ANÁLISIS ESPACIAL DE LA PRÁCTICA AGROECOLÓGICA EN CUATRO MUNICIPIOS DE LA REGIÓN MAZAHUA MEXIQUENSE.

Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo[1]. Doctor en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
José Isabel Juan Pérez[2]. Doctor en Antropología Social.
María Cristina Chávez Mejía[3]. Doctora en Ciencias
Carlos Constantino Morales Méndez[4]. Maestro en Geografía

Eje Temático 5: Los retos del espacio rural

Resumen

La finalidad del estudio fue realizar el análisis espacial de las diferentes técnicas agroecológicas en la región mazahua del noroeste del Estado de México; y así conocer la distribución, manejo, conservación y la frecuencia de aplicación que se presenta en los terrenos de área. Se parte de la identificación, representación cartográfica de la distribución espacial y el cálculo de la frecuencia, de las técnicas agroecológicas que se utilizan en los municipios de: San Felipe del Progreso, San José del Rincón, Atlacomulco e Ixtlahuaca, pertenecientes a la Región Mazahua Mexiquense.

El objetivo general fue realizar un análisis espacial sobre la distribución y frecuencia de técnicas agroecológicas en cuatro municipios de la Región Mazahua. Los objetivos específicos fueron: 1) Realizar un inventario de las técnicas agroecológicas que se practican en la zona; 2) Realizar la ubicación espacial de las técnicas de manejo y conservación de los recursos naturales en el área de estudio; y 3) A partir de la ubicación, calcular frecuencias y tendencias espaciales de la aplicación de técnicas agroecológicas.

Para realizar el análisis espacial se elaboró el inventario de las técnicas agroecológicas que se practican en la región mazahua y así identificar las más empleadas. Cada una de las técnicas agroecológicas fue localizada mediante herramientas cartográficas y con la observación directa de trabajo de campo, lo que permitió la representación de las mismas, para posteriormente utilizar métodos estadísticos y así calcular la frecuencia de uso de cada una de las mismas. En la investigación se aplicaron elementos teóricos y conceptuales relacionados con la Agroecología, el Análisis Espacial y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), enfocados al análisis de las diversas técnicas agro ecológicas que se estudiaron.

Las principales aportaciones del trabajo se ubican en el diagnostico de la situación que guarda el uso de técnicas agroecológicas destinadas a la conservación de los recursos naturales durante las prácticas agropecuarias, ubicando geográficamente con precisión la práctica real y actual de cada técnica en una región con población indígena. Esto permitirá en una siguiente fase de la investigación, priorizar mediante talleres comunitarios, la capacitación y aplicación de las técnicas agroecológicas más necesarias, así como el grado de conocimiento que se requiere de ellas, con el fin de incrementar su presencia espacial. Previamente se realizó un estudio etnográfico de percepción sobre conocimientos, actitudes y necesidades de los campesinos sobre las técnicas agroecológicas.

Palabras clave: Análisis espacial, Distribución espacial, Frecuencia de distribución, Región Mazahua, Técnicas agroecológicas.

[1,2 y 4] Facultad de Geografía. [3] Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. Universidad Autónoma del Estado de México. México. E- mail: gaston_g2001@yahoo.com.mx

Introducción

El análisis espacial como método geográfico

El análisis especial cubre todos los niveles en el espacio de relaciones resolución-integración y en su interior el análisis geográfico se ubica en los mayores niveles de integración. El eje de resolución alude al nivel de detalle espacial que va desde el mundo al sitio y el eje de integración corresponde al nivel de combinación de variables en la búsqueda de resultados desde el análisis invariado hasta el análisis multivariado (Buzai, 2005).

El análisis espacial, se centra en el estudio, de manera separada, de los componentes del espacio, definiendo sus elementos constitutivos y la manera como éstos se comportan bajo ciertas condiciones. Para esto, el análisis espacial se vale de un conjunto de herramientas técnicas que, de acuerdo con lo anterior, sólo pueden dar respuesta a una parte de la dinámica del espacio, mas no a su totalidad.

A pesar de todas las posiciones de tipo epistemológico, el objeto de estudio de la Geografía siempre ha sido el espacio, sus componentes y las relaciones entre estos, esos conceptos de síntesis han ido acompañados de técnicas de análisis de corte cuantitativo, cualitativo y gráfico. Se ha definido el análisis espacial como "el conjunto de procedimientos de estudio de los datos geográficos, en los que se considera de alguna manera, sus características espaciales". Sin importar la tendencia, hoy se hace uso de diversas técnicas dirigidas al análisis espacial. El análisis espacial puede concebirse como un momento dentro del proceso investigativo en el que se conjugan una serie de técnicas que buscan separar, procesar y clasificar los datos, para contribuir a la búsqueda de respuestas de un problema mayor. Implica descubrir las particularidades de un fenómeno para definir su participación dentro de la globalidad.

Goodchild (1987) distingue el análisis espacial de otras técnicas de análisis definiéndolo como: un conjunto de técnicas cuyos resultados son dependientes de la localización y los atributos de los objetos, esto es, a ambos componentes del dato espacial. Dichas técnicas se refieren tanto a simples medidas descriptivas de patrones de elementos, como a complejos test estadísticos sobre conjuntos de procedimientos generados por procesos específicos (Ripley, 1981; Getis y Boots, 1978). Fischer y Nijkamp (1992) visualizan el análisis espacial en un sentido amplio, como "el análisis de información espacial y no espacial de elementos en sistemas espaciales o espacio-temporales, como una herramienta para su descripción, explicación y predicción".

Gatrell (1987), plantea el análisis espacial como "la aplicación de métodos estadísticos para la solución de cuestiones en investigación geográfica". Esta última definición plantea abarcar un amplio conjunto de técnicas bajo la luz del análisis espacial, ya que para lleva cabo investigaciones y plantear soluciones de problemas territoriales, la amplitud de procedimientos debe ser notable (Anselin y Getis, 1993). Otros autores consideran que el análisis especial se define a través de operaciones cuyos resultados dependen de la localización espacial, es decir, que si se mueven espacialmente las entidades los resultados cambian.

El análisis espacial se ha enriquecido de técnicas auxiliares o complementarias, esto para lograr mejores estudios de correlación entre las variables y objetos que se encuentran en un espacio

geográfico determinado. La localización de las actividades humanas es un problema central de la geografía académica y por ello, ha sido estudiada desde diversos puntos de vista .

Los Sistemas de Información Geográfica, una tecnología imprescindible

El análisis espacial incluye diversos procedimientos, entre ellos los estadísticos, con los cuales se pretende formular una explicación de la situación de los objetos y de las acciones para hacer inferencias y seguimientos de su estado futuro. Los sistemas de información geográfica (SIG), cuyos antecedentes datan de varias décadas atrás (Foresman, 1998), se han posicionado como una tecnología básica, imprescindible y poderosa, para capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar y presentar datos espacialmente referenciados. Se trata por tanto, de una categoría dentro de los sistemas de información que se especializan en manejar datos espaciales, con las particularidades y requerimientos que conlleva su carácter espacial (Moreno, 2006; Barredo Cano, 1995; García y Bosque Sendra, 1999). Los datos que un SIG integra responden a tres componentes o dimensiones: la espacial, la temática y la temporal.

La importancia de los SIG radica en la facilidad que ofrece al investigador para procesar información espacial y representarla mediante un modelo análogo de la realidad que presenta las entidades espaciales a partir del punto, la línea y el polígono e información temática.Goodchild (1987) define el análisis espacial dentro del SIG como "un conjunto de técnicas basadas en la localización de los objetos o hechos geográficos que analizan, requiriendo el acceso simultáneo al componente locacional y temático de la información". Esta posibilidad y sobre todo la amplia capacidad de tratamiento de los datos geográficos ofrecen una gran ventaja en su utilización ya que conducen de forma más rápida a la consecución de resultados para la toma de decisiones.

Sin embargo, como aseguran otros el SIG son eso, solo "herramientas" a través de las cuales podemos realizar operaciones entre capas, cuyo verdadero análisis e interpretación fueron realizados por los temáticos quienes se valieron de los resultados para tomar finalmente las decisiones. En otras palabras el SIG no pensó por el temático. Fue el temático quien pensó ayudado por la herramienta". En relación con lo anterior, algunos argumentan que la mayor dificultad en la utilización de los métodos de análisis espacial está en creer que el análisis espacial tiene un fin en sí mismo. Para salvar esta dificultad los autores sugieren entender el análisis espacial "como un soporte técnico a la toma de decisiones".

Un SIG es un "Sistema de Información diseñado para trabajar con datos georreferenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas" (Star y Estes, 1991), es decir, con información geográfica. De hecho la Geografía constituye el elemento clave para estructurar la información dentro de un SIG y para realizar operaciones de análisis. Se puede afirmar que hay casi tantas definiciones como autores que escriben sobre el mundo de los SIG. (Gutiérrez y Gould, 2000).

La Agroecología como alternativa de conservación de recursos naturales rurales

La Teoría General de Sistemas (TGS) es un conglomerado de ideas y principios que ayudan a comprender la organización del espacio geográfico el cual está compuesto por una gran variedad de sistemas los cuales a su vez se componen de subsistemas (estos tienen las mismas funciones y características de los sistemas) todo esto, dentro de una organización jerárquica y entre los cuales se da un incesante flujo de energía, materia e información, donde cualquier componente del sistema, afectara a todos demás debido a la relación causa-efecto que se mantiene entre ellos (Bertalanffy, 1987).

Mateo (1984) considera al sistema como un conjunto de elementos que integran un espacio determinado y que se encuentran relacionados entre sí en diferentes niveles de integración, donde se reconoce el comportamiento de los flujos generados dentro de un subsistema, la direccionalidad, influencia y jerarquía dentro de este, el cual a su vez se encuentra relacionado con otros subsistemas. Bolos (1992) considera al sistema como un modelo simplificado del fenómeno que es objeto de estudio y que consiste en un conjunto de elementos en interacción (se trata de simuladores para explicar el funcionamiento de fenómenos que ocurren en el ambiente, en este caso los modelos están conformados por componentes, donde cada uno representa una estructura y función).

Cuando se aplica el concepto de ecosistema a la agricultura, y se consideran los ecosistemas agrícolas como agroecosistemas, se tienen los fundamentos para ir más allá del foco primario de atención de los sistemas de medición convencionales de los productos del sistema. En su lugar, se puede observar el complejo conjunto de interacciones biológicas, físicas, químicas, ecológicas y culturales que determinan los procesos que permiten obtener y sostener la producción de alimentos (Odum, 1971; Gliessman, 1998).

De acuerdo a lo anterior se observa que cada unidad agroecológica, mantiene una relación estrecha entre cada uno de sus elementos, por ello la importancia de analizar el conjunto como un todo y no como una parte independiente una de otra. Además de lo anterior en los sistemas agrícolas hay flujos de energía a través de las cadenas alimenticias donde los vegetales reciben la energía solar y la transforman para producir su propio alimento, también influyen otras fuentes de energía como lo es la fuerza del trabajo del hombre, insumos, la tracción animal y el trabajo mecanizado.

La agroecología es definida por Gliessman (1998) como la aplicación de los conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de los sistemas alimentarios sostenibles. Estos principios ecológicos planteados por Gliessman han sido aplicados en diversos países de América Latina, demostrando teórica y prácticamente que la agroecología es una disciplina que puede ayudar a manejar el bienestar de las familias pobres.

Por otra parte la agroecología se define como la ciencia del manejo de recursos naturales para campesinos pobres en ambientes marginales. Una cuarta parte de la población mundial permanece sin ser tocada por la moderna tecnología y propone un nuevo manejo de sistemas que pueden ser diseñados y adaptados en forma de sitios específicos a las condiciones agrícolas altamente variables y diversas, típicas de los campesinos pobres de escasos recursos económicos (Altieri, 2000).

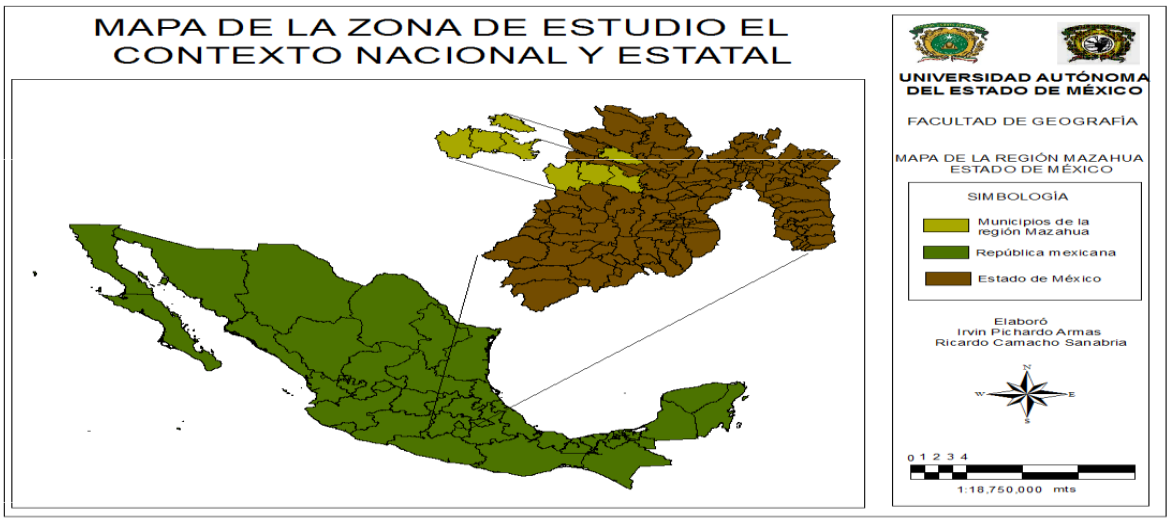
La aplicación de la agroecología a la solución del problema de producción de alimentos y deterioro de los recursos naturales básicos para la agricultura es una alternativa necesaria para minimizar los efectos del desequilibrio ocasionado por una agricultura intensiva y para producir alimentos sanos, sin contaminación y con bajos insumos. Con la agroecología no se regresa a prácticas tecnológicas de baja eficiencia, sino se buscan alternativas ecológicamente equilibradas, económicamente viables, culturalmente diversas y socialmente justas (Gliessman, 1998).

Se ha considerado a la agroecología como una importante alternativa para lograr desarrollo, productividad y utilidad social a largo plazo. Sin embargo, el avance de esta ciencia implica enormes retos para la investigación agrícola, que debe adentrarse en el estudio de interacciones complejas, rebasando el enfoque mecanicista y reduccionista, en busca de una visión ecosistémica capaz de identificar y propiciar efectos integradores para el rediseño de sistemas (Edwards, 1993).

Debe incluirse la participación activa de los campesinos en la formulación de agendas de investigación y en el proceso de innovación tecnológica y difusión (Harwood, 1979). Finalmente, el desarrollo sustentable y en particular la sustentabilidad de la agricultura implican cambios sustanciales en los paradigmas científicos de todas las ciencias relacionadas, pero también en la postura ética de los actores involucrados en su realización (Pearse, 1980).

El objeto de estudio de éste trabajo de investigación es el pueblo mazahua asentado en la región noroccidental y centro-occidental del Estado de México, específicamente se analizaron los municipios de Atlacomulco, Ixtlahuaca, San Felipe del Progreso y San José del Rincón (Figura 1). Esta zona se ubica dentro de un sistema montañoso formado por pequeñas cordilleras de mediana altura que forman parte de la Sierra Madre Occidental y ramificaciones de la Cordillera Neo volcánica; éstas dan origen al sistema montañoso de San Andrés que recorre los municipios de Jocotitlán, San Felipe del Progreso, San José del Rincón, Atlacomulco y El Oro.

Figura1. La zona de estudio en el contexto nacional y estatal



Fuente: Elaboración propia, 2012.

El río Lerma constituye el principal caudal de esa zona; no dejan de ser importantes el río de La Gavia, el río Las Lajas, el río Malacotepec y La Ciénega. Desde principios del siglo XVI, los mazahuas han ocupado esta zona, en la que predomina el clima frío. Los suelos característicos son tierras negras de poca profundidad y textura caliza-arcillosa y arenosa que son fácilmente erosionables. Se encuentran contrastes en la región: áreas boscosas y otras semidesérticas o con un alto grado de erosión. Algunas montañas están cubiertas por bosques de árboles maderables. La caza secreta y la deforestación en la región, han originado que las especies de flora y fauna se encuentren en peligro de extinción como es el caso del venado cola blanca.

El pueblo mazahua constituye el grupo étnico más numeroso de la entidad, al haber identificado el II Conteo de Población y Vivienda 2005, a 95,411 personas hablantes de su lengua. De los 13 municipios rurales donde se asienta el pueblo mazahua, nueve tienen un alto grado de marginación entre ellos: Ixtlahuaca, San Felipe del Progreso y San José del Rincón. En toda la región sólo dos municipios tienen un grado bajo de marginación, uno de éstos es Atlacomulco; aunque es muy interesante ver que mientras la cabecera municipal está dotada de servicios, no así todas sus comunidades.

La economía de las comunidades mazahuas se basa en la agricultura de bajo rendimiento, particularmente maíz, cuyo cultivo constituye su actividad económica fundamental, muy pocos se dedican a la ganadería donde podemos observar que crían ganado bovino, aves de corral, borregos, equinos y porcinos. Otros complementan sus ingresos elaborando artesanías de lana, (hechas en telares de cintura), alfarería y trabajos en madera.

Metodología

El espacio físico donde se realizó la investigación es la región mazahua conformada por los 4 municipios San Felipe del Progreso, San José del Rincón, Atlacomulco e Ixtlahuaca ubicados en la parte noroeste del estado de México. Consistió en identificar los terrenos de la región en los que se emplean las diversas técnicas agroecológicas, para determinar su distribución y la frecuencia que hay en cada técnica agroecológica.

La información de las diferentes técnicas agroecológicas que se emplean en la región mazahua se obtuvo a través de una serie de preguntas recopiladas mediante una encuesta referente a las técnicas agroecológicas.

En cuanto a la distribución de las diferentes técnicas agroecológicas se utilizó y generó información cartográfica de la zona de estudio. Para el análisis espacial se utilizaron las imágenes de satélite de la zona de estudio, mediante la técnica de fotointerpretación para notar la distribución espacial de las diversas técnicas agroecológicas

1. Inicialmente se realizó la búsqueda de información referente al tema de agroecología, las diferentes actividades y técnicas agroecológicas que hay en la región mazahua. Se consultaron los diferentes estudios que se han desarrollado y la importancia que tienen esta temática aplicable en las zonas rurales del país.

Una vez realizada la búsqueda de información confiable, se procedió a la selección de la información más importante, la información que se utilizó para esta investigación es referente a los sistemas de información geográfica (SIG) que permitieron generar la edición cartográfica de mapas aplicables en la zona de estudio, otra fuente de información útil para el análisis espacial

fueron las técnicas de teledetección y fotointerpretación que se fundamentan en las imágenes de satélite de la zona de estudio.

2. Se aplicó el método geográfico para la caracterización del área; mediante foto interpretación se localizaron las técnicas agroecológicas observables espacialmente; mediante cartografía digital se representó la ubicación espacial, frecuencias y tendencias de distribución de las técnicas.

Una vez delimitada la zona de estudio se realizó la caracterización del área, posteriormente se localizaron las diferentes técnicas agroecológicas que hay en la zona de estudio, a través del empleo de la foto interpretación de las imágenes de satélite. Finalmente se generó la cartografía digital en un software especializado, que muestra la ubicación espacial, frecuencia y distribución de las diferentes técnicas agroecológicas.

3. Mediante trabajo de campo se realizó observación directa de las técnicas aplicadas y se registraron variaciones de las formas en que se aplican.

El trabajo de campo se realizó en los cuatro municipios de la Región Mazahua: San Felipe del Progreso, San José del Rincón, Atlacomulco e Ixtlahuaca, con la finalidad de verificar el tipo de técnica agroecológica que se encuentra en cada lugar. Se realizaron diversas visitas en la zona de estudio, haciendo diferentes recorridos y levantamiento de información de las parcelas donde se emplean las diferentes técnicas agroecológicas en sus terrenos. Se empleó el método de observación directa en campo, para generar el análisis espacial visual de la zona de estudio.

4. Con base en el método etnográfico se procedió al diseño y aplicación de cuestionarios en entrevista estructurada, que permitió identificar las técnicas no observables espacialmente por fotointerpretación o por observación directa.

En cuanto al método etnográfico se realizaron los cuestionarios necesarios para aplicarlos a los cuatro municipios, como técnica de investigación adicional a la foto interpretación y a la observación directa para comprobar la identificación de las técnicas agroecológicas que hay en la zona de estudio.

5. La codificación de las diversas técnicas agroecológicas que se incluyeron en el análisis espacial se realizó como el primer paso para la aplicación del método estadístico para el análisis de frecuencias; obteniendo así los indicadores que se representaron a través de gráficas y cuadros de análisis sobre los procesos estudiados. Una vez codificados los datos es decir la identificación de las técnicas que se emplearon para el desarrollo de la presente investigación, se realizó el procesamiento de los datos obtenidos mediante el empleo de un software especializado en estadística; resultados que más tarde fueron analizados respecto a su comportamiento.

En cuanto al análisis estadístico que integra los resultados estimados, este análisis se hizo una vez que se generaron los diferentes gráficos en el software especializado para explicar el comportamiento de las frecuencias y las técnicas agroecológicas que se representaron y se generó la cartografía correspondiente en el software especializado de edición cartográfico ArcMap, donde se representa la distribución espacial de las técnicas agroecológicas estudiadas a través de las

diferentes técnicas de identificación por medio de imágenes de satélite, la fotointerpretación con el apoyo de la fotogrametría y la teledetección, aunado al trabajo etnográfico y la observación directa en campo.

En la tabla 1 se muestran las técnicas agroecológicas estudiadas, el método de determinación que se empleó para identificar cada una de las técnica agroecológicas empleadas en el municipio, una vez identificadas las técnica agroecológicas se les asignó una unidad de medida para obtener su extensión total en el terreno y así asignar los rangos correspondientes para cada técnica agroecológica.

Tabla 1. Método de determinación y unidad de medida para cada técnica agroecológica.

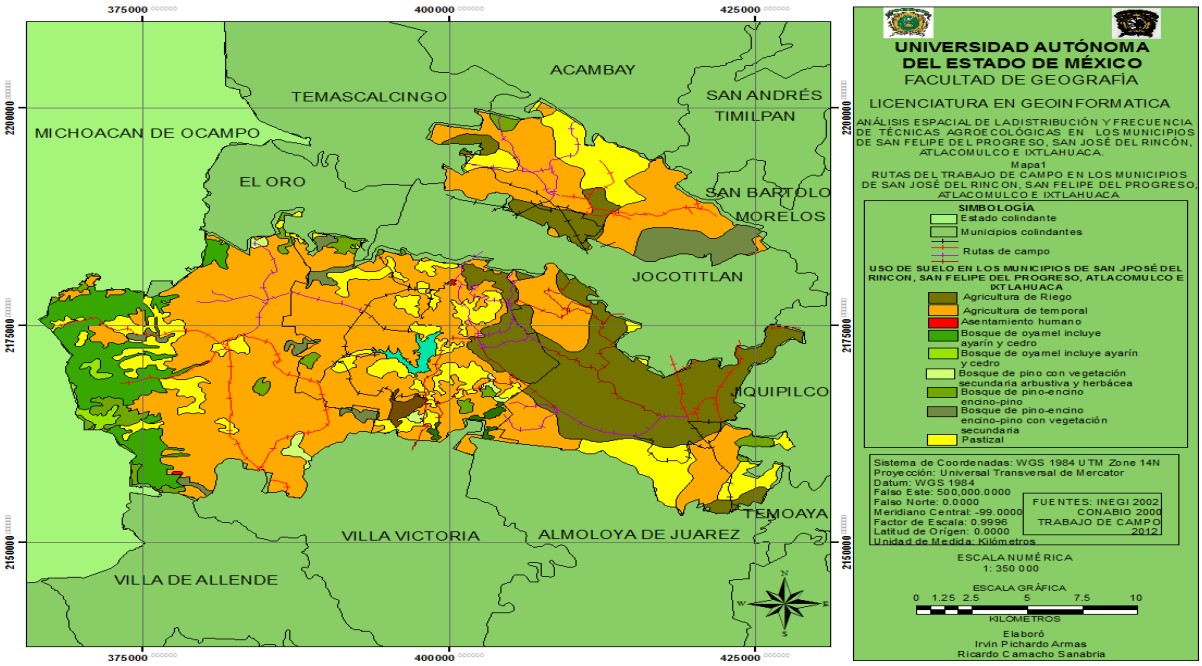
Técnicas Agroecológicas	Método de determinación	Unidad de medida
1) Para la conservación y mejoramiento del suelo		
Abono Orgánico	Trabajo de campo	ha*km2
Labranza al contorno	Trabajo de campo	ha*km2
2) Para la retención de agua y mantenimiento de la humedad del suelo		
Bordo	Trabajo de campo y fotointerpretación	Volumen de almacenamiento m3
Zanjas para la retención de humedad	Trabajo de campo	m/km2
3) Para el incremento de la agro biodiversidad y la agroforestería		
Barreras rompe vientos	Trabajo de campo y fotointerpretación	m/km2
Cercos vivos	Trabajo de campo y fotointerpretación	m/km2
Cultivos asociados	Trabajo de campo	Si o NO
Árboles para la retención de suelos	Trabajo de campo y fotointerpretación	m/km2
Árboles para la delimitación de espacios	Trabajo de campo y fotointerpretación	m/km2
4) Manejo agro ecológico del ganado.		
Instalación de praderas	Trabajo de campo y fotointerpretación	ha*km2
Pastoreo zonificado rotacional y alternado	Trabajo de campo y fotointerpretación	ha*km2
Instalaciones pecuarias	Trabajo de campo	Tipo
5) Componentes dinamizadores en fincas y ranchos		
Almacigo	Trabajo de campo y fotointerpretación	Número de especies
Huerto de frutales y hortalizas	Trabajo de campo y fotointerpretación	ha*km2
6) Visión Sistémica		
Clasificación del origen en intensidad en procesos erosivos	Trabajo de campo y fotointerpretación	ha*km2
Niveles de degradación de la vegetación	Trabajo de campo y fotointerpretación	ha*km2

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Trabajo de campo

El mapa de rutas de campo es muy importante para este trabajo de investigación ya que muestra las rutas seguidas como base para el trabajo de campo, que permitieron observar la ubicación y distribución de las técnicas agroecológicas, con este fin se realizaron los siguientes recorridos de campo (Figura 2).

Figura 2. Rutas de campo para la observación y verificación de las técnicas agroecológicas.



Fuente: Elaboración propia, 2012.

Los recorridos de campo que se hicieron conforman un total de doce, y fueron la base para elaborar esta investigación. Se realizaron cuatro en Ixtlahuaca, tres en San Felipe, dos en san José y tres en Atlacomulco (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción de los recorridos de campo realizados.

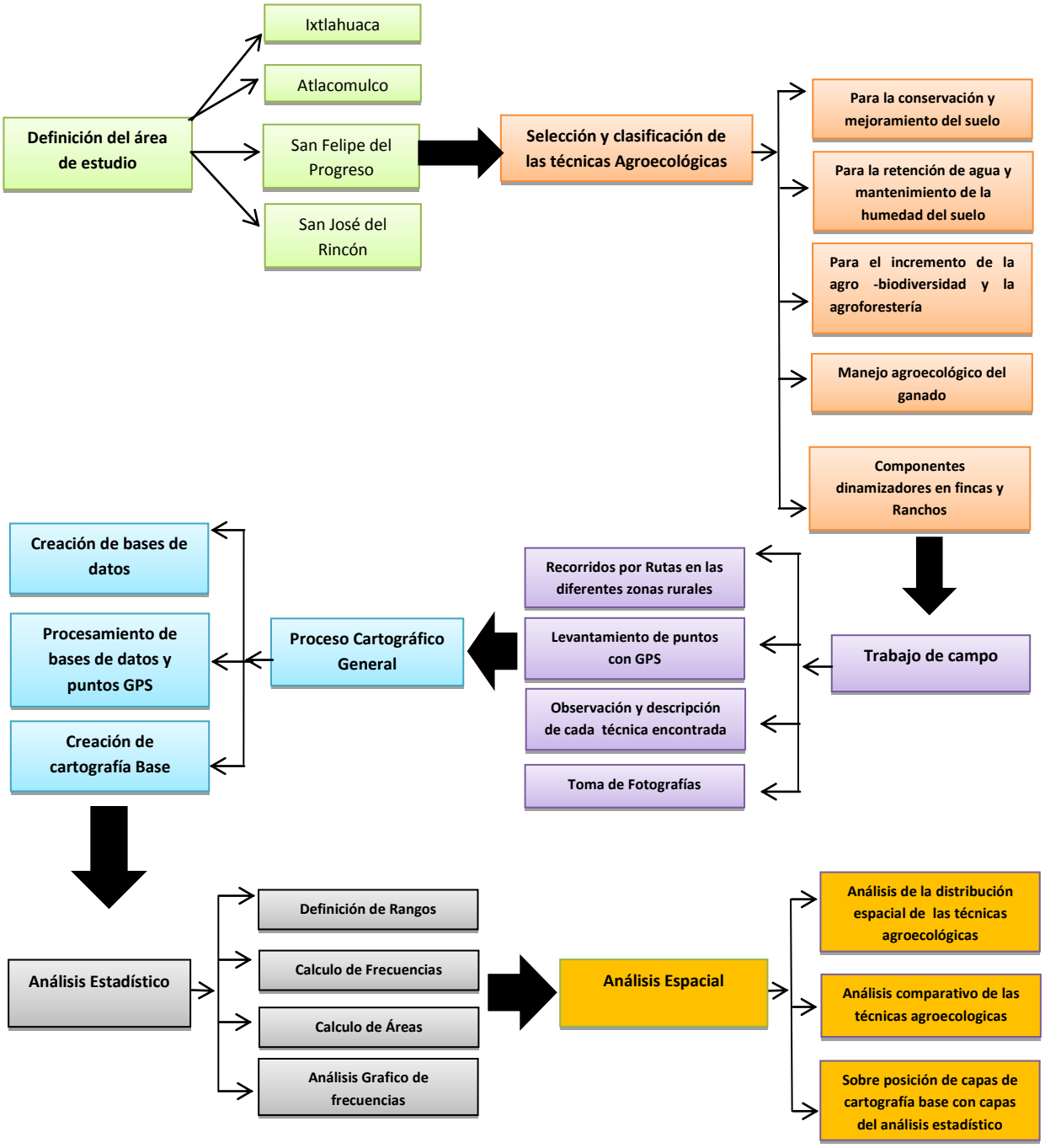
RECORRIDO	DESCRIPCIÓN	COLOR EN MAPA
1.Para el municipio de Ixtlahuaca	Comenzó por el sur del municipio avanzando hacia el este.	Negro
2	Comenzó al este del municipio recorriendo este y norte del municipio de Ixtlahuaca.	Rojo
3	Comenzó en la intersección de las dos rutas anteriores que parte del centro del municipio avanzando hacia el sur y posteriormente desplazándose hacia el este y llegando hasta los límites del municipio de San Felipe del Progreso.	Morado
4	Comenzó del centro del municipio, avanzando hacia el norte hasta llegar a los límites del municipio de Jocotitlán, partiendo nueva mente del límite de Jocotitlán hacia el este del municipio de Ixtlahuaca, hasta llegar a los límites del municipio de San Felipe, el recorrido cuatro fue el último que se realizó para el municipio de Ixtlahuaca.	Rojo carmín

5.En el municipio de San Felipe del Progreso	Comenzó al suroeste del municipio de Ixtlahuaca donde se interceptó con el tercer recorrido de este municipio; posteriormente se avanzó hacia el sur, llegando hasta los límites del municipio de Villa Victoria, avanzando finalmente hacia el norte y este del municipio para regresar a la parte inicial de este recorrido.	Rojo carmín
6	Comenzó de los límites del municipio de Ixtlahuaca en la parte este, intersectándose por dos ocasiones con el recorrido cinco, después nos dirigimos hacia el norte hasta llegar a los límites del municipio de Jocotitlán.	Morado
7	Comenzó a partir de la intersección del recorrido cinco, desplazándonos hacia el oeste hasta llegar a las colindancias del municipio de San José del Rincón, posteriormente avanzamos hacia el norte del municipio, hasta una intersección con el recorrido seis y llegar a las colindancias de los municipios de Jocotitlán y El Oro.	Negro.
8.En el municipio de San José del Rincón	Se realizó a partir de los límites del municipio de Villa Victoria, al sur del municipio de San José, avanzando hacia los dos extremos, en el primer extremo nos dirigimos hacia el sureste hasta llegar a la intersección del recorrido siete en el municipio de San Felipe, desplazándonos hacia el centro y finalmente llegar al noroeste del municipio. Para llegar al segundo extremo nos desplazamos del noroeste del municipio hacia el centro, hacia el este y regresar al sur del municipio hasta llegar a la intersección de partida.	Rojo.
9	Se realizó a partir de la intersección del recorrido siete, de donde nos desplazamos hacia el centro del municipio, donde se interceptó con el recorrido ocho, para de ahí recorrer el este y norte hasta llegar a las colindancias del municipio del El Oro.	Morado.
10.En el municipio de Atlacomulco	Partió de los límites de Jocotitlán al sur, de donde nos desplazamos hacia el este y oeste del municipio.	Negro.
11	Comenzó en la parte central del municipio de Atlacomulco en intersección con el recorrido diez, después avanzamos hacia el norte y noroeste llegando hasta las colindancias del municipio de Temascalcingo y de Acambay.	Morado.
12	Comenzó en la intersección de los dos recorridos anteriores, partiendo del centro hacia el norte y noreste del municipio, hasta llegar a las colindancias de los municipios de Acambay, San Andrés Timilpan y San Bartolo Morelos.	Rojo.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

De forma esquemática se presenta el proceso metodológico seguido en este trabajo en la Figura 3.

Figura 3. Diagrama Metodológico



Resultados y discusión

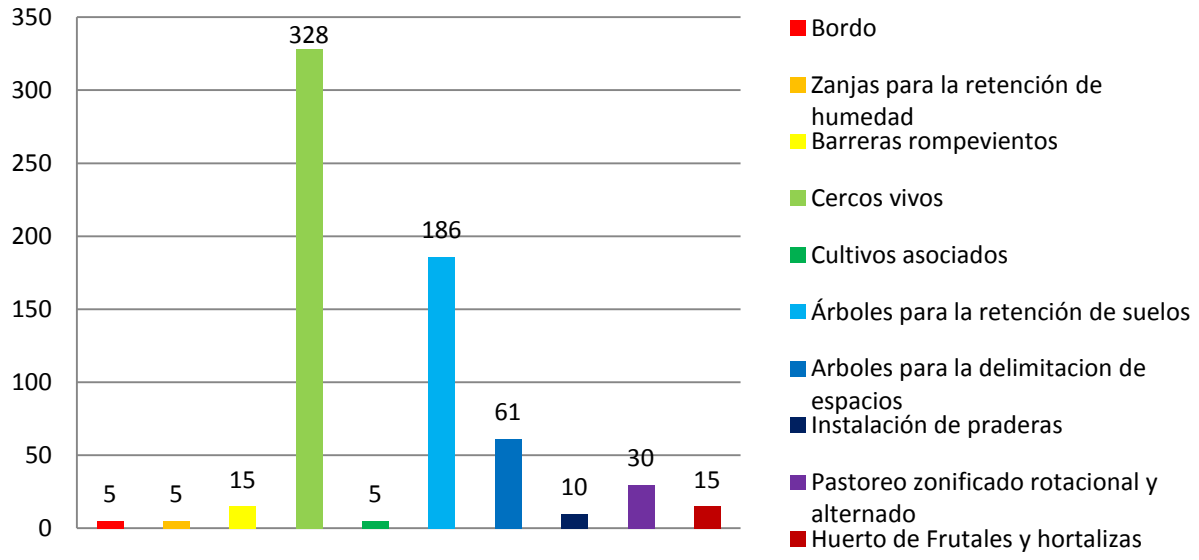
1. Análisis estadístico de la frecuencia por municipio

1.1 Atlacomulco

En la gráfica 1 se muestra la frecuencia en la que se presentan cada una de las Técnicas Agroecológicas estudiadas, se observa que los cercos vivos (328) son la técnica cuya presencia indica mayor aplicación entre los agricultores de este municipio. Los árboles para la retención de suelos (186) son la técnica que ocupa el segundo lugar en aplicación; y en tercer lugar los árboles para la delimitación de espacios (61). Las técnicas antes mencionadas se enfocan principalmente al incremento de la agro biodiversidad y agroforestería, lo que indica claramente la importancia que tienen los elementos vivos, al momento de interactuar con el desarrollo de diferentes cultivos que se practican en Atlacomulco.

El pastoreo zonificado y rotacional (30) es la técnica que ocupa la cuarta posición en frecuencia en el municipio, debido principalmente a la amplia distribución de terrenos dedicados a este propósito. La presencia de huertos frutales y hortalizas (15) y las barreras rompevientos (15), muestran presencia esporádica, pero observable en este municipio. Fue posible observar algunas praderas (10) instaladas y casos aislados de bordos (5), zanjas para la retención de humedad (5) y cultivos asociados (5), con cultivos de maíz, haba, frijol y quelites.

Gráfica 1.Frecuencia de Técnicas Agroecológicas, en el municipio de Atlacomulco.



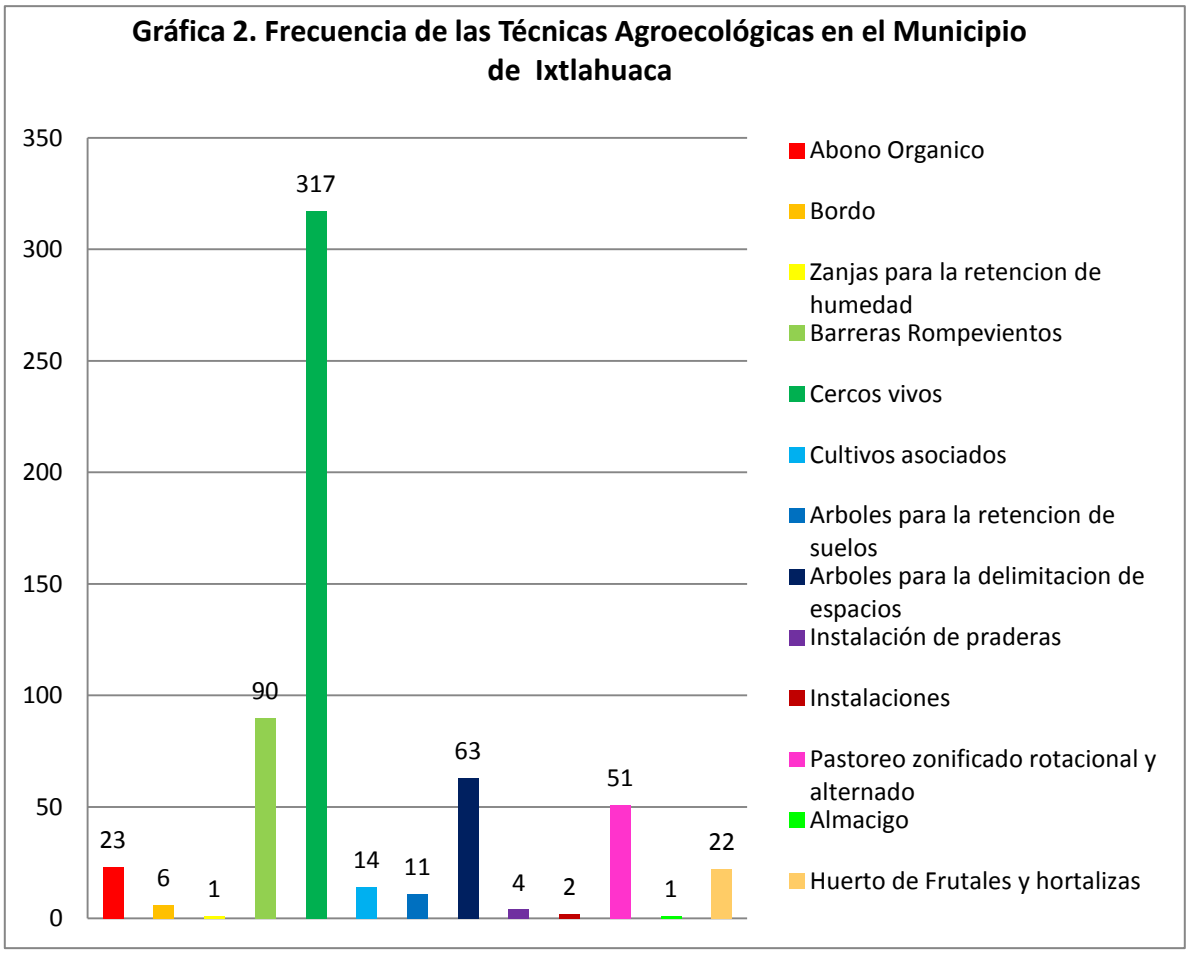
Fuente: Elaboración propia, 2012.

1.2 Ixtlahuaca

En la gráfica 2 se ilustra la frecuencia de las técnicas agroecológicas presentes en el municipio de Ixtlahuaca, de estas las que se enfocan en el aumento de la agro biodiversidad y agroforestería son las que más se utilizan por los agricultores de la región, los cercos vivos (317) y las barreras rompevientos (90) son las técnicas más practicadas, seguida de los árboles para la delimitación de espacios (63), y en menor medida los cultivos asociados(14) y los árboles para la retención de suelos(11), los elementos vivos juegan un papel fundamental en el desarrollo de los diferentes cultivos que se desarrollan en Atlacomulco.

Las técnicas para el manejo agroecológico del ganado ocupan un papel medianamente importante en el desarrollo de la agroecología en este municipio, donde el pastoreo en terrenos de pastizal nativo (51) es más frecuente que la instalación y el cultivo de praderas (4); se identificaron dos instalaciones pecuarias de mediana tecnificación. Los huertos de frutales y hortalizas (22) son una técnica que se emplea con cierta frecuencia en los espacios agrícolas; en los que fue posible observar casi en la misma frecuencia la elaboración y aplicación de abono orgánico(23), cuyo uso fomenta la conservación y mejoramiento del suelo, pero se ha ido perdiendo debido a la utilización de agroquímicos.

Con menor frecuencia se observaron técnicas agroecológicas como: bordos (6), zanjas para la retención de humedad (1) y almácigos (1), las cuales casi no se practican y son utilizadas en lugares muy específicos del municipio.



Fuente: Elaboración propia, 2012.

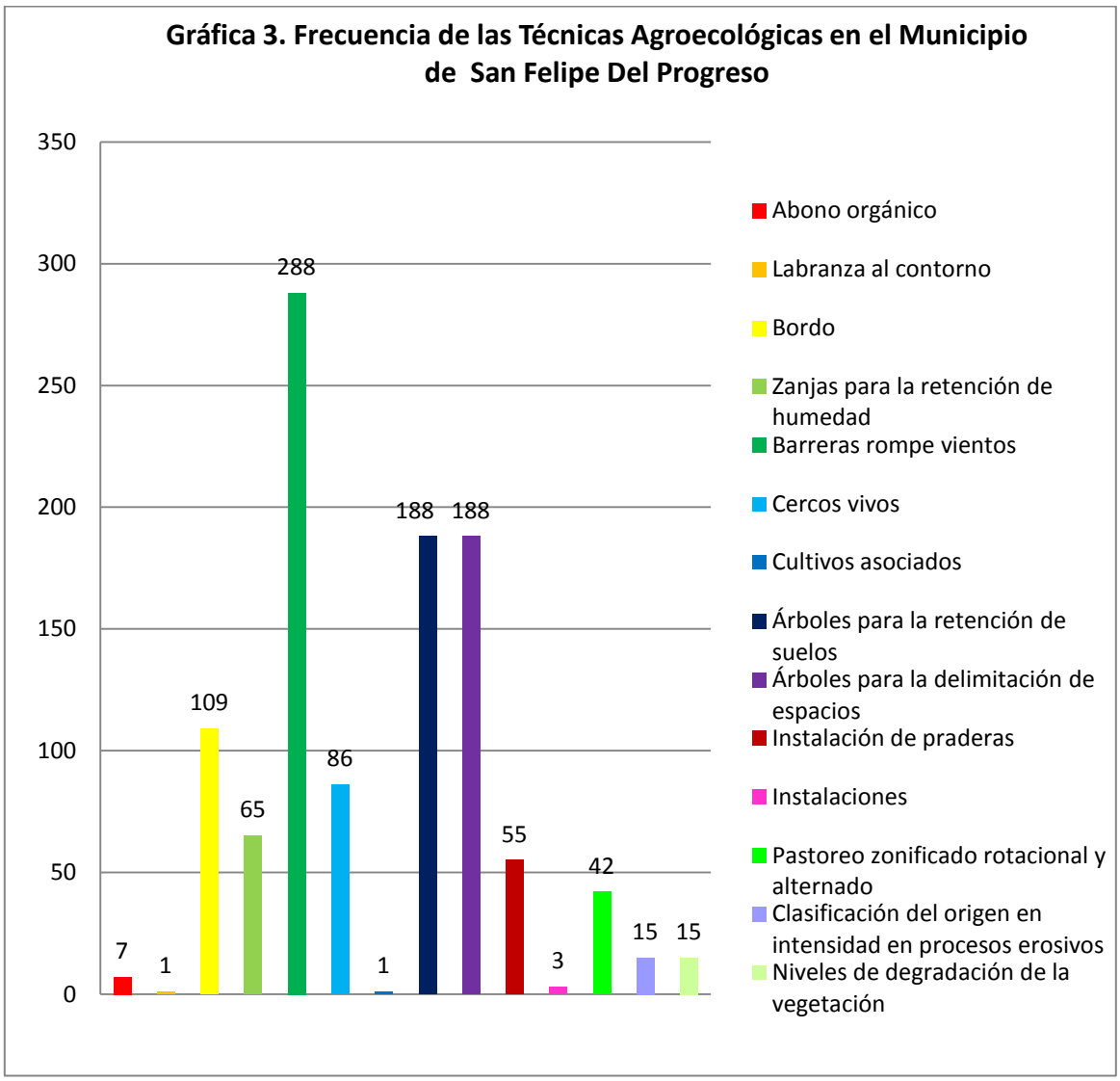
1.3 San Felipe del Progreso

La gráfica 3 ilustra la frecuencia de aplicación de diversas técnicas agroecológicas en el municipio de San Felipe del Progreso: las técnicas enfocadas en el incremento de la agro biodiversidad y agroforestería son las más utilizadas, entre estas destacan las barreras rompevientos (288), los cercos vivos (86), árboles para la retención del suelo (188) y árboles para la delimitación de espacios (188), Se observó un caso de cultivos asociados, con cultivos de maíz, haba y quelites.

Entre las técnicas dirigidas al mejoramiento de la fertilidad del suelo, se observaron siete casos de aplicación de abono orgánico y uno de labranza al contorno. Es notable también la presencia de bordos (109) y las zanjas para la retención de humedad (65); técnicas mucho menos utilizadas comparativamente en los municipios de Atlacomulco e Ixtlahuaca. Su frecuente aplicación en este municipio se debe principalmente a las condiciones físico-geográficas dominantes en la zona, lo cual facilita su adecuación a las necesidades de los agricultores.

En este municipio el manejo agroecológico del ganado tiene una distribución medianamente importante que se ve reflejada en la instalación de praderas (55), y del pastoreo zonificado y rotacional (42), técnicas que reflejan la importancia de la actividad ganadera en el municipio, ya que permiten a los agricultores y ganaderos, además de mitigar la erosión del suelo, mejorar de una manera sustentable el establecimiento y crianza del ganado. Fueron identificadas tres instalaciones pecuarias de mediana tecnificación.

Las técnicas enfocadas en la visión sistémica son las más importantes en cuestiones con la afectación que presentan los terrenos, entre estas destacan la clasificación del origen en intensidad en procesos erosivos (15) y los niveles de degradación de la vegetación (15) donde se encontraron algunos terrenos con este tipo de problemas.

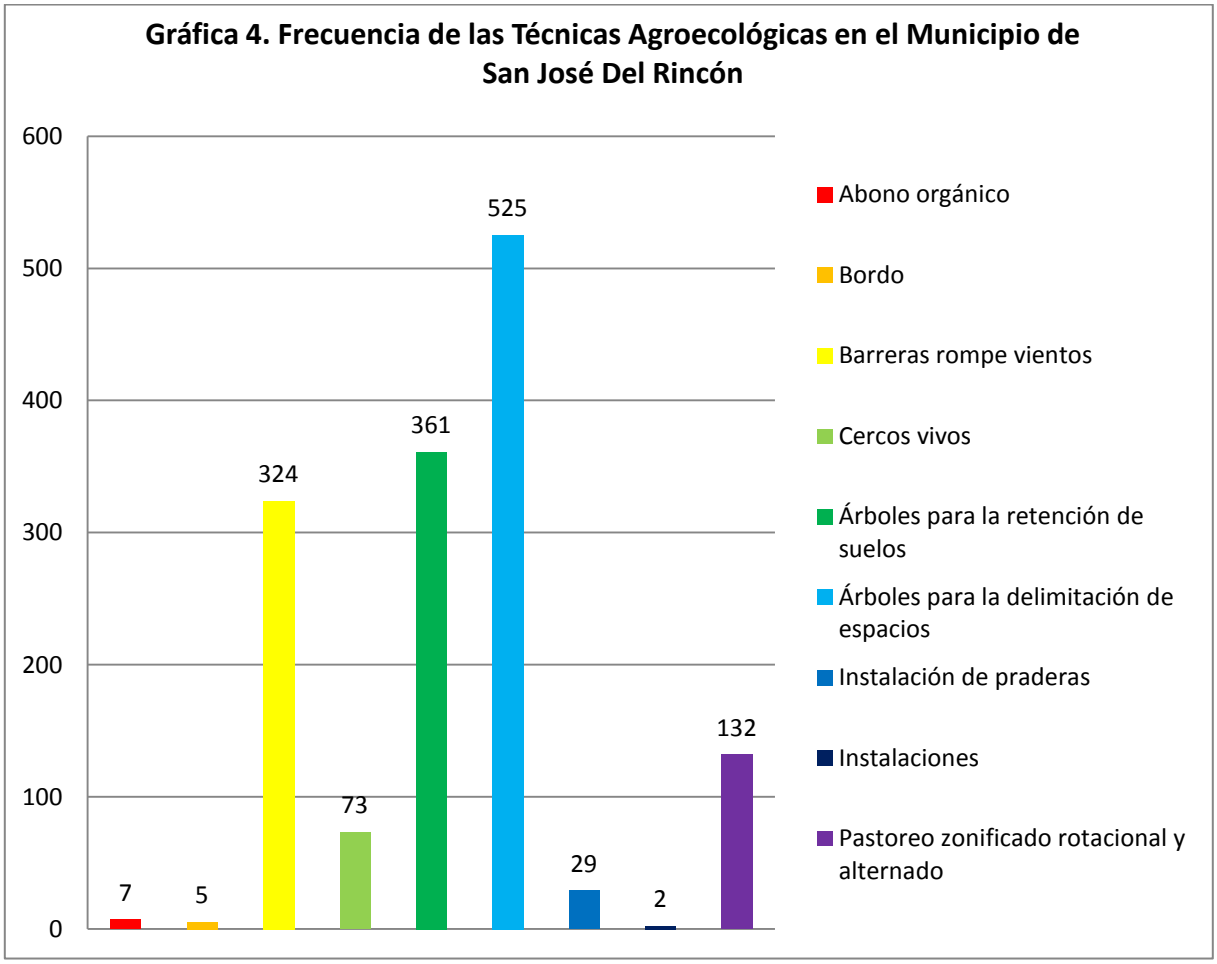


Fuente: Elaboración propia, 2012.

1.4 San José del Rincón

En la gráfica 4 se observa la frecuencia que adoptan las técnicas agroecológicas en el municipio de San José del Rincón. La mayor frecuencia de presencia, se observa en las técnicas agroecológicas para el manejo de la agro biodiversidad y agroforestería, los árboles para la delimitación de espacios(525) son la técnica más utilizada, seguida por los árboles para la retención de suelos (361), las barreras rompevientos (324) y los cercos vivos (73) respectivamente.

El manejo agroecológico del ganado presenta las técnicas que siguen en importancia en este municipio, se practica el pastoreo zonificado y rotacional (132) de manera regular, y la instalación de praderas (29) se utiliza de forma más o menos frecuente, en áreas donde se practica el pastoreo. Se localizaron también dos instalaciones ganaderas de mediana tecnificación. Otras técnicas como el abonado orgánico (7) y bordos para retención de agua (5), se ubicaron también, pero de forma aislada, por lo que no se considera importante su impacto en la agricultura.



Fuente: Elaboración propia, 2012.

2. Análisis comparativo de la práctica agroecológica en los cuatro municipios

2.1 Técnicas agroecológicas para la conservación y mejoramiento del suelo.

La técnica de *Elaboración y aplicación de abono orgánico*, que se presenta con mayor frecuencia en el municipio de Ixtlahuaca (23), en menor medida en San Felipe, y está ausente en Atlacomulco. Esta técnica se desarrolla de manera eficiente en este municipio debido a las condiciones físicas que presenta y que tienen relación directa de esta técnica agroecológica, respecto a la crianza de ganado, de donde se obtiene el abono que sirve para fertilizar los diferentes cultivos de riego y de temporal.

La técnica de *Labranza al contorno* se presenta sólo una vez en el municipio de San Felipe del Progreso (1) y está ausente en los otros tres municipios. Esta técnica es muy poco empleada en estos municipios debido a no existe una cultura de conservación del suelo; ya que está técnica no requiere gastos adicionales en insumos, pero requiere el conocimiento acerca del concepto de nivelación de suelos; si bien la geomorfología del terreno condiciona el uso de esta técnica.

2.2 Técnicas agroecológicas para la retención de agua y mantenimiento de la humedad del suelo.

La técnica de *Construcción de bordos,* no es muy frecuente en la zona, pero presenta una gran frecuencia en el municipio de San Felipe del Progreso (109), y muy reducida frecuencia en los tres municipios restantes; esto se debe principalmente a las condiciones geomorfológicas de la zona, que hace propicia la captación y retención de humedad en una gran cantidad de espacios, lo que favorece su uso y presenta un alto potencial.

La técnica de *Zanjas para la retención de humedad* no es muy abundante en la zona, pero presenta una alta frecuencia en el municipio de San Felipe del Progreso (65), muy baja en San José y Atlacomulco, y es casi inexistente en Ixtlahuaca; esto debido a las condiciones geomorfológicas de la zona, que hace propicia la captación y retención de humedad en una gran cantidad de espacios, lo que favorece su uso y presenta un alto potencial.

2.3 Técnicas agroecológicas para el incremento de la agro biodiversidad y la agroforestería.

La técnica de *Instalación de barreras rompevientos* es abundante en la zona, y presenta mayor frecuencia en los municipios de San José (324) y San Felipe (288), mucho menor en Ixtlahuaca y muy baja en Atlacomulco. Esto se debe posiblemente a la identidad que los habitantes conservan respecto al recurso forestal, que ha sido por tradición muy abundante en los dos primeros municipios.

La técnica de *Instalación de cercos vivos*, abundante en los cuatro municipios, presenta muy alta frecuencia en los municipios de Atlacomulco (328) e Ixtlahuaca (317), y menor en San Felipe y San José. Esto se debe a la presencia de actividades ganaderas que se practican ahí, y que muestra

mayor protección de los cultivos del daño que pueden causar los animales del ganado, en los dos primeros municipios.

La técnica de los *Cultivos asociados*, escasa en los cuatro municipios, presenta mayor frecuencia en el municipio de Ixtlahuaca (14), menor en Atlacomulco, y casi nula en San Felipe y San José. Esto se debe a que en el primer municipio presenta agricultura diversificada, lo cual permite la implementación y difusión de esta técnica.

La técnica de *Árboles para la retención de suelos* es abundante en tres de los municipios estudiados; presenta mayor frecuencia en el municipio de San José del Rincón (361), menor en San Felipe y Atlacomulco y casi inexistente en Ixtlahuaca; esto debido al relieve predominante en el primer municipio, que presenta abundantes espacios con pendientes altas. Los arboles sirven en estos sitios como sostén para evitar algunos deslaves, lo que puede generar pérdidas materiales, de infraestructura e incluso humanas.

La técnica de *Instalación de árboles para la delimitación de espacios,* es abundante en los cuatro municipios y presenta muy alta frecuencia en el municipio de San José del Rincón (525), frecuencia media en San Felipe y menor en Atlacomulco e Ixtlahuaca, debido a que el uso de suelo, el clima y la gran biodiversidad de elementos vivos naturales, permiten el desarrollo de esta técnica, además de que la gente está acostumbrada a la práctica de la actividad agrícola en sus terrenos.

2.4 Técnicas agroecológicas para el manejo agro ecológico del ganado.

La técnica de *Instalación de praderas* no es abundante en la zona estudiada, pero presenta una mayor frecuencia en el municipio de San Felipe (55) y San José (29), debido a que el relieve muestra planicies de pastizales, el clima es el adecuado y la ubicación de los terrenos permiten el buen aprovechamiento de esta técnica en estos municipios. Mientras que en Ixtlahuaca y Atlacomulco, la actividad agrícola con fines pecuarios es muy escasa.

La técnica de *Construcción de instalaciones pecuarias* es muy escasa en los cuatro municipios, y presenta mayor frecuencia en el municipio de San Felipe (3), San José (2) e Ixtlahuaca (2); esto debido a que pocas personas en los municipios practican la actividad pecuaria especializada y tecnificada, los espacios para el ganado en general se construyen con materiales locales naturales e inertes que hay en la zona.

La técnica del *Pastoreo zonificado rotacional y alternado* abundante en la zona, presenta mayor frecuencia en el municipio de San José (132) y menor en los otros tres municipios; esto debido a que la población desarrolla actividades pecuarias en terrenos con pastos palatables para el ganado, estos terrenos son ricos en materia orgánica que generan el crecimiento de nuevos pastos para sustentar al ganado.

2.5 Técnicas agroecológicas para los componentes dinamizadores en fincas y ranchos.

La técnica de *Instalación de almácigos* se presenta sólo y escasamente en el municipio de Ixtlahuaca (1). Debido a que es una técnica muy laboriosa y con fines comerciales, esta técnica por lo regular es desarrollada en lugares cercanos a zonas urbanas donde es posible la comercialización de los productos hortícolas.

La técnica de *Instalación de huertos de frutales y hortalizas* es frecuente en los municipios de Ixtlahuaca (22) y Atlacomulco (15), pero no fue observada en San Felipe y San José, debido a que la población acostumbra a producir frutas y hortalizas frescas en espacios grandes como ranchos para comercializarlas o para el autoconsumo familiar abundantes en los dos primeros municipios.

2.6 Técnicas agroecológicas para la visión sistémica.

La técnica de la *Clasificación del origen e intensidad de procesos erosivos* se presenta sólo en el municipio de San Felipe del Progreso (15), y es inexistente en los otros tres municipios, debido a que en San Felipe las condiciones geomorfológicas del relieve han sido afectadas por la intervención humana, en forma de tala inmoderada, además de fenómenos naturales como las precipitaciones y vientos que afectan las condiciones del terreno.

La técnica de *Clasificación de los niveles de degradación de la vegetación* se presenta sólo en el municipio de San Felipe del Progreso, debido a que ahí las condiciones geomorfológicas del relieve han sido alteradas por la intervención humana en forma de tala inmoderada y pastoreo excesivo del ganado, lo que ha generado pérdida de la vegetación, al interactuar con algunos fenómenos naturales como las precipitaciones y vientos, que ocasionan la degradación del suelo.

Conclusiones

En este trabajo es posible observar mediante análisis espacial, la distribución de técnicas agroecológicas en los cuatro municipios estudiados. El análisis estadístico permitió identificar las técnicas que se aplican de forma más frecuente en el área estudiada. Es notable que las técnicas más practicadas son aquellas denominadas técnicas vegetativas, que implican mucha mano de obra y el cultivo de árboles, arbustos y herbáceas; mientras que aquellas que implican prácticas mecánicas y la construcción de infraestructura son menos practicadas, ya que implican mayor inversión y el empleo de maquinaria de alto costo.

En general existen muchos espacios que presentan condiciones favorables para la instalación de técnicas dirigidas a la conservación de suelos, agua y vegetación; por lo que es urgente implementar acciones de rescate social, cultural y ecológico de la región. En nuestro caso de estudio que es la práctica agroecológica en la región, se observa que a partir del crecimiento de grandes ciudades, ésta región mazahua ha visto deteriorados sus recursos naturales, que antiguamente eran aprovechadas para sus cultivos y subsistencia. “No debemos olvidar que los pueblos originarios han vivido acorde a la sabiduría milenaria de equilibrio ecológico, y que han sido las exigencias de la modernidad la causa de su deterioro y sobre explotación de los recursos, que nos llevará irremediablemente a la pérdida de su riqueza natural, de no hacer algo ya”,

Bibliografía

- Altieri, M. A. (2000). Agroecológica: Teoría y práctica para una agricultura sustentable, México: PNUMA.
- *Anselin, L. y Getis, A.(1993) "Spatial Statistical analysis and geographic information Systems". Berlin, Springer-Verlag.*
- *Barredo Cano, (1996). Evaluación multicriterio y Sistemas de Información Geográfica en la Ordenación del Territorio. Madrid, Editorial RA-MA 264 pp.*
- Bertalanffy, Von, L. (1987). Teoría general de los sistemas. Fondo de cultura económica; México.
- *García, R. y Bosque Sendra, J. (1991). "Asignación óptima de usos del suelo mediante generación de parcelas por medio de SIG y técnicas de evaluación multicriterio" VII Conferencia Iberoamericana sobre SIG. Mérida Venezuela, octubre 1999.*
- Bolós, M. (1992). Manual de ciencia del paisaje. MSSON. Barcelona, España.
- *Buzai, G.D. 2005b. Los Sistemas de Información Geográfica y sus métodos de análisis en el continuo Resolución- Integración. X Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica (X CONFIBSIG). San Juan de Puerto Rico.*
- Edwards, Clive. *et. al*. (1993), "The role of agroecology and integrated farming systems in agricultural sustainability", en *Agriculture, Ecosystems and Environment*, núm. 46.
- *Fischer, M. y Nijkamp, P.(1992). "Geographic information systems and spatial modeling: potentials and bottlenecks". Proceedings EGIS 92 third European conference on Geographical Information Systems, vol. 1.*
- *Foresman, T. (1998): The history of geographic information systems: perspectives from the pioneers. Upper Saddle River, Prentice Hall.*
- *Gatrell, A. (1987). On putting some statistical analysis into geographical information systems: whit special reference to problems of map comparison and map overlay, Research Report n. 5, University of Lancaster: Northern Regional Research Laboratory.*
- *Getis, A. y Boots, B. (1978). Models of spatial processes. Cambridge, Cambridge University.*
- Gliessman, Stephen (1998), *Agroecology: Ecological process in sustainable Agriculture*. Ann Arbor Press, MI.
- *Goodchild, M. (1987b). "Towards an enumeration and classification of GIS functions", Proccedings, IGIS 87: the Research Agenda, Aangeenburg, R.y Schifman, M. (eds.), Washington, DC:NASA, II, 67-77.*
- *Gutiérrez Puebla, Javier ; Gould, Michael (1994): SIG, sistema de información geográfica. Editorial Síntesis, S.A. Madrid. p. 251. ISBN: 84-7738-246-8*
- Harwood, R. R. (1979*), Small farm development: Understanding and improving farming systems in the humid tropics*, Boulder, CO: Westview Press.
- Moreno, A. (2006). Sistemas y análisis de la información geográfica. RA-MA. Madrid, España.
- *Mateo R. J. (1984). Apuntes de Geografía de los Paisajes; Universidad de la Habana; Cuba.*
- Pearse, A. (1980), *Seeds of plenty seeds of want: Social and economic implications of the green revolution*, New York: Oxford University Press.
- *Ripley, B. (1981). Spatial Statistics. New York, Wiley.*
- *Odum, P.E. (1971). Ecología. 3ª Edición. Nueva Editorial Interamericana. México.*
- *Star, J. y Estes, J. (1991): Geographic information systems. An introduction. Nueva Jersey, Englewood Cliffs.*