuadro 12. Los grupos de productores en las comunidades estudiadas.

Sta Catarina (Edomex)	Tlalpan (Tlaxcala)	Las Cruces (Jalisco)	Pedregal (Michoacán)
Pequeños productores no especializados			
Campesinos no especializados S<0,5 ha 90% (1)	Pequeños campesinos: maíz S<5 ha 62% (1)	Campesinos sin tierras: maíz S=0,5-2 ha 20% (1)	Pequeños campesinos: policultivos S<0,5 ha 45% (1)
Campesinos con animales S=1-2 ha 5% (1)	Productores: maíz+trigo/cebada S=4-9 ha 21% (1)	Policultivos con arado animal S=1,5-4 ha 35% (1)	Medieros:policult+pequeña ganadería S=1,5-2 ha 35% (1)
Productores especializados			
Horticultores S<0,5 ha 5% (1)	Productores mecanizados S=8-15 17% (1)	Policult-ganaderos alquilando tractores S=2,5-9 ha 35% (1) Policult-ganaderos con tractores S=6-11 ha 10% (1)	Arboricultores S=1,7-1,9 ha 10% (1) Engordadores y negociantes S=2,8-3,5 ha 10% (1)

(Las superficies indicadas (S) corresponden a las superficies cultivadas por activo en la UP. (1) y corresponde la importancia en % del grupo de campesino de la zona estudiada en relación al número total de campesinos).

En el Cuadro 12 se observa los campesinos pequeños, sin medios de producción, son productores de edad o familias cuyos hombres salen a trabajar fuera o como peón. Las pequeñas unidades de producción no especializadas donde predominan los cultivos de autoconsumo (maíz y frijol, principalmente) representan en promedio 80% del total de las unidades identificadas, poseen algunos animales. El tamaño de estas UP es por lo general, inferior a 2 ha por activo, con 0.5 ha para los más pobres y hasta 9 ha en el caso de Tlalpan.

La productividad de los tepetates cultivados desde varios años es similar a la de los suelos. Los rendimientos son más altos en las UP grandes y mecanizadas que en las pequeñas que usan pocos y/o mal los fertilizantes. Los riesgos climáticos explican también las variaciones de producción. Los campesinos manejan los tepetates rehabilitados como el resto de sus tierras, sin cambiar sus itinerarios técnicos. Pero la rentabilidad del maíz implica tener rendimientos >1.5 t/ha (alcanzados con dificultad) y >1.8 t/ha para la cebada o el trigo (fácil de alcanzar).

Frente a estos problemas y a sus diminutos recursos económicos, muchos campesinos desarrollan alternativas para obtener fuentes complementarias de dinero. Así, hay campesinos que se dedican a producciones muy específicas: Producción de flores en Sta. Catarina, pulque en Tlalpán, tomate (*Physalis isocarpa*), flores en Las Cruces, frutales (duraznos y aguacates) y colecta de la sabia de los

pinos, en El pedregal. También, el alquiler de maquinaria (tractor, molino de forraje, etc.), de yunta, y de transporte son elementos importantes que hay que tomar en cuenta en la tipología.

Las producciones implican por lo general un capital inicial fuerte que no esta al alcance de la gran mayoría de los campesinos, y los que pudieron hacerlo, fue porque lograron conseguir dinero fuera de la actividad agrícola. Muchas veces se requiere, además del capital, de un conocimiento tanto en la producción como en la venta de los productos, lo que tampoco esta al alcance de la mayoría. Además, estas actividades tienen sus riesgos y dependen de mercados fuera de control del campesino, ya que estas producciones están destinadas a las grandes ciudades mexicanas o extranjeras. Por eso, los precios y cantidades vendidas son muy fluctuantes siendo factores de incertidumbre y de riesgo.

La ganadería y los tepetates

En todo México, la ganadería sigue desarrollándose desde varios años, en las comunidades estudiadas se práctica bajo diferentes formas, pero la más habitual es de tipo extensivo, con animales, a veces reagrupados para conformar un rebaño bajo la vigilancia de un niño o anciano. Los agostaderos están ubicados en los bosques pertenecientes a los bienes comunales y a veces a los ejidos, a las cercanías de las áreas cultivadas y en los campos después de las cosechas. Los cultivos destinados específicamente al ganado son pocos, pero existen prácticas que permiten mejorar su alimentación (molido de los residuos de cultivos, incorporación de complementos nutrimentales, etc.) son relativamente habituales. El ganado representa no solamente un capital fácil de obtener en caso de necesidades, pero también una fuente de recursos vía la producción de leche y/o su alquiler para el transporte y los trabajos del campo (arado, limpieza, etc.) y por supuesto, la venta o engorda de animales.

Sin embargo, el desarrollo actual de la ganadería tiene un gran impacto sobre el medio natural ya que hay una sobrecarga de animales en las áreas de agostaderos con relación a las capacidades del medio. Ahora bien, estas zonas son frágiles de por sí, ya que están constituidas por tepetates aflorados o aflorando o por bosques que generalmente se ubican en sitios con pendientes fuertes, dando como resultado una degradación acelerada de estas zonas y conduciendo al aumento en la extensión de los tepetates. Pero, aun con ganadería, la mayoría de las UP sin recursos exteriores al campo sobreviven con grandes dificultades.

Sobrevivir o emigrar en forma temporal o permanente

Es importante subrayar que no son siempre los que tienen más maquinaria y/o más tierras los que ganan más. En efecto, los campesinos muy mecanizados soportan una inversión muy fuerte, a veces desproporcionada con relación a la cantidad de trabajo que pueden aportar. También son ellos los que tienen mayores créditos y por lo tanto lo que, explica su equilibrio financiero delicado.

Finalmente, los que logran alcanzar cierto equilibrio económico, pero con un nivel de vida bajo, son los que tienen animales, equipo (arado, pulverizador, etc), alrededor de 2 a 5 ha y que tienen una producción diversificada. También, están los casos de productores innovadores: los cuales cultivan frutales, hortalizas, flores, o bien se dedican a la compra/venta de animales que generalmente es una actividad que genera buenos ingresos.

Haciendo el balance de los ingresos económicos, es obvio que la gran mayoría de los campesinos se pueden mantener gracias a una fuente exterior de dinero. Estos recursos que pueden alcanzar el 80% de los ingresos anuales, son obtenidos por lo general, en empleos en la ciudad, en la ciudad de México, así como en los Estados Unidos, de manera temporal o permanente para uno o varios miembros de la familia. Las temporadas de estancia fuera del país puede ser de unos cuantos meses hasta años, de un miembro o más de la familia que regresa o que se queda allá. Pero también, puede ser de trabajo dentro de la comunidad (albañil, artesanía) o fuera de ella. La posibilidad de alquiler de equipo (tractor, yunta, molino) o tener un transporte que permita transportar y vender mercancía en zonas lejos de los “coyotes”, permite conseguir precios de venta más altos, siendo esta otra forma importante para conseguir la entrada de dinero a la unidad de producción.

La proximidad de las ciudades favorece el trabajo fuera del campo, logrando convertir a veces (en particular en Sta. Catarina) a la agricultura en actividad de fin de semana; mientras que en zonas aisladas, los agricultores no tienen otra opción que irse del pueblo para buscar un trabajo fuera y regresan solamente para las principales labores que requieren mano de obra (preparación de la tierra, siembra y cosecha), dejando al resto de los integrantes de la familia (mujer, niños y ancianos) la tarea del manejo de los cultivos agrícolas. La proximidad de las grandes urbes y la necesidad creciente de viviendas tiene como efecto un cambio en el valor y en el uso de la tierra, cambiando su uso de agrícola a urbano, multiplicando con esto su valor monetario, de tal manera que resulta conveniente rehabilitar tepetate aflorado, transformándolo en un suelo normal, debido a que las casas requieren de un solar productivo.

Conclusiones

Para abordar el estudio de la erosión de los suelos y de los horizontes volcánicos endurecidos “tepetates”, metodológicamente se deben analizar los aspectos económicos y sociales para poder entender la complejidad del fenómeno, es decir, se debe estudiar el problema de manera interdisciplinaria y holística con la finalidad de entender, generar y fomentar alternativas estratégicas para revertir la problemática de la erosión y hacer un aprovechamiento óptimo de los tepetates incorporados a la producción de cosechas y, que aumentan la frontera agrícolas de las unidades de producción y aseguren la reproducción de la familia rural.

En el marco metodológico del análisis económico para los sistemas económicos familiares (SEF), la técnica estadística multivariada a través del método de conglomerados (clusters), permitió determinar una tipología de productores en la comunidad de Santiago Tlalpan; así mismo, el método de Ward's de mínima varianza permitió agrupar y caracterizar a tres grupos bien diferenciados entre ellos, siendo el más consistente. Por lo tanto, los clusters son una buena alternativa metodológica para agrupar, conglomerar y hacer tipologías de productores considerando una infinidad de variables con escalas fuertes y débiles.

El manejo del tepetate y del suelo normal esta determinado por la disponibilidad de recursos en la unidad familiar, por la superficie cultivada y por las necesidades específicas del trabajo técnico. El

patrón generalizado de uso del suelo, dominante en ambos sustratos, es maíz-trigo para los grupos II y III, y únicamente maíz para el grupo I (productores pequeños). Para el manejo de los mismos las unidades de producción desarrollan lógicas organizacionales como estrategias de uso y manejo de recursos, pero también crean nuevas modalidades de agroasociación para poder afrontar los efectos del ajuste estructural de la economía mexicana y del sector agropecuario, en particular.

El maíz tiene un papel fundamental en la reproducción de la unidad familiar, ya que actúa al interior de ésta como regulador entre el cultivo comercial, la penetración mercantil y la propia reproducción de los tres grupos de productores por su uso como bien alimentario. Además, la producción de maíz es de autoconsumo en los tres grupos de unidades de producción. Por el contrario, el trigo se comercializa directamente como una estrategia que permite la capitalización de los grupos II y III, pero este último es el que posee los suficientes medios de producción y no recurre a otras actividades no agropecuarias para complementar sus ingresos, caso contrario sucede con los grupos I y II que por su bajo ingreso desempeñan otras actividades productivas para complementar sus ingresos mínimos necesarios para la estabilidad de la unidad de producción y la reproducción familiar.

El análisis agroeconómico muestra que el maíz es un cultivo no rentable para los grupos I y II, el grupo III es el que presenta una ligera rentabilidad con y sin Procampo. Por su parte, el trigo arroja una ligera rentabilidad para el grupo II y III, considerando el Procampo; muy aceptable es para el grupo III que obtienen los más altos rendimientos de grano y los más bajos costos de producción por hectárea. Además, el crédito fue muy restrictivo para todos los grupos de productores debido al alto índice de cartera vencida en la que se encuentran la mayoría de productores. Por su parte, el apoyo de Procampo es el que permite mejorar la rentabilidad del cultivo del maíz y del trigo, principalmente; por otra parte, los ingresos provenientes por la emigración permiten la refuncionalización de los sistemas de producción de la unidad económica familiar.

Las comunidades campesinas estudiadas son pequeñas, por su superficie y población. Tienen un entorno climático difícil por la escasez e irregularidad de las lluvias, por los riesgos de heladas así como fragilidad por las pendientes y los suelos con tepetates. A lo largo de la historia, los hombres utilizaron, y muchas veces, abusaron de estos medios naturales, destruyendo cada vez más la vegetación y los suelos, conduciendo al afloramiento de los tepetates, tobas volcánicas endurecidas y estériles. Desgraciadamente, las condiciones de vida no se mejoraron a cambio del daño al medio. La gran mayoría de los productores son pequeños campesinos, con poca superficie disponible, falta de capacitación, con poca utilización de fertilizantes y agroquímicos y realizando actividad pecuaria en baja escala.

Para poder seguir viviendo en el campo, se deben garantizar buenos precios de la producción, desarrollar canales de comercialización, mejorar los sistemas de producción y/o aumentar la superficie cultivada. Si los dos primeros puntos están fuera de nuestro análisis, podemos sin embargo llegar a hacer propuestas para los otros dos con base en los resultados de los estudios socioeconómicos y experimentaciones agronómicas.

El uso de fertilizantes, con dosis adecuadas, aplicadas en dos o tres oportunidades a lo largo del ciclo de cultivo, la diversificación de las producciones, el uso del riego (por lo menos al inicio del periodo

de cultivo) y la rehabilitación agrícola de los tepetates son también parte de esta estrategia de mejoramiento de los recursos económicos. En este último caso, se trata de aumentar la superficie cultivable, pero las tierras disponibles para nuevas distribuciones y/o ventas son también escasas y sobre todo de mala calidad, ya que casi siempre corresponden a suelos erosionados, con piedras, con pendientes muy fuertes, y/o con tepetate aflorando o aflorados, sin embargo la rehabilitación agrícola de terrenos estériles es técnicamente factible como lo demuestran claramente los resultados de los experimentos del programa de rehabilitación de suelos volcánicos endurecidos (ORSTOM-CP) en los estados de México y Tlaxcala.

El cambio de uso del suelo de estas tierras significa en muchas de las comunidades la supresión de los agostaderos y por lo tanto la necesidad de encontrar otra fuente barata de nutrición para los animales, y la supresión de una zona de producción de leña para toda la comunidad y por lo tanto, la necesidad de encontrar otra fuente de energía. Por lo tanto resulta necesario resolver esta problemática logrando una buena integración agrícola - ganadera que implica la siembra de cultivos forrajeros como maíz, sorgo, trébol, alfalfa y gramíneas sembrados como monocultivos o bien en asociación con maíz. En cuanto a la fuente de energía, se puede implementar la siembra de árboles para la leña en los bordos de las terrazas, de los caminos, etc; como una solución.

Pero todas estas propuestas implican recursos económicos, prestamos con tasa baja, apoyo técnico y finalmente decisiones políticas.

La mayoría de los campesinos no tienen recursos y tampoco logran sacar mucho de sus tierras, parecen sembrar y guardar sus tierras más como una seguridad que en una perspectiva de desarrollo agrícola, ya que la gran mayoría obtienen un mayor ingreso al exterior de la comunidad. Por eso, no hay inversiones ni voluntad o capacidad para hacerlo. De todas formas, los costos de rehabilitación agrícola de los tepetates son demasiados elevados para casi todos los campesinos (alrededor de 1000 \$/ha con el apoyo estatal en Tlaxcala y el triple en el privado), aún que el valor de la tierra aumenta y la inversión se pueda recuperar en un período de 5 a 8 años, en los sistemas de producción que usan yuntas y/o tractores, esta inversión es muy alta al principio e implica necesariamente, una colaboración financiera exterior (Estado, ONGs, uniones de créditos, etc.). A manera de ejemplo, en el Estado de Tlaxcala, el gobierno local aporta la maquinaria y el productor cubre los gastos de operación (combustible, alimentación del operador, entre otros).

Bibliografía

Alexandre J-L. 1996. Etude de deux communautés paysannes de l'Etat du Michoacán. Rapport d'ESAT 1, CNEARC. Montpellier, France. 70p.

Barkin D., y T. King. 1979. Desarrollo económico regional (enfoque por cuencas hidrológicas de México), Editorial Siglo XXI, México.

Blaikie, P. 1985. The political economy of soil erosion in Developing countries, Longman, Inc. New York, USA.

- Centro de Estudios Económicos y Demográficos. 1981, Dinámica de la Población de México, El Colegio de México, México.
- Cook S., F. y Borah, W. 1989. El Pasado de México: Aspectos Sociodemográficos. Fondo de Cultura Económica, México.
- Faugère G. 1995. Etude d'une communauté paysanne de l'Etat de Jalisco (Mexique). Rapport d'ESAT 1, CNEARC. Montpellier, France. 70p.
- García C., A. 1986. Control de la Erosión en Tlaxcala: Epoca Prehispánica, Boletín del Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- García Z., R. 1993. Crisis y Modernización del Agro en México, 1940- 1990, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Godelier, M. 1978. L'appropriation de la Nature, Territoire et Propriété dans quelques formes de sociétés precapitalistes, Revue La Penseé, No. 198. Paris, France.
- Hewit de A., C. 1980. La Modernización de la Agricultura Mexicana, 1940-1970, Editorial Siglo XXI, México.
- Lepigeon I. 1994. Structures agraires de l'ejido Tlalpan, Etat de Tlaxcala, Mexique. Rapport d'ESAT 1, CNEARC. Montpellier, France. 70p.
- Loaeza R., G. 1994. Lógicas organizacionales de la agricultura en el Valle de Oaxaca: El caso de Soledad, Etna, Oaxaca Tesis de M.C. Programa de Estudios del Desarrollo Rural, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. pp 61-64.
- Ly B., T. 1993. Evolution d'un système agricole péri-urbain et études des systèmes de production de la commune de Santa Catarina del Monte. Rapport d'ESAT 1, CNEARC. Montpellier, France. 70p.
- Márquez R., C; Zebrowski. y H. Navarro. 1992. Alternativas agronómicas para la recuperación de tepetates. Terra 10, Número especial. ORSTOM-CP, México. P 465-473.
- Mercado M., J. 1992. Estrategias de reproducción campesina y cambio en el patrón de cultivos, un estudio de caso: Hueyotlipan, Tlaxcala. Tesis de M.C. Centro de Desarrollo Rural, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. pp 35-40.
- Muñoz S. y H. Navarro. 1997. Uso de recursos, rentabilidad y sustentabilidad en los sistemas económicos familiares (SEF). In: Zebrowski et al. (Eds), Actas del Tercer Simposio Internacional sobre Suelos Volcánicos Endurecidos. ORSTOM, Quito, Ecuador. p 492-500.

Navarro H. y C. Prat. 1996. Habilitación agrícola de los tepetates de los Valles de México y de Tlaxcala. In: El campo mexicano: una modernización a marchas forzadas. P. Bovin (Ed.). CEMCA-ORSTOM. México. p 253-291.

Navarro G., H., y Ma. A. Pérez. 1993. Productividad, sistemas y desarrollo tecnológico en tepetate. Colegio de Postgraduados-ORSTOM, Montecillo, México. 64 p.

Navarro H. y C. Zebrowski. 1994. La réhabilitation agricole des sols volcaniques indurés et érodés en Equateur et au Mexique. In: Transaction of the 15th World congress of soil science, Acapulco, México. Vol 6a, p. 592-610.

Palerm, A. 1980. Antropología y Marxismo, CIS- INAH, Editorial Nueva Imagen, México.

Prat C., Ly B-T, I. Lepigeon, G. Faugère y J-L. Alexandre 1997. Los sistemas agropecuarios de producción en tepetates, en cuatro comunidades del altiplano mexicano. In: Zebrowski et al. (Eds), Actas del Tercer Simposio Internacional sobre Suelos Volcánicos Endurecidos. 6-12. ORSTOM, Quito, Ecuador. p 482-491.

Quantin P. 1992. Etude des sols volcaniques indurés "tepetates des bassins de Mexico et de Tlaxcala", en vue de leur réhabilitation agricole. Rapport scientifique final. NTS2-A-212-C.

Robichaux, D. 1985. Estructura, Organización y Economía del Grupo Doméstico en una comunidad de Tlaxcala: un enfoque diacrónico, Tesis de Maestría, Universidad Iberoamericana, México.

Steward, J. 1963. Theory of Culture Change, The Methodology of Multilinear Evolution, University of Illinois Press.

Toledo V., M. 1994. Ecología y Modernización Campesina, en Agricultura Campesina, Martínez Saldaña. Compilador, Colegio de Postgraduados, México.

Urquidi V., L. y J., B. Morelos. 1979. Crecimiento de la Población y Cambio Agrario, El Colegio de México, México.

----- 1993. Planificación Regional y Reforma Agraria, Universidad Iberoamericana, Editorial Gemika, México.