

Las Unidades de Gestión Ambiental como una estrategia de manejo de recursos naturales en el municipio de El Llano, Ags.

*Antonio de Jesús Meraz Jiménez
José Luis Galarza Mendoza
Octavio Martín Maza-Díaz Cortés¹*

Introducción

El Llano es un municipio cuya actividad productiva se centra en la agricultura sobre todo de temporal, sin embargo, cuenta con una cantidad importante de recursos naturales que requieren de adoptar estrategias que se encaminen a garantizar su conservación y aprovechamiento racional y sustentable. Es por ello que se hace necesario realizar estudios que se encaminen a salvaguardar los recursos naturales que aún existen en la región, para lo cual es prioritario contar con propuestas de cómo ordenar dichos recursos, así como fortalecer las instancias de planeación que permitan a los usuarios de dichos recursos acceder a los programas institucionales relacionados con el aprovechamiento y conservación. Uno de los órganos de coordinación y concertación para la gestión de las acciones señaladas podrá ser el Consejo Municipal para el Desarrollo Rural Sustentable, tal como lo marca la Ley General de Desarrollo Rural Sustentable, en coordinación con las instancias estatales, como lo es el Instituto de Medio Ambiente del Estado, que tiene la atribución de la instrumentación de la política forestal a nivel estatal.

El municipio forma parte de la Asociación Regional de Silvicultores del Oriente de Aguascalientes, que agrupa a los usuarios de los recursos agroforestales, es una instancia que con el apoyo de la Conafor, otorga apoyo para hacer los trámites de programas, asesora técnicamente a los usuarios, facilita la gestión y aplicación de los programas y sus recursos

¹ Profesor-investigador. Departamento de Disciplinas Agrícolas. Centro de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Tel. 965 01 59, ext 107. ajmeraz@correo.uaa.mx

Maestro en Ciencias, profesor investigador en el Instituto Tecnológico de Torreón, Torreón, Coah. galarzajl@yahoo.com.mx

Profesor-investigador. Departamento de Disciplinas Agrícolas. Centro de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Tel. 910 74 00 ext. 8107 jsosar@correo.uaa.mx

Ocupa una superficie cartográfica de 50,380 ha según la fuente del SIG, es decir, 9.05% del estado, cuya superficie es de 556,826 ha². Se localiza en la mesa central, es una zona semiárida, presenta condiciones planas regulares sobre todo en la parte central, sin embargo, se localizan algunas formaciones montañosas, específicamente al Este donde dominan laderas y lomeríos con una elevación principal (cerro Juan el Grande). En términos generales, el clima en el Municipio de El Llano es de carácter semiseco, con una temperatura media anual de 16.91°C y una precipitación pluvial media acumulada de 469.1 mm. El periodo de lluvias corresponde al verano, en las otras estaciones del año las lluvias que se registran son de baja intensidad. En particular el área tiene los siguientes subtipos de clima:

BS1kw. Subtipo semiseco templado con precipitación invernal entre 5 y 10.2% respecto a la acumulada anual. Registrándose la mayor parte de las lluvias en verano, la precipitación media anual varía entre 400 y 600 mm. La temperatura media anual es menor de 18°C. El mes de agosto presenta la mayor precipitación, registrando una cifra entre 110 y 120 mm siendo febrero el mes más seco con un valor menor de 5 mm. Junio es el mes más cálido (23-25°C) y los meses más fríos son enero y diciembre (entre 10 y 12°C). Ocupa el 62% de la superficie del municipio.

BS1kw(w). Subtipo semiseco templado, con precipitación invernal menor a 5% respecto a la acumulada anual. Se sitúa principalmente en el sureste del municipio de El Llano. El valor de la precipitación media anual oscila entre 400 y 600 mm y el régimen térmico medio anual varía de 18 a 20°C. La precipitación tiene su máxima incidencia en el mes de junio y presenta un rango que va de 100 a 110 mm, la mínima se registra en marzo y abril con un valor menor de 5. En junio se registran las máximas temperaturas que fluctúan entre 21 y 22°C; correspondiendo a diciembre las mínimas, que están entre 12 y 13°C. Clima estable en cuanto a humedad y temperatura, asociado a comunidades vegetales de encino, pino, bosques mixtos y pastizales. Ocupa el 35% del área municipal.

BS1hw. Subtipo semiseco semicálido, con precipitación invernal entre el 5 y 10.2 % respecto a la acumulada anual. Con lluvias de verano, se presenta principalmente en el centro del área de estudio. La lluvia media anual oscila entre los 500 y los 600 mm y la temperatura media anual es superior a los 18°C. La máxima ocurrencia de lluvias oscila entre los 110 y 120 mm, registrándose en el mes de junio. La mínima se presenta en el mes de marzo con

² http://conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/bosquedes/umafor/Base_datos_UMAFOR.pdf

un rango menor de 5 mm. El régimen térmico más cálido se registra en mayo con una temperatura entre los 22 y los 23°C, siendo el mes más frío enero con una temperatura de 13 a 14°C. También se le denomina seco estepario, se caracteriza porque en él la evaporación excede a la precipitación, y está asociado principalmente a comunidades vegetativas del tipo de matorral desértico y vegetación xerófila. Es el que cubre menos superficie con solo 2.7%.

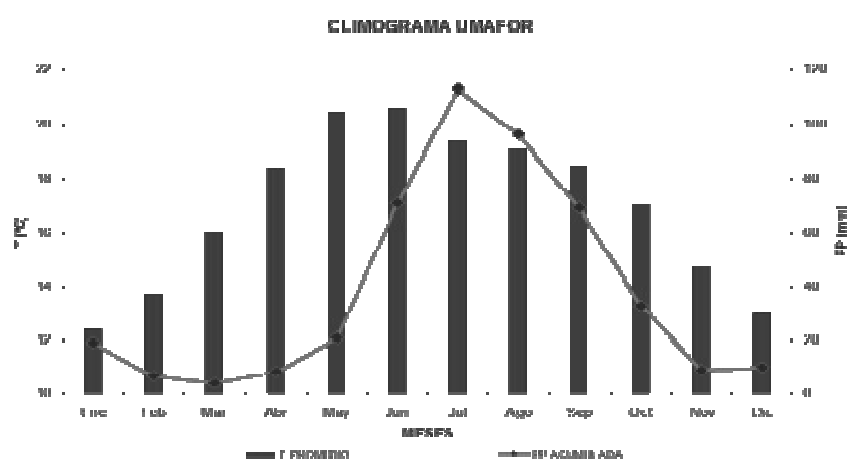


Figura 2. Climograma de la región que muestra los gradientes de precipitación y temperatura.

Cuadro 1. El Llano: variables climáticas por estación (periodo 1960-2004)

CLAVE	NOMBRE	T. MAX. PROM	T. min. PROM	T PROM	PP. ACU	EVA. PROM
1015	PALO ALTO	26,16	8,36	17,26	508,7	1823,8
1031	EL NOVILLO	26,17	8,39	17,28	469,1	1812,1
1033	LOS CONOS	25,59	8,02	16,81	463,7	1872,7
1034	SANDOVALES	25,27	7,19	16,23	404,7	1935,9
1073	LA TINAJA II	26,54	8,43	17,49	518,3	1940,5
1099	JESUS TERAN _EL MUERTO	25,17	8,32	16,74	474,0	1877,7
1101	LAS PRESAS	24,76	8,33	16,55	445,5	2031,0

Fuente: Red de Monitoreo Meteorológico de la Comisión Nacional del Agua (CNA) y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

Suelos. Predominan suelos Xerosoles y Planosoles, estos últimos han sido muy aprovechados y alterados debido a las prácticas agrícolas. Son poco profundos con un espesor de capa de 20-50 cm, pobres en materia orgánica y nutrientes con textura arenosa. Son moderadamente susceptibles a la erosión, algunas áreas con riesgo de erosión muy severa; los elementos climáticos que afectan su productividad son: la distribución irregular de lluvias, heladas frecuentes, oscilación térmica amplia, sequías en periodos cortos y el viento.

Actividades humanas que también afectan a los suelos: el sobrepastoreo, el sistema de producción de monocultivos, los cambios de uso y la deforestación.

Hidrología. El municipio se encuentra enclavado en la Región Hidrológica de Lerma – Santiago, en la cuenca Río Verde Grande, que se divide en subcuencas i, b y j. La RH12-LS-li-VERDE GRANDE ocupa una mayor superficie en el municipio (>60%); la región hidrológica RH12-LS-lb-VERDE GRANDE, con más de 10 mil ha (24%).

Aspectos socioeconómicos del municipio.

Existen 25 localidades con una población mayor a 100 habitantes, todas pertenecen al medio rural, excepto Palo Alto, que es población urbana (>2500 hab.), concentran el 70% (más de 9 mil hab.). La mayoría de las poblaciones tienen pocos habitantes: 14 se ubican en el rango de 100 a 400; cinco en el de 401 a 600 habitantes. El Novillo, La Luz, Santa Rosa, Ojo de Agua de Crucitas y Los Conos, son las de mayor población (rango de 601 a 1000 hab).

El municipio presenta una disminución en cuanto a su crecimiento demográfico, ya que de una tasa de cerca del 5% durante las décadas 1970-1990, pasó a 3.8% durante el periodo 1990-1995 y de solo 1.64 en el de 1995 – 2000, lo cual se refleja en el número de habitantes:

Educación. En el municipio el grado de escolaridad no rebasa la primaria (5.2 años en promedio). La población de 6 a 14 años, representa el 24.5% del total, de la que el 88.5%, sabe leer y escribir, sólo la cabecera municipal supera este indicador, ya que mantiene un 91.1% de sus habitantes si saben leer y escribir.

Empleo. La PEA constituye el 24.2% de la población total, y de ésta el 97.1% es población ocupada. En las cinco localidades con mayor población se concentra 53% de la PEA, principalmente en el sector secundario (43.8%), en el sector primario con 23.3% y en el terciario tiene presencia con 31% de su población ocupada. En el municipio existen pocas industrias (3) y pequeños talleres de confección de ropa y micro empresas familiares. El comercio se concentra en su mayoría en la cabecera municipal, aunque por lo general la gente realiza en gran parte sus compras en Aguascalientes.

Vivienda. El promedio de ocupantes por vivienda es de 5, Ojo de Agua de Crucitas registra el mayor promedio de ocupantes con un 5.6. Un 16.1% de hogares los encabeza una mujer, siendo Los Conos y La Luz, las localidades con mayor proporción de hogares con jefas de

familia (21.6%). La cobertura de servicios en drenaje cubre el 75.3%, mientras que otros servicios en las viviendas, el 91.7% cuenta con energía eléctrica; 96.3% con agua entubada.

Vías de comunicación. Existen 218.4 km de red carretera de los cuales 94.8 km son carreteras pavimentadas, y 123.6 son revestidas que comunican con la capital del estado y otros municipios y comunidades.

La marginación en el municipio. El municipio cuenta con 20 localidades con un grado de marginación alto; 16 con un grado medio; 32 su grado es bajo y 7 es muy bajo. En las 20 localidades de alta marginación habitan 536 personas, en grado medio se encuentran 3,568 personas (estimaciones del CONAPO con base en el Censo de Población y Vivienda 2005). Es a estos dos grupos de población a donde se deberán dirigir prioritariamente los esfuerzos para superar la pobreza.

Tenencia de la tierra. Existen 20 ejidos, con 1595 ejidatarios en una superficie de 12,276 ha repartidas en 3171 parcelas, con poco menos de 4 ha c/u, lo que limita la aplicación de tecnología y dificultan el implementar sistemas productivos con criterios de rentabilidad. Poseen además 9572 ha de terrenos de uso común, en su mayoría son áreas con vegetación natural dedicadas al pastoreo de ganado vacuno, caprino y en menor medida de ovinos. (RAN, 2006 y encuestas 2007)

Materiales y métodos

Materiales para mapeo

- Una imagen compuesta infrarroja del Satélite Spot del año 2003 a una resolución de 10 m por píxel (100 m²), para contrastar los usos de suelo y vegetación para la elaboración cartográfica digital del SIG. (Figura 3A).
- Una imagen subclasificada procesada a partir de la misma imagen compuesta infrarroja de satélite para contrastar y clasificar las clases de uso de suelo y vegetal. (Figura 3B).
- Un modelo digital de elevación (MDE) para determinar niveles de pendientes y mapa geomorfológico (Figura 3C).
- Programas para realizar cartografía como: Autocad Ver 14, para construir vectores, Arc View 3.3, para manipular bases de datos, CartaLinx, para realizar arreglos

topológicos de vectores, Erdas Imagine, para determinar clases de uso de suelo y vegetación.

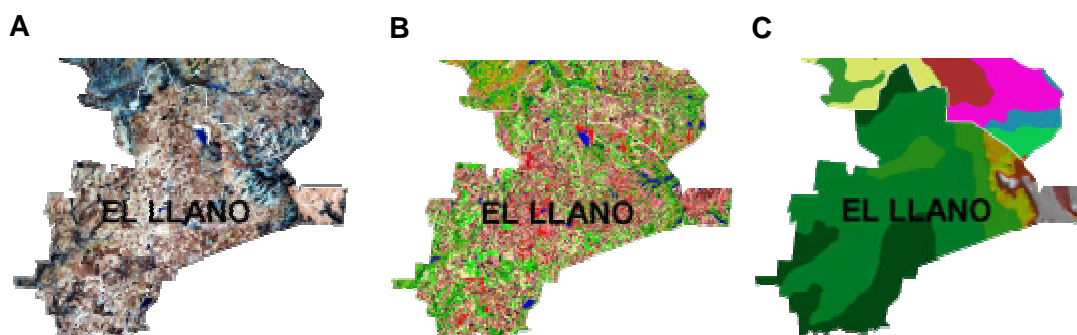


Figura 3. Imágenes utilizadas para el mapeo y la formulación de cartografía digital a). Imagen de satélite Spot, b). Imagen subclasificada y c). Modelo Digital de Elevación.

Materiales auxiliares para inventario:

- Un mapa impreso como guía para la ubicación de los sitios de muestreo y la delimitación preliminar de áreas de interés agro ecológica.
- Cordones de nylon para delimitar los cuadrantes de los sitios de muestreo.
- Flexómetros de 3 a 5 m para medir la estructura vegetal y la distancia de la planta al punto central del cuadrante.
- Hojas de registro para el levantamiento de los datos.
- GPS para la ubicación de las coordenadas del sitio

Materiales para el muestreo de suelos

- Una barra de acero para perforar el suelo
- Bolsas de plástico para colocar y conservar la muestra
- Etiquetas de identificación del sitio
- GPS para la ubicación de las coordenadas del sitio
- Hojas de campo para registrar la información
- Barrena para obtener muestra para medir densidad aparente.

Levantamiento de datos de vegetación

Mediante el uso de herramientas de SIG y Percepción Remota se identificaron las áreas con cubierta vegetal; posteriormente, con base en muestreos dirigidos hacia dichas áreas y

estratificando con base en su cubierta vegetal, se realizaron 8 muestreos ecológicos que se distribuyeron aleatoriamente (Fig. 4).

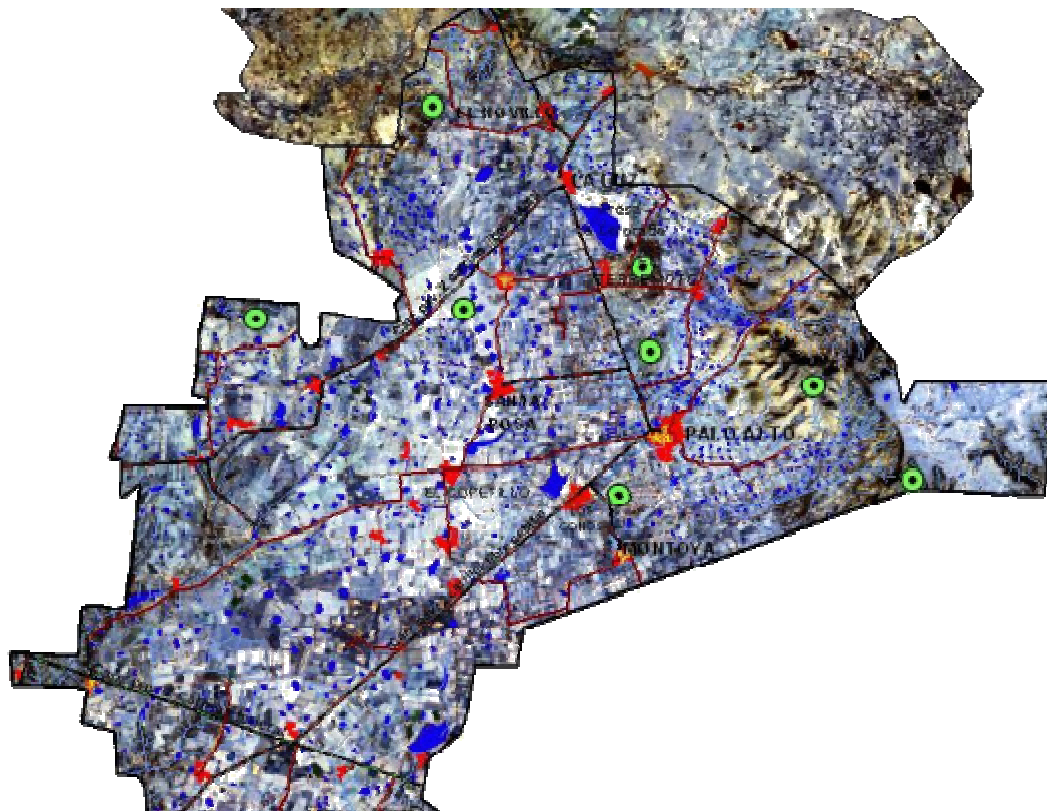


Figura 4. El Llano: distribución y ubicación de los sitios de muestreo de la vegetación con potencial agro forestal.

La técnica para los muestreos se hicieron en áreas circulares de 100 m², se dividieron en cuadrantes de 25 m² (5x5) para facilitar la medición de la vegetación (Fig. 5A); para la evaluación de las poblaciones de mezquite y huizache se utilizó la metodología propuesta por Meza-Sánchez (2002).

En la Fig. 5B, se muestra el diseño de la técnica de muestreo, se mide cada especie diferente de plantas más cercanas al punto en cruz del cuadrante.

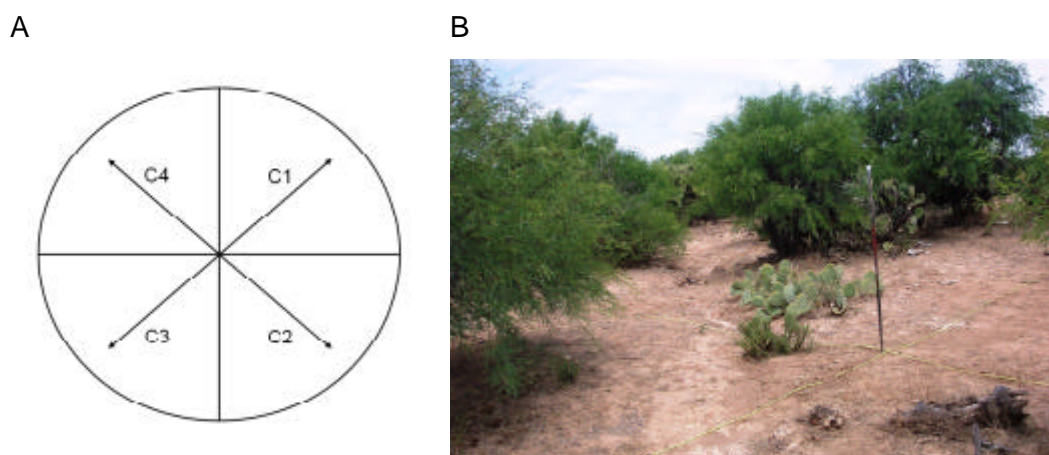


Figura 5. A) Esquema de muestreo utilizado para el levantamiento de la información de campo y **B)** Vista del ecosistema y arreglo del cuadrante en el sitio.

En cada sitio se determinaron las plantas de las cuales se tomaron los siguientes datos: Altura del arbusto o árbol; diámetro a la altura del pecho; número de brazos; altura del brazo mayor; condición: Juvenil, joven, maduro o viejo; daños: Humanos, por animales, insectos, enfermedades; diámetro de copa; uso actual y potencial.

Levantamiento de datos de suelo

En cada sitio se realizó un muestro de suelos donde se midió la profundidad y se tomó una muestra para el análisis físico – químico, con los datos de sitio: ubicación, sitio ecológico, coordenadas y fecha de muestreo (Figura 6).

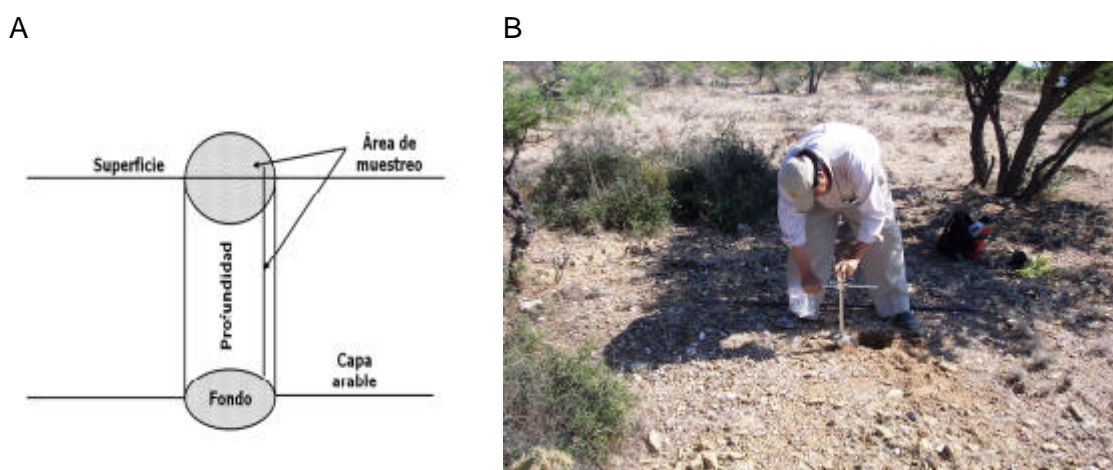


Figura 6. A) Esquema para obtener la muestra de suelo y **B)** Panorámica donde se observa como se obtuvo una muestra del suelo con la herramienta adecuada.

Las variables analizadas en el laboratorio fueron las siguientes: Densidad aparente; textura; conductividad eléctrica; pH; estructura; color; materia orgánica; humedad relativa.

Análisis de datos

Con la información recabada del trabajo de campo se obtuvo una base de datos que permitió analizar la distribución de las principales especies arbóreas y arbustivas de los sitios. La estructura de la vegetación sirvió como base para obtener la densidad de área basal mediante la siguiente fórmula:

$$g = \frac{\rho (DAP)^2}{2}$$

Donde:

g= Densidad de Área Basal; ρ = Valor constante (3.1416); DAP= Diámetro a la Altura del Pecho

En la Figuras 7A y 7B se presentan las formas de estructura vegetal comunes en el municipio, dispersas en planicies y lomeríos principalmente. Estas formaciones también son denominadas estructuras agroforestales porque se aprovechan recursos vegetales principalmente para la ganadería, sobre todo aquellos estratos que se forman bajo dosel de la estructura vertical o arbolada.



Figura 7. A) Estructuras en lomeríos suaves dominadas por huizachal, nopalera y herbazal y **B)** Estructura vegetal en zonas planas dedicadas a la ganadería extensiva, dominando mezquital, huizachal y nopaleras.

Se calculó el volumen maderable mediante la siguiente fórmula (Raebild y Meilby, 2006):

$$V = h * g$$

Donde:

V= Volumen total; h= Altura de los fustes limpios del árbol (hasta donde comienza la primera ramilla); g= Densidad de Área Basal

Para evaluar las condiciones de estructura vegetal se hicieron análisis de frecuencias basado en presencia de especies; se hizo un análisis de la composición botánica para definir el potencial para fines de aprovechamiento, protección y/o conservación, mediante una propuesta de unidades de gestión ambiental y de ordenamiento agroforestal.

Elaboración cartográfica de uso de suelo y vegetación

Se empleó la imagen compuesta en base a tres bandas en los canales RGB, para identificar las clases de uso de suelo y vegetación; se auxilió con la información obtenida en campo para precisar dichas clases. Posteriormente se hizo una clasificación subsupervisada dirigida en la imagen compuesta para definir las clases mediante el método de ISODATA CLUSTER; sobre éstas, se fueron delimitando los rasgos espacialmente continuos e independientes entre si para construir la cartografía (vector digital) en Arc View. Mediante la fotointerpretación se definieron áreas con una clase homogénea correspondiente a un patrón específico de vegetación u otro tipo de categoría medible en la superficie. Los elementos considerados para el trazado fueron: las formaciones biológicas; la relación entre el relieve y la dinámica productiva agropecuaria; los efectos de degradación y erosión del suelo; los sitios para extracción de materiales; y las obras hidráulicas para la captación y retención de escurrimientos

Elaboración cartográfica de geomorfología

Se empleó el MDE para determinar las geformas, sobreponiendo la imagen del satélite Spot, como una referencia visual para diferenciar las estructuras del relieve. Se delimitó la zona plana considerando una pendiente menor al 6%; asimismo, se trazaron las adyacencias de otras formaciones cuyas características definen estructuras onduladas con mayor grado

de inclinación, formando lomeríos montuosos y laderas que ascienden a cerca de 2500 msnm, rematando en mesas suaves y domos líticos.

Las principales geoformas que se distinguen espacialmente son: Llanura plana; Lomeríos; Laderas; Sierra baja. En la Figura 8 se distingue la estructura geomorfológica del municipio, esta escena se tomó como referencia espacial para delimitar cartográficamente dichas unidades.

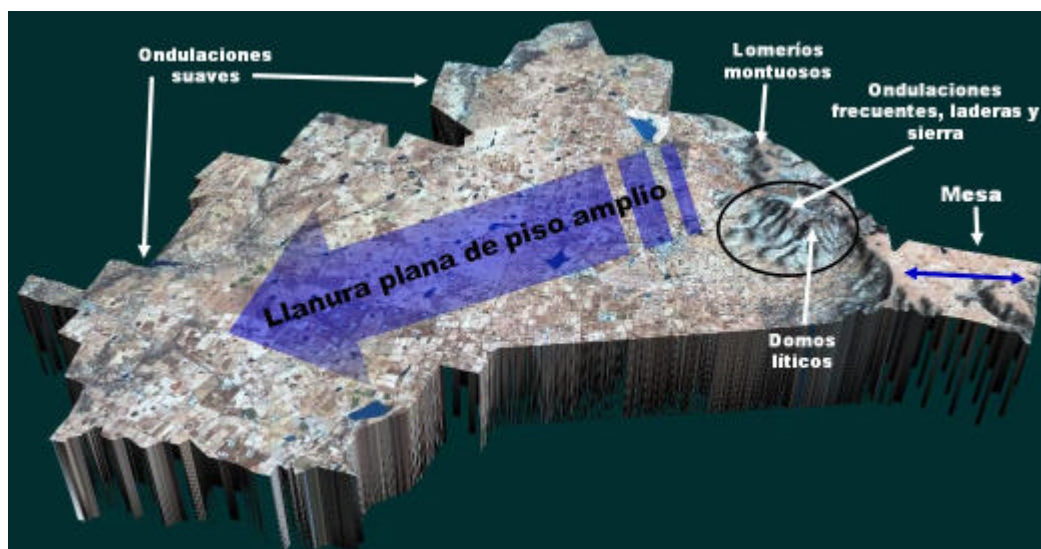


Figura 8. Estructura geomorfológica espacial del municipio de El Llano

Caracterización Geológica y Geomorfológica

El sistema de información geográfica, tomando la información de la síntesis geográfica del estado de Aguascalientes, señala la presencia de 3 sistemas geológicos que datan de las épocas del cenozoico terciario y cuaternario (cuadro 2).

Cuadro 2. El Llano: Sistema y estructura de geoformas.

Sistema de geoformas	Estructura geomorfológica	Superficie		msnm mín.	msnm máx.
		ha	%		
LADERAS	Ladera Adyacente Abrupta	539.53	1.06	2199.29	2450
	Laderas Bajas Adyacentes Disectadas	1954	3.87	2088.42	2427.35
LLANURAS	Llanura Plana de Piso Amplio Rocoso	40737.45	80.68	2041.55	2184.01
LOMERÍOS	Lomeríos Adyacentes Suaves	48.53	0.1	2190	2258.67
	Lomeríos de Pendiente Suave	235.9	0.47	2051.2	2179.07
	Lomeríos Montuosos	3750.00	7.43	1985.06	2017.87
MESETAS	Meseta de Piso Amplio	1822.02	3.61	2266.95	2450
	Meseta Suave Aislada	586.98	1.16	2099.87	2230
SIERRA	Sierra Baja Acrestada	819.41	1.62	2169.64	2500

Caracterización edafológica

En más de un 60% de la superficie del municipio predominan los suelos Planosoles éutricos asociados con xerosoles háplico, estos suelos han sido muy aprovechados (agricultura) y alterados en casi toda su extensión. Son poco profundos de 20-50 cm, pobres en materia orgánica y nutrientes, con textura media y material migajón arenoso. Son suelos en fase dúrica cuyas propiedades indican la posible compactación en un horizonte a menos de 50 cm de profundidad; puede presentar condiciones de fertilidad en horizontes normales bien estructurados. Según Cuanalo, *et al* (1989), son estructuras edafológicas bien desarrollados generalmente en las áreas planas o depresiones pobremente o poco drenadas, en este caso estos suelos se distribuye a lo largo de la parte sur de la zona.

El suelo con el cual se asocia indica condiciones secas propias de regiones semiáridas, estas características generalmente suelen estar combinadas a las condiciones de temporalidad de la precipitación, la cual llega a presentar eventos de hasta 450 mm de lluvia anual, éstas en ocasiones pueden ser de tipo torrencial y en períodos muy cortos. La pendiente que caracteriza a este suelo es desde 0° a 2°, presenta variaciones aisladas que alcanzan pendientes medias cercanas al 10° en zonas adyacentes a los lomeríos. Fisiográficamente estos suelos favorecen las prácticas agrícolas y permiten diseñar sistemas de riego para el uso eficiente del agua, sobre todo en las partes más planas de la zona donde predomina la agricultura de riego.

También se tipifican como suelos moderadamente susceptibles a la erosión, aunque se encuentran algunas áreas con riesgo de erosión muy severa; los elementos climáticos afectan estos suelos, destacando los siguientes: la distribución irregular de lluvias, heladas frecuentes, oscilación térmica amplia, sequías en periodos cortos y el viento.

Las actividades humanas también afectan a los suelos del municipio, entre las que se pueden mencionar: el sobrepastoreo, el monocultivo, cambios de uso de suelo y la deforestación.

Características físicas y químicas de los suelos

La distribución de las principales características se determinó a partir de los análisis de laboratorio y los modelos utilizados del SIG. La densidad aparente corresponde a las clases

texturales que están en el rango de 1.1 a 1.4, lo que indica que no tiene problemas de compactación. Presentan pobres contenidos de materia orgánica (0.8 a 3.2), con 1.8 promedio. La conductividad eléctrica en la mayoría del área no presenta problemas de salinidad; esta variable está relacionada con el pH, que va de neutro a ligeramente alcalino (de 7.1 a 8).

Cuadro 3. El Llano: características físicas y químicas de los suelos muestreados.

ID sitio	ALTURA msnm	% Arena	% limo	% Arcilla	Clase Textural	% M.O	pH
25	2072	29.5	37.3	23.2	2 Franco	1.3	7.38
32	2020	37.5	37.3	25.2	2 Franco	0.9	7.96
26	2041	53.5	15.3	31.2	3 Franco arcillo arenoso	2.1	7.65
31	2077	47.5	23.3	29.2	3 Franco arcillo arenoso	0.8	7.44
27	2041	11.5	53.3	35.2	4 Franco arcillo limoso	2.4	7.99
33	2029	18.8	45.2	36	4 Franco arcillo limoso	2.5	7.14
23	2016	35.5	37.3	27.2	5 Franco arcilloso	1.7	7.28
24	2016	35.5	37.3	27.2	5 Franco arcilloso	1.6	7.57
28	2077	31.5	35.3	33.2	5 Franco arcilloso	1.7	7.85
29	2007	33.5	33.3	33.2	5 Franco arcilloso	1.6	7.97
30	2015	25.5	47.3	27.2	5 Franco arcilloso	2	7.63
35	2128	62.8	19.2	18	6 Franco arenoso	3.2	7.31

Algunas características que afectan la calidad de los suelos del municipio son:

Erosión hídrica: Presenta aproximadamente el 20% con erosión hídrica alta, el 70% con erosión hídrica ligera y el 10% con erosión hídrica moderada.

Erosión eólica: Ocasionada principalmente por la destrucción de la vegetación natural, el sobrepastoreo, las prácticas agrícolas inadecuadas y la tala inmoderada. Aproximadamente el 50% del área está afectada con erosión eólica ligera y con 50% de erosión eólica moderada (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 2002).

Salinización: Se refiere al deterioro de los suelos por el incremento en niveles de sales solubles que reducen su capacidad productiva y fertilidad. En la zona existen problemas moderados (incremento en CE de 2 a 3 mmhos/cm año) (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 2002).

Degradación física: Se produce como consecuencia de procesos como encostramiento, reducción de la permeabilidad, compactación, cementación y degradación de la estructura del suelo. Entre los factores que influyen se encuentran la erosión hídrica, la escasez de materia orgánica y la topografía. A estos factores se agrega la agricultura con cultivos de poca cobertura y constante utilización de maquinaria.

Degradación química: Esta se refiere a la pérdida de nutrientes. Los suelos presentan una ligera saturación de bases <1.25% al año. Además el suelo se ha visto afectado por el crecimiento de los asentamientos humanos e industriales y de las actividades agropecuarias.

Caracterización biológica de flora y fauna del área de estudio

La enorme variación de los ecosistemas de clima árido y semiárido de México, ha llevado a que numerosos estudiosos los reconozcan y denominen como vegetación xerófila (Muller, 1947; Shreve, 1951; Rzedowsky 1957, 1966; Miranda y Hernández X., 1963). Comprende las comunidades de porte arbustivo, equivalente a las comunidades de matorral espinoso con espinas laterales; cardonales; tetecheras; Izotales; nopaleras; matorral espinoso con espinas terminales; matorral inerme parvifolio; magueyales, lechuguillales, guapillales, etc. Flores (1971) denominó a estos ecosistemas como mezquital, chaparral, matorral crasicáule, matorral desértico rosetófilo y matorral desértico micrófilo. Las especies que conforman la fauna está muy relacionada entre si y con el resto de los componentes bióticos y abióticos (vegetación, microorganismos, suelo, climas, agua y medio ambiente) que constituyen el ecosistema.

Para el estudio de vegetación del área, se consideraron las categorías secuenciales de los estratos presentes en los sitios de muestreo. Se identificaron los siguientes conjuntos vegetales de importancia taxonómica.

Estrato forestal primario: Destacan las siguientes especies: *Prosopis laevigata* (mezquite), *Acacia farnesiana* (huizache) y muy aisladamente los encinos (*Quercus sp*), sobre todo en la parte alta de la sierra de Juan el Grande, cerca de los 2500 msnm y con la presencia de algunas *Opuntias sp*. Las especies espinosas subinermes como el mezquite y el huizache, se consideran como estructuras vegetales nativas sobre todo por el clima semiárido con condiciones templadas de la zona. El mezquite es una de las especies de porte arbóreo y

con potencial forestal encontradas en la zona de estudio, principalmente en las áreas planas; se le identificó en 3 sitios, la altura promedio es de 3.6 m, algunos ejemplares de más de 4 m. Presenta una relación horizontal con el huizache y con las *Opuntias sp*, formando estructuras vegetales primarias, su verticalidad lo relaciona con las especies, *Dalea bicolor*, *Jatropha dioica* y *Opuntia streptacantha* formando un “estrato arbustivo primario con nopaleras”, el cual es un estrato posterior al del estrato forestal primario.

Se ubicó a los huizaches, que al igual que el mezquite, son una vegetación leñosa que tienen una estructura individual, se localizaron en 3 sitios y son estratos aislados; alturas promedio de 3 m, algunos individuos con más de 4. La presencia conjunta de estas especies muestra una distribución horizontal asociativa, se observa una relación directa donde ambas especies pueden convivir y su dominancia constituyen mezquital – huizachal con asociaciones aisladas de *Opuntias sp*, principalmente nopales. Este estrato define una fisonomía con características de matorral espinoso.

Estrato arbustivo primario: Se registraron 7 especies, sin distinguir una en especial, estas se localicen de manera más abundante en sitios poco perturbados: *Dalea bicolor*, *Jatropha dioica*, *Mimosa monancistra*, *Dodonea viscosa*, *Opuntia streptacantha* y *Quercus potosina*, esta última especie es un sitio único que se localiza a una altura aproximada de 2500 msnm. En este estrato domina un ecosistema de matorral subinerme.

Estrato de nopalera. Está dominado por Opuntias, se distinguen 4 especies, *Opuntia chavena*, *Opuntia robusta*, *Opuntia megacantha* y *Opuntia leucotrichaa*, se presenta también *Jatropha dioica* como una especie asociada. Las Opuntias pueden asociarse con otros estratos ya sea arbustivos o forestales. Se les distingue con el nombre común de nopal cascarón, chaveño, duraznillo, tunero, rastrero y cardón. Se observa un potencial de especies de nopal para su propagación, en sitios selectos para aplicar manejo fitosanitario y mejorar la calidad de la planta para fines de plantaciones.

En la Figura 9 A y B, se observa una panorámica de sitios diferentes donde el ecosistema tiene una mayor dominancia por las especies de *Opuntias sp*. Dichos sitios muestran una dinámica agrosilvopastoril, cuyas características muestran la existencia de un potencial productivo de especies vegetales extractivas y ganadera.

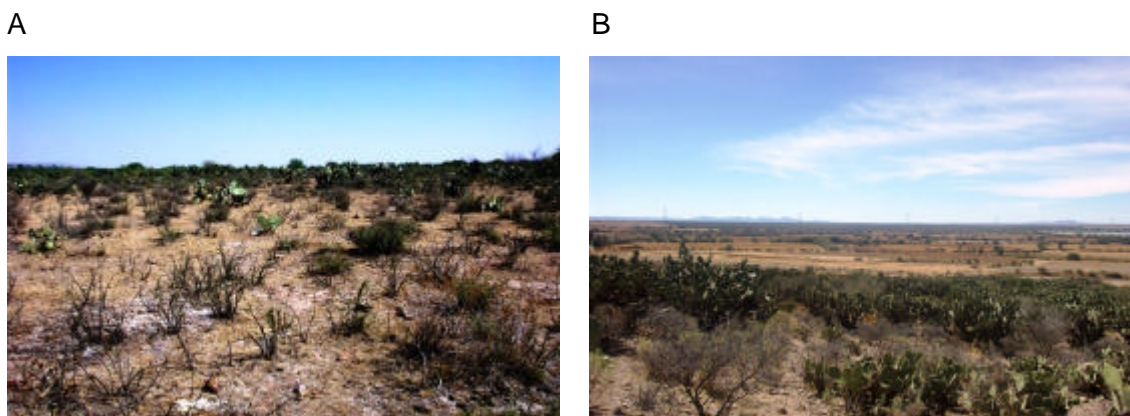


Figura 9. A) Ecosistema de nopaleras asociada con especies arbustivas y **B)** Nopaleras en terrenos de pendiente moderada, asociadas con matorrales de porta bajo.

Estrato de matorral espinoso. Se caracteriza por la presencia de *Opuntias spp* (*O. megacantha* y *O. phaeacantha*), distribuidas y asociadas con estructuras arbustivas, como *Mimosa zygophylla*, *Mimosa monancistra*, y *Acacia farnesiana*, otras especies en sitios abiertos como *Yucca philiphera* y *Muhlenbergia rigida*. Estas especies tienen la probabilidad de aparecer en cualquier sitio, aunque formen una estructura vegetal ligeramente diversa. Forman un ecosistema importante por las condiciones de diversidad, son muy sensibles a la degradación y pastoreo, además, compiten en espacio con las estructuras verticales de mayor altura.

Estrato arbustivo terciario. Es de poca altura y presencia, las especies identificadas como la *Jatropha dioica*, *Muhlenbergia rigida* y *Mimosa zygophylla*, constituyen una estructura que se desarrolla producto del sobrepastoreo.

Especies forestales. Se identificaron las siguientes especies consideradas como potencialmente maderables: *Prosopis laevigata*, *Acacia farnesiana*, *Forestiera tomentosa*, *Eysenhardtia polystachya*, *Q. eduardii*, *Q. resinosa* y *Q. potosina*. Otras especies que forman el estrato arbustivo y herbáceo que se consideran de uso medicinal.

Especies con capacidad forrajera. Se identificaron principalmente gramíneas asociadas a los arbustos y árboles, la mayoría de ellas con un bajo potencial ganadero.

Fauna. En el área de interés los estudios se han restringido a algunos grupos sobresalientes de vertebrados y algunos artrópodos y en la mayoría de los casos se han limitado a la identificación de especímenes.

Caracterización de Uso del suelo y vegetación en el municipio

El área de estudio está conformada por una serie de ecosistemas que le permiten mantener una diversidad biológica y ecológica. La unidad con mayor superficie es el área agrícola, con 32170 ha (más del 60% de la superficie del municipio). Esto significa que es la actividad productiva más importante, aunque ésta se practique en condiciones de temporal. Igualmente en estas áreas se desarrolla ganadería aprovechando los residuos de cosecha, así como algunas áreas de cultivo de avena de temporal y pastizales inducidos, lo que hace más productivas a estas áreas; aunque con un pobre valor forrajero. Otras unidades importantes identificadas son los pastizales naturales, en 14 unidades con 3,500 ha. Se distribuyen principalmente en las laderas, lomeríos y mesetas formando una franja irregular al este del municipio.

Se identificó pastizal inducido en 2,299 ha. Se desarrolla cuando las áreas agrícolas de temporal no son sembradas.

Unidades de Gestión Ambiental (UGA)

Las estructuras geomorfológicas y mapeo del uso de suelo y la vegetación son las unidades básicas de los componentes biofísicos para el diseño de Unidades de Gestión Ambiental (UGA), las cuales tienen como soporte los SIG, ya que se analizan procesos que se dan en diferentes escalas espaciales. Las UGA cumplen con el propósito de vincular acciones de manejo integrado de recursos naturales orientado a mejorar las prácticas de uso de suelo, según la vocación y el potencial productivo que éste muestre. Asimismo, aportan información sobre procesos ligados al uso de los recursos naturales, la que permite incidir en los métodos de aprovechamiento y contribuir de esta manera a lograr la sustentabilidad de los recursos naturales (Salas, 2002). El objetivo es analizar los elementos que componen la estructura paisajística del municipio para construir UGA.

Metodológicamente se siguió el procedimiento siguiente: mapeo y construcción del SIG a partir de imagen compuesta infrarroja Spot 2003 resolución 10 m, para contrastar usos de

suelo y vegetación. Imagen subclasificada procesada a partir de la anterior para contrastar y clasificar las clases de uso de suelo y vegetación. Modelo digital de elevación (MDE) para determinar niveles de pendientes y mapa geomorfológico. Para determinar las UGA se realizó la cartografía geomorfológica (Martínez-García F. y López J. 2005), combinando la edafológica para definir una matriz de datos analíticos y una cobertura de unidades morfoedafológicas. Con la carta de uso de suelo y vegetación se hizo el análisis cruzado con unidades morfoedafológicas. La información de las cartas temáticas se obtuvo asociando los datos de campo referentes al tema y el potencial evaluado.

Se definieron 6 UGA, cuyas características están relacionadas con la geomorfología y el uso de recursos naturales (Cuadro 4, figura 10).

Cuadro 4. El Llano: Unidades de Gestión Ambiental.

Denominación	Rango altitudinal (msnm)	Pendiente media	Superficie	
			ha	%
UA_26-LLPSe	1945-2195	< 2%	38288	76
UA_27-S2M-Lla (1)	2048-2500	> 8%	4091	8.1
UA_32-L4_a-Lla (2)	1980-2016	> 4%	2355	4.7
UA_37-S2M-Lla (2)	2199-2450	> 10%	2251	4.5
UA_22-L4_a-Lla (1)	1985-2025	> 3%	1846	3.7
UA_31-LLP-Mz	2020-2092	< 1%	1517	3

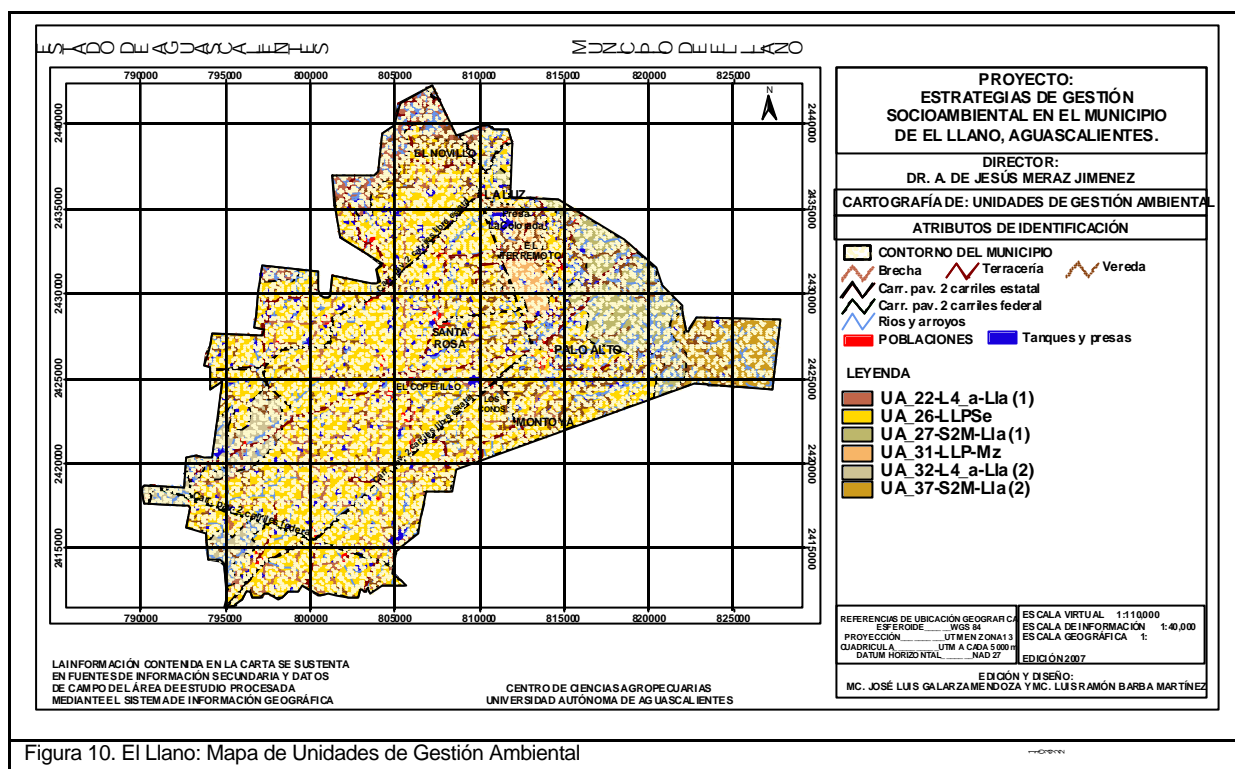


Figura 10. El Llano: Mapa de Unidades de Gestión Ambiental

Descripción de las UGA determinadas en el Municipio de El Llano

UA_26-LLPSe: Es la más importante por la superficie ocupada: 38,288 ha (76% del total del municipio), coincide con la llanura plana. Está relacionada con otras estructuras como los lomeríos montuosos y de pendiente suave, al norte y oeste del municipio; al Este se localiza la sierra baja con mesetas y laderas bajas. Predomina la agricultura de temporal (60% de la superficie municipal). Principales cultivos: maíz (grano y forraje) y frijol, con rendimientos muy bajos (promedio 500 kg/ha en maíz y 200-300 kg/ha en frijol). Presenta problemas de bajo contenido de materia orgánica en suelo, compactación de la capa arable, entre otros.

UA_27-S2M-L1a (1): Compuesta por estructuras geomorfológicas en la parte oriental del municipio, ocupa 4,091 ha. Comprende sierra baja acrestada, mesetas suave aislada y laderas bajas adyacentes disectadas. Dominan pastizales naturales (1850 ha), se distribuyen en las laderas bajas y la meseta suave aislada. Bosque de encino en la cima y laderas (1433 ha). Se aprecian áreas desnudas y degradación aparente; Se requiere implementar medidas para evitar la pérdida del suelo.

UA_32-L4_a-L1a (2): Está constituida por lomeríos montuosos y suaves; al suroeste del municipio en dos fracciones (2355 ha). Se practica agricultura (840 ha) en el fondo de cañada sobre pisos planos. Existe pastizal inducido en áreas agrícolas que se dejan de cultivar, están sujetas al pastoreo continuo, pastos de poca calidad forrajera. Áreas sujetas a arrastres de suelo producto de escurrimientos. Se identificaron 500 ha de mezquital.

UA_37-S2M-L1a (2): Ocupa 2251 ha, topografía semiondulada casi plana en la cima (meseta de piso amplio), confluye en una vertiente interna de ladera adyacente abrupta, que presenta una pendiente mayor al 10%. Dependen de escurrimientos efímeros que se generan en la meseta. Predominan pastizal natural (1596 ha) y bosque de encino. Ganadería extensiva en los pastizales y extracción de leña, mostrando signos de degradación.

UA_22-L4_a-L1a (1): Al noroeste del municipio y se identifica por lomeríos montuosos o lomeríos suaves; con 1846 ha. Escasa agricultura (350 ha). Forma parte de la gran llanura plana. Mezquite como flora dominante dispersa (500 ha); vegetación arbustiva espinosa (700 ha). Presenta signos de pastoreo continuo, las especies de pastizal que crecen son de poca calidad forrajera; es posible mejorar el agostadero con la reducción del ganado en pastoreo e introduciendo pastos adaptables.

Conclusiones

En esta fase del trabajo de investigación se logró formular el sistema de información geográfica, a partir del análisis de imágenes de satélite y de recorridos de campo. Por otra parte se recabó la información de las principales variables climáticas, para establecer la caracterización climática del municipio.

Los esfuerzos de esta fase de trabajo se centraron en analizar los recursos forestales del municipio, ya que la Conafor está impulsando su estudio para un mejor aprovechamiento y conservación, así como la organización de los dueños de estos recursos, por lo cual el SIG se diseñó conforme a los criterios planteados por la Conafor para la elaboración de estudios regionales forestales. Los resultados están siendo validados por la propia institución y los usuarios a través de la Asociación de Silvicultores del Oriente de Aguascalientes, A.C., con lo cual se busca vincular los resultados del estudio con los requerimientos de los silvicultores. Más allá de los resultados las UGA constituyen la base para establecer las condiciones que permitan introducir cambios en las relaciones sociedad-naturaleza y dar seguimiento a estrategias de manejo de recursos naturales (para su conservación, reconversión, aprovechamiento y restauración). Posibilita el monitoreo de cambios e impactos en los hábitats de interés social y cuantificar el ritmo de urbanización de las unidades de aprovechamiento agroecológico.

Por otra parte, el SIG permitió discriminar las distancias rectilíneas con matrices de datos asociando geomorfología, uso de suelo y unidades edafológicas, asignando un cero entre las unidades de información más cercanas; se estableció que la UGA con mayor superficie es la LLPSe, es la que más adyacencia tiene con otras UGA, principalmente la L4_a-L1a. El tabulado de áreas mostró una fuerte relación entre la llanura plana y la actividad agrícola en más de 30,000 ha.

Finalmente, la relación de variables de campo y los metadatos permite observar relaciones espaciales de los recursos naturales en función de su aprovechamiento y conservación (Martínez-García F. y López J. 2005)

Bibliografía Consultada

- Álvarez-Moctezuma, J. G., S. Ochoa-Gaona, B. H. J. de Jong, y M. L. Soto-Pinto. 1999. Hábitat y distribución de cinco especies de *Quercus* (Fagaceae), en la meseta central de Chiapas, México. *Rev. Biol. Trop.* 47: 1-12
- Cuanalo de la C. H. E. Ojeda Trejo, A. Santos Ocampo, C. A. Ortiz Solorio (1989). Provincias, regiones y subregiones Terrestres de México. Colegio de Posgrados. Montecillo, México. 622 p
- González, R. 1992. Sinonimia de los encinos mexicanos. In: Marroquín, J. S. (ed.). III seminario nacional sobre utilización de encinos. UANL. Rep. Cient. No. Esp. 15 (2): 876-892.
- Lozano, P y Meaza, G. 2003. Metodología de valoración zoogeográfica por unidades ambientales para la ordenación y gestión del territorio. *Ería*, 60: 117-129.
- Martínez-Cabrera, D., T. Terrazas, F. Zavala-Chávez. 2003. Arquitectura foliar y anatomía de la corteza y la madera de *Quercus sartorii* y *Quercus xalapensis* (Fagaceae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 073: 63-72.
- Martínez-García F. y López J. 2005. Caracterización de las unidades ambientales biofísicas del Glacis de Buenavista, Morelos, mediante la aplicación del enfoque geomorfológico morfogenético. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.* 58: 34-53.
- Meza-Sánchez R. y E. Osuna Leal (2002). Estudio dasométrico del mezquite en la zona de las Pocitas, B.C.S. INIFAP. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Todos Santos.
- Nixon, K. C. 1993. The genus *Quercus* in México. Chapter 16: 447-458. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot and J. Fa (eds.). *Biological Diversity of Mexico: Origins and distribution.* Oxford University Press. New York. 812 pp.
- Raebild, A. y H. Meilby. 2006. Cálculo de tablas volumétricas y tablas de crecimiento. Informe técnico Proyecto FOMABO No. 2 - 2006. Proyecto FOMABO/ UMSS/UAGRM /KVL. Cochabamba, Bolivia.
- Salas, E. 2002. Planificación Ecológica del Territorio. Guía Metodológica. Universidad de Chile y GTZ. Santiago de Chile.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México.* Ed. Limusa. México, D. F. 432 pp.
- Zavala, F. 1990. Los encinos mexicanos: un recurso desaprovechado. *Ciencia y Desarrollo* 26895): 43-51.