

Caracterización hidroecológica de la microcuenca de Arroyo Prieto, Yuriría, Gto., y alternativas para su restauración ambiental

GARCÍA-NÚÑEZ, Rosa María y SÁNCHEZ-VÉLEZ, Alejandro

R. García y A. Sánchez

^ Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México Texcoco, C.P. 56230
blondynuez@gmail.com

E. Figueroa, L. Godínez, F. Pérez (eds.) Ciencias de la Biología y Agronomía. Handbook T-I. -©ECORFAN, Texcoco de Mora-México, 2015.

Abstract

A study related to the characterization of the micro-watershed of Arroyo Prieto in the Southeast of the State of Guanajuato was performed to develop the basic cartography, and propose some technical projects and regulations that contribute to the ecological and environmental restoration of the watershed as well as the diffusion on the communities..

Maps of the watershed were developed such as the map base, climate, land use and vegetation, hydrology, geology, altitude, and elevation among others. The morphometric parameters founded are; watershed area of 9,032.28 ha, perimeter 44.3 km., length of the main channel 12.6 km, descent of the main channel 4.42 % and the weighted 6.03 %, coefficient of compactness 1.30, drainage density 1.92, mean basin elevation of 2,250.56 m. and the gap between the turning point and tip is 600 m.

Among the main problems in the area are a stressed ignorance of the inhabitants respect to the value of the environmental services that provide forests and natural resources, by the same token, few knowledge about the importance and variety of the resources associated to the local biodiversity. This situation impacts negatively in people activities that damage the environment, such as grazing, over gathering of firewood, farming in unsuitable areas, removal of native vegetation, hunting, extraction of plants and poaching, among others. Ranching and deforestation cause loss of regeneration of natural wood stands, causing the increase in areas before covered by tropical deciduous forest, situation that carry on consequent soil erosion which is aggravated by the poverty, lack of technical sustainable approaches in the collection of wild fruits of many species and an over exploitation of natural resources in all respects.

The paper concludes with a series of technical, social, economic, environmental, legal and educative approaches in order to reach the watershed restoration and ways of land uses that may be more sustainable and profitable to local people.

14 Introducción

En la actualidad, los recursos naturales presentan situaciones complicadas en relación a su deterioro y sobreexplotación a nivel mundial. El cambio de uso de suelo es uno de los principales factores que afectan el medio ambiente alterando consecutivamente el hábitat de todo ser vivo. Esta crisis ambiental es consecuencia de la actividad humana expresando sus efectos en el deterioro y agotamiento de los recursos naturales presentes en el planeta e indispensables para la vida.

Esta situación es la causante de múltiples problemas medioambientales de manera global que originan preocupación. En nuestro país se pueden citar la contaminación, pérdida de biodiversidad, deforestación, desastres naturales, etc. (SER, 2004), además del cambio climático y deterioro de capa de ozono que impacta en todo el planeta. Por lo que es de suma importancia la conservación de nuestros ecosistemas naturales.

El Bajío Mexicano, es una región geográfica y cultural ubicada en el centro del país y comprende los estados de Guanajuato, Querétaro, Aguascalientes, Jalisco y parte del norte de Michoacán. La región sureste del estado de Guanajuato pertenece a esta región, la cual, al igual que muchas otras partes de nuestro país se encuentra sujeta a una gran cantidad de disturbios ecológicos y sociales.

Esta zona está constituida por comunidades vegetales formadas por pequeños bosques tropicales caducifolios, matorrales xerófitos y mezquiteras propios de climas semiáridos caracterizados por un alto grado de perturbación induciendo una vegetación sucesional correspondiendo de acuerdo a Rzedowski (1978), a un tipo de bosque espinoso, pastizal y en menor escala algunos manchones de bosque de pino-encino en altitudes mayores a los 2000 msnm.

Cabe señalar, que históricamente este tipo de vegetación ha sido considerada casi marginal en la zona del Bajío, ya que la gran mayoría del usos que se les ha dado a algunas de las especies es para obtener productos no maderables como leña, carbón y la recolección de algunos frutos silvestres y productos medicinales, taninos, forrajes, ornamento y sobre todo su valor medicinal local (Terrones 2006).

Este tipo de falta de conocimiento e interés por la vegetación existente en la zona ha venido ocasionando la destrucción de los hábitats naturales debido a las alteraciones que sufren como la perdida en la biodiversidad y principalmente la afectación del recurso suelo, enfrentando procesos de degradación que inician con la pérdida de la cubierta vegetal provocando su erosión que conlleva a la pérdida de fertilidad y compactación principalmente, y tiene un impacto directo en la disponibilidad y calidad del agua y en ocasiones en la seguridad humana.

Por consiguiente, las cuencas son el eje central del análisis social, económico, político y ambiental ya que son las que determinan la movilidad y dinámica del recurso agua y son consideradas como la unidad básica de manejo, conservación, restauración y planeación (Sánchez, 2005). Por lo que el objetivo de esta investigación fue realizar la caracterización de la microcuenca del arroyo prieto que comprende la región sureste del municipio de Yuriria Guanajuato, elaborando la cartografía básica, y proponer algunas propuestas técnicas y normativas que contribuyan a la restauración ecológica y ambiental de la microcuenca así como su difusión en las comunidades que la integran.

14.1 Materiales y métodos

La metodología utilizada para cumplir con los objetivos planteados consistió de las siguientes fases:

Revisión de literatura. Se obtuvo información existente de la zona de estudio tanto a nivel local como regional, y de la problemática actual que presenta la microcuenca

Fotointerpretación. A través de fotografías aéreas de la zona, se identificó la microcuenca y los puntos estratégicos a trabajar, y se elaboró una cartografía preliminar.

Fase de campo. Se realizaron recorridos en el área de estudio para delimitar la microcuenca e identificar puntos de interés y se levantaron datos físicos, ecológicos, morfométricos y socioeconómicos. De igual manera se identificó y rectificó el uso del territorio determinado en la fotointerpretación y parte de la información se proporcionó por los habitantes de la región.

Colectas botánicas. En paralelo al levantamiento de datos físicos de la zona de estudio se llevó a cabo un levantamiento florístico, a fin de tener una serie de criterios básicos para la propuesta de restauración ecológica y ambiental de la microcuenca.

Digitalización. Para la digitalización de la microcuenca y la clasificación de uso de suelo, se utilizó el software ArcGis versión 10.1, en el cual se delimitó la microcuenca con los datos de los puntos (coordenadas) tomados en campo y el uso de suelo.

Análisis de problemática. Con la información recabada se realizó el planteamiento de algunas alternativas que contribuyan a la restauración ecológica de la microcuenca.

Digitalización de mapas temáticos. Se elaboraron mapas temáticos de acuerdo a las clasificaciones que se hayan hecho en los diferentes aspectos de interés.

Descripción de la microcuenca. Se describieron las principales características de la microcuenca en estudio como ubicación, clima, geología, hidrología, suelos, tipo de vegetación y fauna silvestre. Los datos morfométricos incluyen; área, perímetro, elevación media, longitud y pendiente del cauce principal, pendiente ponderada, coeficiente de compacidad, orden del cauce principal, densidad de drenaje, y el coeficiente de compacidad y el desnivel entre el parteaguas y la boquilla (Sánchez, 2005).

14.2 Resultados

Datos físicos

Se presenta el mapa base de la microcuenca, la ubicación del área de estudio, clima, suelos, geología e hidrología.

Ubicación del área de estudio

La microcuenca arroyo prieto se localiza en el sistema volcánico transversal, entre los $20^{\circ} 01'25''$ y $20^{\circ} 07'29''$ de latitud norte y $101^{\circ} 27'58''$ y $101^{\circ} 19'27''$ de longitud oeste (Figura 14 y 14.1). Forma parte de la cuenca del Lago Cuitzeo y de la subregión hidrológica Lerma-Chapala, que es el segundo cuerpo de agua más grande del país, y aunque presenta grandes periodos de desecación ha sido considerado dentro de los humedales prioritarios para la conservación de especies migratorias.

La microcuenca nace al sur de la comunidad las Toronjas en las faldas de la Mesa la Virgen, a una elevación de 1965 m, con un desarrollo de 3.4 km y desnivel de 125 m, cubriendo una superficie de 3054.12 ha. El arroyo prieto es un cauce que corre de forma paralela al oeste del arroyo el Calvillo que desemboca en la laguna de Yuriria.

Figura 14 Mapa base de la microcuenca de estudio

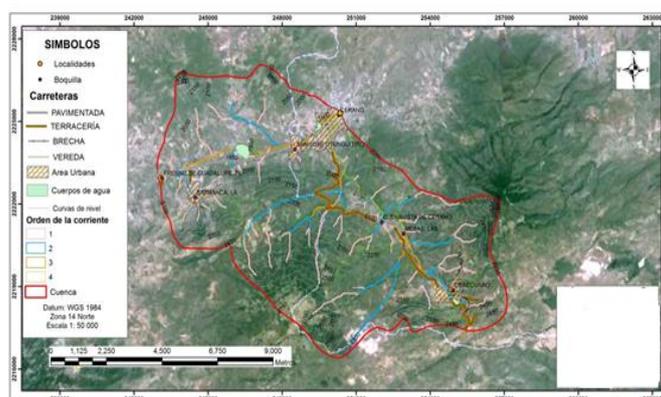
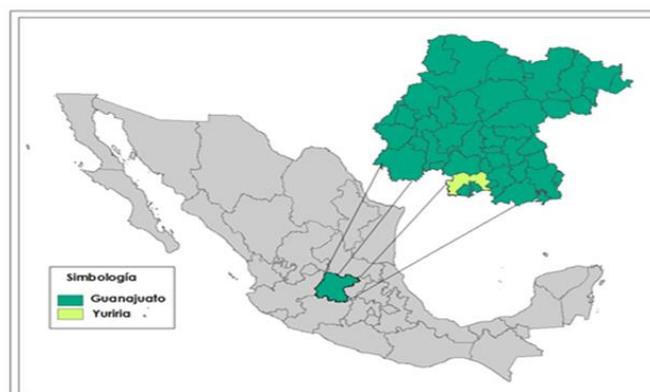


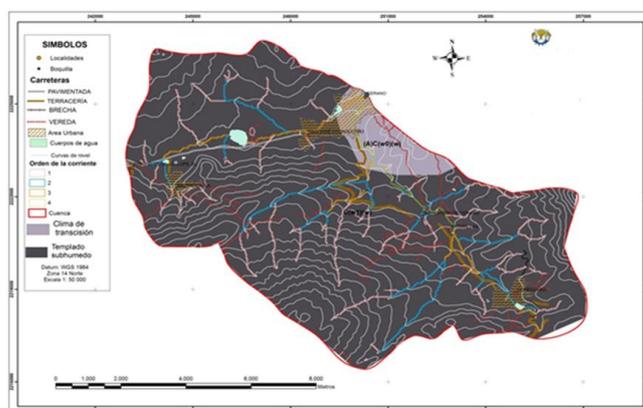
Figura 14.1 Ubicación de la microcuenca del Arroyo Prieto



Clima

El clima predominante en la microcuenca de acuerdo a los mapas de clasificación climática de CONABIO (2010), es (A)C(w0) que se describe como semicálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 18 °C, temperatura del mes más frío menor de 18 °C, temperatura del mes más caliente mayor de 22 °C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm. aunque se encuentran también el clima C(w1) templado, subhúmedo y el (A)C(w1) semicálido subhúmedo (Figura 14.2)

Figura 14.2 Mapa de climas de la microcuenca Arroyo Prieto, SE de Guanajuato



La temperatura (máxima, media y mínima), precipitación y evaporación fueron obtenidos de las estaciones meteorológicas de CONAGUA, 2014. La temperatura máxima anual es de 26.8 °C, la media anual de 18.9 °C y la mínima anual de 10.9 °C (Tabla 14).

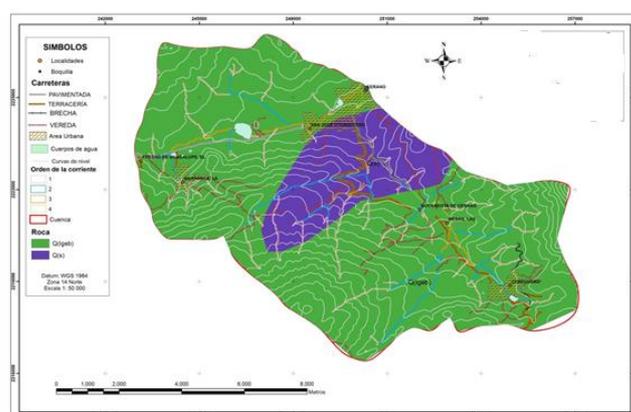
Tabla 14 Datos climáticos de la microcuenca Arrollo Prieto, en el SE de Guanajuato

Mes	Periodo de datos: 1951-2010				
	T. max (°C)	T. media (°C)	T. min. (°C)	Precipitación (mm)	Evaporación
Enero	23,8	15,1	6,4	16,7	115,7
Febrero	25,4	16,4	7,4	11,1	131,1
Marzo	28,1	18,9	9,7	8,2	190,3
Abril	29,9	20,9	11,9	11,3	203,3
Mayo	30,9	22,3	13,8	34,1	214,0
Junio	29,1	21,9	14,7	116,0	184,8
Julio	27,0	20,5	13,9	173,7	162,5
Agosto	26,8	20,2	13,6	166,2	160,1
Septiembre	26,3	19,8	13,3	123,1	140,0
Octubre	25,8	18,5	11,1	50,1	139,5
Noviembre	24,9	16,6	8,1	10,8	121,2
Diciembre	23,8	15,1	6,7	9,7	108,1
Promedio	26,8	18,9	10,9	730,9	1870,6

La precipitación anual es de 730.9 mm. Los meses de mayor precipitación son de junio a septiembre, teniendo aproximadamente 8 meses sin lluvia. Esto indica que en solo 4 meses cae toda el agua de precipitación anual, por lo que es importante prestar atención en los lugares donde se tiene mayor incidencia de deforestación, aunado a esto las áreas de mayor pendiente, para proteger y evitar erosión del suelo. De acuerdo a estos datos presentados podemos decir que la mayoría de la vegetación que podemos encontrar tiende a ser de especie resistentes a sequía.

Geología

De acuerdo con información proporcionada por INEGI (2010), en el área de estudio predominan las rocas ígneas extrusivas, mientras las rocas ígneas intrusivas solo representan un 17%. Estos tipos de rocas se originaron en la época Cenozoica en el cuaternario.

Figura 14.3 Mapa de geología de la microcuenca Arroyo Prieto, SE de Guanajuato

Edafología

Los suelos encontrados en esta zona de acuerdo con la clasificación americana de suelos, son de tipo de vertisol pélico y vertisol crómico (Figura 14.4). Estos suelos se caracterizan por ser de tipo arcillosos pesadas revueltas con una alta proporción de arcillas expandibles 2:1.

En estos suelos forman profundas y anchas grietas (las cuales se abren y cierran periódicamente) desde la superficie del suelo cuando se seca, lo cual sucede la mayoría de los años. El nombre vertisoles se refiere a los constantes movimientos internos del material del suelo (INEGI, 2010).

Hidrología

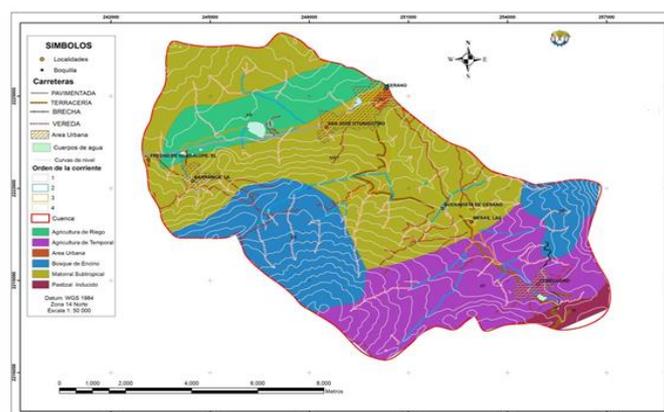
El área de estudio forma parte de la cuenca del Lago Cuitzeo y de la subregión hidrológica Lerma-Chapala. La cuenca Cuitzeo es una de las más importantes ya que en ella se encuentra el segundo cuerpo de agua más grande del país, el cual presenta grandes periodos de desecación y ha sido considerado dentro de los humedales prioritarios para la conservación de especies migratorias (Villaseñor, 1994).

De acuerdo a los datos que se reportan para el Área Natural Protegida "Cerro de los Amoles" se ubica en el acuífero subterráneo Moroleón -Ciénega Prieta, el cual presenta una fuerte sobreexplotación (31.73 millones de m³/anuales), por la fuerte competencia por el uso del agua, principalmente por parte del sector agrícola que consume más del 83% del agua extraída. Las localidades que cuentan con agua permanente carecen de infraestructura para su retención y aprovechamiento (CONANP, 2010).

Datos Ecológicos

Se describen los tipos de vegetación y la fauna silvestre que se puede encontrar en la microcuenca de Arroyo Prieto.

Figura 14.4 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación de la microcuenca de Arroyo Prieto al sureste de Guanajuato



Uso de suelo y Vegetación

Se tiene que la mayor superficie se encuentra cubierta por matorral (5149,33 ha), seguida por la agricultura de temporal (1197,09 ha), la agricultura de riego tiene una menor superficie a la anterior (928,98 ha). Aunque la vegetación natural en su mayoría ha sido perturbada se conserva una pequeña cubierta de bosque de encino de aproximadamente 18 % (1609,90 ha) del total de la superficie de la cuenca.

El bosque de encino está representado por cuatro especies del género *Quercus* en altitudes mayores a los 2500 m. El bosque tropical caducifolio se localiza entre los 2,000 y los 2,400 m.s.n.m. con presencia de árboles del género *Bursera*, ubicándose en la parte media y baja del Cerro de la Cucuna, Las Peñas, el Varal y Guarico. Se encuentra también el matorral subtropical, todos con diferentes estados de alteración; asimismo, se presentan vestigios de bosque de pino. En general, la mayor biodiversidad se ubica en las laderas de la serranía con pendientes más pronunciadas, ya que la movilidad de ganado y personas se dificulta (CONANP, 2010).

Fauna Silvestre

Hay muy poca información con respecto a la fauna silvestre del área de estudio, sin embargo, los datos que se presentan corresponden a los reportados en el área natural protegida denominada Cerro de Amoles en la cual se reportan un total de 162 especies de fauna, de las cuales 129 son aves, 21 mamíferos y 12 reptiles. De éstas, y de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de Riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies, están sujetas a protección especial: la serpiente de cascabel (*Crotalus Aquiles*), el halcón cola roja (*Buteo jamaicensis*), la lagartija (*Barisia imbricata*), la serpiente coralillo (*Micrurus fulvius*), el gavilancillo (*Accipiter striatus*) y el gavilán de cooper (*Accipiter cooperi*); como amenazadas endémicas: la falsa coralillo (*Lampropeltis mexicana*) y el alicante (*Pituophis deppei*); y en la categoría de amenazadas la chirrionera común (*Masticophis flagellum*) y el águila real (*Aquila chysaetos*) (CONANP, 2010).

Datos morfométricos

Área Perímetro y de la microcuenca.

El área de la cuenca es probablemente la característica geomorfológica más importante para el diseño. Está definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural. El área de la microcuenca Arroyo Prieto Guanajuato-Michoacán, es de 9032.28 ha. Para el perímetro se consideraron las cotas más altas del área, a partir del punto de salida de la cuenca, y la longitud del contorno total de la microcuenca es de 44.3 km.

Factor de forma

Es la relación que existe entre el ancho medio de la microcuenca y la longitud de los cursos de agua más largo. El factor de forma encontrado es de 0.279

$$Kf = \left(\frac{P}{La} \right) = \left(\frac{44.284}{12.59354 * 12.59354} \right) = 0.279 \quad (14)$$

La = Longitud axial de la cuenca = 12.59354 km

P= Perímetro= 44.284 km

De acuerdo a la clasificación el Kf para la cuenca de estudio es menor a 1, por lo que la definimos que es una cuenca de forma alargada.

Coefficiente de compacidad K

De acuerdo a la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo que tenga la misma área de la cuenca. Se tiene que para la microcuenca de Arroyo Prieto es 1.30.

$$Kc = \left(\frac{P}{2\pi r}\right) = 0.28 \left(\frac{P}{\sqrt{\frac{A}{\pi}}}\right) = 0.28 * \frac{44.284}{\sqrt{90.3228}} = 1.30 \quad (14.1)$$

Dicho índice corresponde a clase K2, lo que indica que la microcuenca tiene una forma oval redonda a oval oblonga, es decir es mayor la concentración de agua, lo cual es susceptible a inundación la cuenca.

Pendiente del cauce principal

Es la relación que existe entre la diferencia de elevaciones de cada uno de los extremos de la corriente y la longitud del cauce. Al igual que el área de la microcuenca, la longitud del cauce principal influye enormemente en la generación de escorrentía. La corriente principal es de tipo intermitente y tienen una longitud total de 12593.54 m.

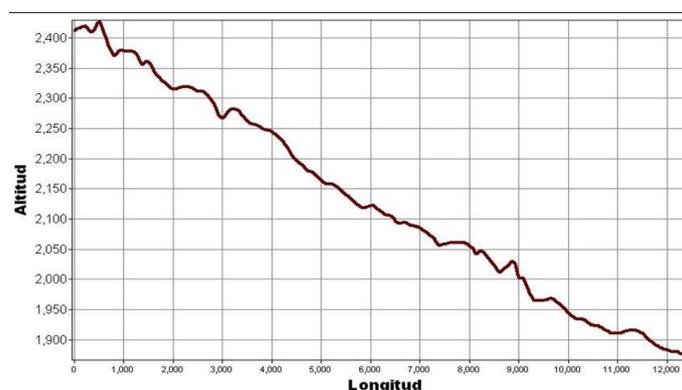
$$Sy = \frac{H}{L} = \frac{2425.89 - 1869.87}{12593.54} = 0.0442 \quad Sy = 0.042 * 100 = 4.42 \% \quad (14.2)$$

La microcuenca presenta una pendiente ligeramente inclinada, por lo que este tipo de valores bajos de pendiente indican mayor oportunidad de infiltración y mayor tiempo de concentración.

Perfil altimétrico del cauce principal.

El perfil se obtuvo por medio de una gráfica elaborada con datos de la aplicación del software de ArcGis 10.1, en el que las abscisas representan las longitudes del cauce y las ordenadas representan las elevaciones.

Figura 14.5 Perfil altimétrico del cauce principal de la microcuenca



Pendiente media de la cuenca

Se obtuvo un total de 100 datos de elevaciones de los cuales se sumaron y se dividió entre el número total de datos, obteniendo el promedio que dio como resultado 2,250.56 msnm.

$$Elevación\ media = \frac{225,056\ m\ (sumatoria\ de\ las\ elevaciones)}{100\ (número\ de\ datos\ registrados)} = 2,250.56\ m \quad (14.3)$$

La elevación mediana de la cuenca, corresponde al 50% del área leída en la curva hipsométrica.

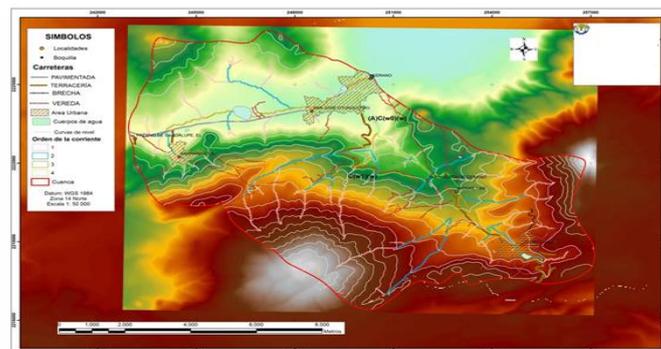
Pendiente ponderada de la cuenca

Se dibujó una malla cuadriculada sobre la microcuenca, de aproximadamente 100 cuadros, donde se midieron las longitudes de las líneas de la malla y se contaron las intersecciones tangenciales de cada línea con las curvas de nivel. La malla presenta 16x12 cuadrados, y cada cuadrado tiene 1000 m de lado. Obteniendo un total de 100 cuadros. La distancia entre curvas de nivel es de 50 m. El conteo de las líneas se realizó de izquierda a derecha para el eje X y de arriba hacia abajo con el eje Y. La pendiente promedio encontrada es de 6.3% (Tabla 14.1)

Tabla 14.1 Datos de intersecciones de la malla con las curvas de nivel

No. de línea	Intersecciones		Longitudes en m	
	Nx	Ny	Lx	Ly
1	0	0	0	0
2	3	5	1690	3510
3	10	15	7345	3510
4	8	10	10595	6500
5	6	13	10530	6435
6	10	15	13910	6630
7	10	19	12415	8385
8	9	17	11180	8775
9	4	18	10530	9100
10	3	14	8515	9620
11	4	10	8450	9880
12	3	7	4550	7345
13	0	7	0	5070
14	0	5	0	7,4
15	0	2	0	7,2
16	0	5	0	6,4
Suma	70	162	99710	84781

Figura 14.6 Mapa de Elevación de la microcuenca Arroyo Prieto en el SE de Guanajuato



Densidad de drenaje

Relaciona la longitud total de los cursos de agua y el agua de la cuenca. Este parámetro permite tener un mejor conocimiento del desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. En general, una mayor densidad de escurrimientos indica mayor estructuración de la red fluvial, o bien existe mayor potencia de erosión. La densidad de drenaje varía inversamente con la extensión de la cuenca (Ibáñez, 2005).

La densidad de drenaje fue de 1.92 (km/km²). Es decir, se tienen 1.92 km de corrientes por cada km². O también se puede expresar como 0.0192 km de corrientes por hectárea. Teniendo que una cuenca con drenaje pobre D_c alrededor de 0.5 (km/km²) y cuencas bien drenadas D_c alrededor de 3.5 (km/km²). Teniendo este parámetro de densidad, podemos decir que esta cuenca es medianamente drenada. También da una idea sobre el grado de cobertura que existe en la cuenca. Valores altos de drenaje, representan zonas con poca cobertura vegetal, suelos fácilmente erosionables o impermeables. Por el contrario, valores bajos, indican suelos duros, poco erosionables o muy permeables y coberturas vegetales densa (Villon, 2002).

Vulnerabilidad

A continuación se presentan los parámetros calculados en la microcuenca de estudio, que sintetizan los parámetros morfométricos encontrados.

Tabla 14.2 Resumen de parámetros morfométricos de la microcuenca

Parámetro	Índice o valor
Perímetro	44.28 Km.
Longitud del cauce principal	12.6 Km.
Área de la cuenca	9,032.28 ha = 90.32 Km ²
Pendiente del cauce principal	4.42 %
Pendiente ponderada de la cuenca	6.03 %
Coficiente de compacidad	1.30 (oval-oblonga a oblonga)
Orden del cauce principal	4°
Densidad de drenaje	1.92
Elevación media de la cuenca	2,250.56 msnm
Desnivel entre el parteaguas y la boquilla.	600 m

Problemática

En general existe un gran desconocimiento entre los pobladores de la zona respecto a la importancia y variedad del recurso forestal y faunístico, influyendo negativamente al realizar actividades que deterioran el ambiente, como el pastoreo, recolección de leña, agricultura en zonas inadecuadas, extracción de tierra de monte, extracción de plantas y cacería ilegal, entre otras. La ganadería extensiva y la deforestación ocasionan la falta de regeneración de la vegetación natural, provocando el incremento de zonas desprovistas de vegetación y la consecuente erosión del suelo que se agrava por la recolección de tierra y de frutos de muchas de las especies.

La presencia de plagas como la gallina ciega, el gusano de alambre, el gusano barrenador, la chinche del sorgo y la catarinita fitófaga, asociadas a otras enfermedades o incendios, ha ocasionado el deterioro del bosque de encino.

Se realiza un ineficiente manejo de los residuos sólidos urbanos, ya que ninguna de las localidades, que habitan en el área de influencia de la microcuenca, cuenta con un sitio para su disposición final; el sistema de recolección municipal es regular aunque tardado y, las comunidades en general, no tienen la costumbre de acopiar los residuos, sino de quemarlos o tirarlos, principalmente hacia los cauces de los arroyos. Asimismo, como la parte media y alta del Cerro de los Amoles ha funcionado a nivel regional como área de recreo y esparcimiento, se acumula basura en los fines de semana y en época de vacaciones.

Alternativas de Restauración

Dada la problemática presente en área de estudio, las alternativas de restauración ecológica de los ecosistemas forestales deben estar integradas a estrategias de tipo social, económico y normativo. Las estrategias de tipo social deberán de estar enfocadas a lograr la revaloración de los recursos naturales por parte de los dueños y poseedores de las tierras, para lo cual se debe de impulsar una cultura ambiental que involucre los líderes de las diferentes instancias como las escuelas, el ejido, la iglesia, padres de familia, y autoridades entre otras. En principio, se recomienda el fortalecimiento de los docentes de los niveles preescolar, primaria y secundaria, a través de cursos para que ellos sean los pioneros y dominen la temática de la conservación y ayuden con las labores de concientización a las nuevas generaciones. Posteriormente realizar actividades como talleres relacionados con el medio ambiente y concursos sobre actividades culturales que tengan que ver con la conservación de la microcuenca entre otras.

Las estrategias económicas están encaminadas para la obtención de recursos para la realización de obras para la restauración de la microcuenca, así mismo, para el fortalecimiento de programas que ya aplican instituciones como la conafor en los ejes de compensación ambiental y pago por servicios ambientales hidrológicos. El financiamiento es parte fundamental ya que detonan acciones que ofrecen resultados que demuestran lo valioso y rentable que es proteger a la naturaleza.

Las estrategias técnicas están encaminadas a la restauración de la microcuenca orientadas a la conservación de suelos y control de la erosión. Se debe de iniciar con la gestión integrada de la cuenca proceso de restablecimiento de un ecosistema que fue destruido por causas antropogénicas, cifrado en trabajos de repoblamiento forestal que buscan recuperar hasta donde sea posible algunos elementos de la función y estructura de ese ecosistema, ya que puede resultar imposible recuperar al cien por ciento las condiciones originales, dado la gran afectación que han sufrido durante años (Sánchez *et al.*, 2005, Sánchez, 1983).

Ante esto, las especies forestales nativas recomendables para las condiciones prevalecientes de la cuenca, el empleo de árboles de uso múltiple no solo protege de la extinción a la biodiversidad local.

Se debe considerar también la rotación de cultivos y la implementación de sistemas agroforestales con especies nativas, de las cuales se podrán obtener una diversidad de bienes y serán útiles para el control de inundaciones, estabilizando los suelos que presenten alto riesgo de erosión y ayudar en la recarga a los mantos freáticos.

14.3 Conclusiones

De acuerdo a los parámetros morfométricos obtenidos en la microcuenca, así como la problemática estudiada de la zona, es muy importante que se inicie con un programa de concientización sobre el valor que tienen los recursos naturales, incluyendo su vegetación, arroyos, fauna silvestre, tierra de monte y otros, Ya que, las actividades humanas realizadas sobre ellos, como extracción de leña, forraje, y apertura de áreas para la agricultura principalmente, cada vez más están ocasionando una gran cantidad de disturbios, que también amenazan a la biodiversidad, además de contrarrestar el riesgo de inundaciones que representa para las comunidades establecidas en la parte baja de la microcuenca.

14.4 Referencias

- CONAFOR. (2009). Restauración de ecosistemas forestales. Guía básica para comunicadores. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/579Restauraci%C3%B3n%20de%20ecosistemas%20forestales.pdf>_Consulta: 20 de febrero de 2014
- CONAGUA, (2014). Normales climatológicas por estación. Comisión Nacional del Agua. http://www.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181&tmpl=component_. Consulta: 30 de agosto de 2014
- De los Ángeles L. M. (2013). Propuesta de Restauración Ecológica en la Cuenca de Surutato Sin. Tesis Profesional de licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. 70 p.
- Ibañez A. S., y H. M. R. (2013). Morfología de las cuencas hidrográficas. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Agronómica y del Medio Natural. 50 p.
- INEGI, (2010). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://www.inegi.org.mx/> Consulta: 17 de septiembre de 2014
- García, E. (1981). Modificaciones al sistema de Clasificación Climática de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. México 18. D.F. pp. 113.
- Plan Municipal de desarrollo (2005-2030), del Municipio de Yuriria, Guanajuato. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato (Yuriria Guanajuato) (02 dic, 2005). (Pág.1-84).
- Ramírez, G.A y García N.R. (2000). Caracterización de la cuenca del cerro Amoles en Cerano Guanajuato. Tesis Profesional de licenciatura. UACH. Chapingo México. 150 p.
- Rzedowski, J. (1978). Vegetación de México. Limusa, México. pp. 189-235.
- Sánchez, V., A. 1983. Caracterización de la Cuenca Vista Hermosa, Pué. y perspectivas para su manejo. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. pp. 49-62.
- Sánchez V., A. *et al.* (2005). Restauración Ecológica y Conservación de la Biodiversidad; Retos y Oportunidades. *In:* Uso de los Recursos Naturales y Medio Ambiente. Chapingo. pp. 291-317.
- Sánchez V., A Y R. M. García N. (2012). Breve Guía para Redactar Reportes, Ensayos, Artículos y Proyectos, y Formas Alternas de Citar Bibliografía. Universidad Autónoma Chapingo. 42 p.

Terrones, R. R., González S. C. Ríos, R. Santa. (2006). Arbustivas Nativas del Estado de Guanajuato. Libro Técnico No.1 (versión electrónica), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP. 200 p.

Villon, M. (2002). Hidrología. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Facultad de Ingeniería Agrícola. 2º Edición. Ediciones Villon. Lima, Perú. p. 15 -64.