

# IMPORTANCIA DE LA PRIORIZACIÓN HIDROLÓGICA EN LA TOMA DE DECISIONES DE MANEJO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO AYUQUILA, JALISCO, MÉXICO

IMPORTANCE OF HYDROLOGICAL PRIORITIZATION IN MANAGEMENT DECISION  
MAKING IN THE SUB-BASIN OF THE AYUQUILA RIVER, JALISCO, MEXICO.

JOSÉ LUIS  
OLGUÍN LÓPEZ

Profesor Investigador,  
Universidad de Guadalajara,  
Centro Universitario de la Costa  
Sur, Dep. Ecología Recursos  
Naturales,  
(autor para correspondencia  
olguin@cucsur.udg.mx)

RAÚL  
PINEDA LÓPEZ

Maestría en Gestión  
Integrada de Cuencas  
Facultad de Ciencias Naturales  
Universidad Autónoma de  
Querétaro

## Introducción

El desarrollo económico y social depende en gran medida de los sistemas productivos basados en la apropiación de los recursos y servicios que ofrecen los sistemas naturales, frecuentemente, ello ocasiona un deterioro progresivo de los recursos naturales de una cuenca (Casillas 2004). Por esta razón se considera que las cuencas constituyen un marco apropiado para el análisis de los procesos ambientales generados como consecuencia de las decisiones en materia de uso y manejo de los recursos suelo, agua y vegetación. Sin embargo, para llevar a cabo estos estudios se requiere que la investigación se realice utilizando herramientas integradoras de conceptos (Cotler y Priego 2004). En consecuencia, el estudio de priorización es una herramienta para evaluar opciones basándose en una determinada serie de criterios explícitos que el grupo o actores ha decidido que es importante para tomar una decisión adecuada y aceptable (Gándara 2004, Müller 2005). La priorización de microcuencas tiene tres componentes básicos; la obtención de información, la consecuente generación de indicadores o criterios y, la aplicación de un modelo de jerarquización donde la ponde-

## Resumen

El objetivo del presente estudio fue la identificación de microcuencas prioritarias en la subcuenca del Río Ayuquila para la conservación y el aprovechamiento hidrológico, con el fin de implementar propuestas generales de manejo del agua. La priorización se basó en el método utilizado por el Ministerio de Agricultura del Perú con una aplicación de enfoque integral evaluando las condiciones físicas, ambientales y socioeconómicas de cada microcuenca. Los criterios de priorización fueron definidos mediante la aplicación de encuestas semi-estructuradas con los actores clave que influyen en el estudio y manejo del agua. A través de una evaluación multicriterio se evaluaron y analizaron la aptitud hidrológica de cada microcuenca, así como la ponderación de criterios de priorización. El estudio mostró que de un total de 53 microcuencas de las cuales 17 fueron prioritarias para definir estrategias para conservar el agua y 11 en las que su uso sustentable es una condición importante para el futuro de la subcuenca.

Palabras clave: priorización, microcuencas, conservación, aprovechamiento.

## Abstract

The aim of this study was to identify the high priority micro-watersheds in the sub-basin of the Ayuquila River for both water conservation and water use, leading to the implementation of comprehensive proposals for water management. The prioritization was based on the method used by the Ministry of Agriculture of Perú, an application with an integrated approach to assess the physical, environmental and socioeconomic of each micro-watershed. Prioritization criteria were defined by applying semi-structured surveys with key local leaders that influence the use and management of water. Through a multi-criteria evaluation the aptitude of each micro-watershed hydrology were assessed and analyzed, as well as the weighting of criteria for prioritization. The study yielded a total of 53 watersheds in the sub-basin, of which, 17 were priority watersheds to design strategies to conserve water and other 11 which were important for a sustainable water use that could influence the future of the sub-basin.

Key word: prioritization, micro-watersheds, conservation, utilization.

ración de los indicadores tiene que responder a un enfoque específico plantea la solución de la problemática anterior que se manifiesta dentro de la subcuenca resolviendo la utilización de una manera equitativa de los recursos (Fonseca *et al.* 2003). En la subcuenca del Río Ayuquila, la disminución en la disponibilidad de agua en cantidad y calidad para uso agrícola y doméstico principalmente, es ya un problema de grandes

dimensiones (Santana *et al.* 1993). Este estudio pretende establecer las microcuencas prioritarias para el manejo del agua en la subcuenca del río Ayuquila usando dos enfoques: el de conservación y el de aprovechamiento del recurso hídrico, ello con el objeto de contar con elementos para la toma de decisiones de las instituciones y asociaciones que manejan el recurso en la subcuenca.

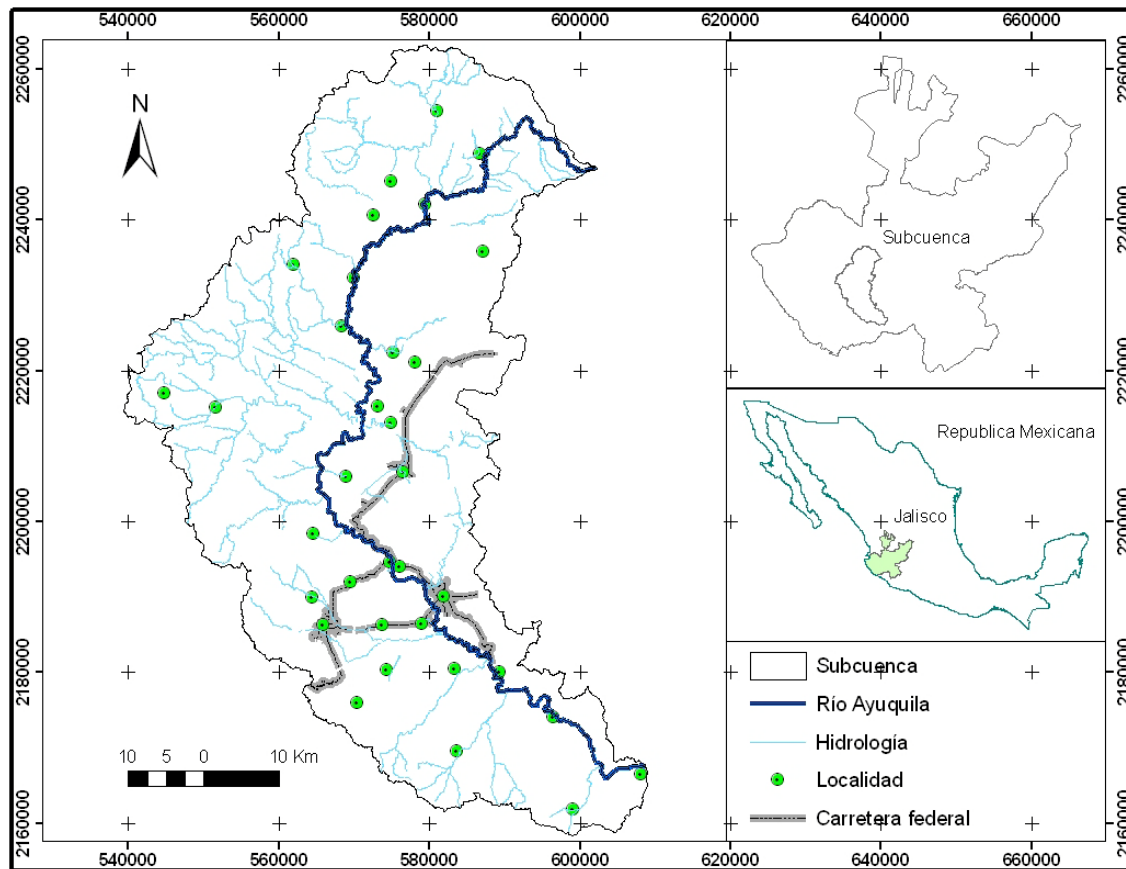


Figura 1. Localización de la subcuenca del río Ayuquila Jalisco, México.

### Metodología

El proceso metodológico para este estudio de priorización hidrológica con base al aprovechamiento y conservación del agua se tomó en cuenta la diferente información geográfica vectorial obtenida de las diferentes instituciones que han llevado a cabo estudios nacionales o estatales referidos a cuencas y sus componentes, como la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Universidad de Guadalajara (UdG), Comisión

Nacional del Agua (CNA), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

En primer lugar, se hizo la delimitación de las microcuencas dentro de la subcuenca (Fig. 1) tomando en cuenta para la obtención de los parteaguas, las corrientes principales y su red hidrológica como primer criterio, el segundo criterio fue delimitarlas conteniendo al menos una localidad de



las que fueron las censadas por el INEGI mediante el II Censo de Población y Vivienda del año 2005 (CONAPO). Cada microcuenca fue caracterizada determinando sus características hidrológicas, de relieve, forma y tamaño, pendiente de la microcuenca en rangos y la curva hipsométrica (Campos 1987). Además se obtuvo su densidad de población para conocer la relación del medio natural y las personas que en ella viven (Cuevas *et al.* 2007). La marginación implica el grado de desarrollo y nivel de vida de los habitantes de cada localidad, en este estudio se calculó integrando la información por localidad (CONAPO, 2005). La cobertura del riesgo de erosión se desarrolló con base en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (RUSLE), formulada por Wischmeier y Smith (1968–1978) y revisada por Laney Nearing (1989), citado por (Oñate 2004).

Se recortaron para cada microcuenca las coberturas digitales como la geología, edafología, uso de suelo, vegetación y áreas naturales protegidas, ya que son importantes para conocer el comportamiento actual de la estructura de las cuencas. Por otro lado, la información recabada sirvió de apoyo para comprender el comportamiento de la subcuenca desde un punto de vista hidrológico y, fue la base para elaborar los mapas de aptitud hidrológica por microcuencas, definiéndose aptitud como la capacidad de un área o microcuenca con características físicas y condiciones favorables para desempeñar una función determinada tomando en cuenta los valores y los intereses de los sectores involucrados (Rodríguez 2007).

Se obtuvo la aptitud hidrológica de la subcuenca del río Ayuquila para dos enfoques de manejo: el de conservación hidrológica definida como la protección, cuidado, manejo y mantenimiento del agua dentro de un área o microcuenca para su permanencia a lo largo del tiempo y el enfoque de aprovechamiento hidrológico definido como la explotación superficial del agua para el suministro y uso de los diferentes sectores productivos y urbanos (Navarro 2007).

La evaluación de la aptitud para la conservación y aprovechamiento del agua incluyó la ejecución y/o interpretación de información básica respecto a las condiciones de la vegetación, cualidades del suelo y otros aspectos que influirían en la conservación del agua, así como, las condiciones o cualidades favorables que se hacen

dentro de la subcuenca para aprovechar el agua. El resultado del análisis de aptitud se usó como criterio base de disponibilidad de agua tanto para su conservación o como aprovechamiento. Posteriormente, para desarrollar y elaborar la priorización hidrológica de las microcuencas se planteó la utilización de encuestas semi-estructuradas para elaborar los criterios necesarios de decisión hidrológica para el modelo de priorización. Estas encuestas fueron dirigidas hacia actores o líderes clave que intervienen en el manejo o estudio del agua dentro de la subcuenca del río Ayuquila, como: la Comisión de Cuenca Ayuquila-Armería, el Distrito de Riego (CNA), la Asociación de Usuarios, la Junta Intermunicipal del Medio Ambiente para la Gestión Integral de la Cuenca del Río Ayuquila (JIRA), la Universidad de Guadalajara, y otros participantes expertos a nivel nacional. Se empleó la metodología del Ministerio de Agricultura (1984) la selección de criterios y la priorización de microcuencas porque tiene un enfoque integral evaluando condiciones físicas, ambientales y socioeconómicas. La ponderación de los criterios seleccionados se hizo mediante una metodología de clasificación donde se determina el peso mediante el recíproco. Este método es atractivo debido a su simplicidad y se evalúa de la siguiente manera:

$$W_j = \frac{1/r_j}{\sum(1/r_k)}$$

Donde  $w_j$  es el peso normalizado para el  $j$ -ésimo criterio,  $k$  es el número de criterios bajo consideración ( $k=1,2,\dots,n$ ), y  $r$  es la posición que ocupa el criterio en la lista ordenada. Las propuestas derivadas del estudio de priorización hidrológica se establecieron con base en las diferentes clases de priorización hidrológica de conservación y aprovechamiento a nivel microcuenca.

Las propuestas se formularon con los objetivos de manejo de recuperar, proteger, conservar, controlar y por lo tanto encontrar medidas para el buen uso y mantenimiento de la disponibilidad del agua.

### Resultados y discusión

Se delimitaron en la subcuenca del río Ayuquila un total de 53 microcuencas (Fig. 2). Los resultados de la caracterización morfológica demuestran una alta heterogeneidad de tamaño entre las microcuencas por lo que, desde el punto de vista hidrológico, las microcuencas más pequeñas suelen ser más sensibles a la forma y a la cantidad del escurrimiento, éste último influido por las características físicas del suelo y cobertura vegetal. En ellas, el escurrimiento puede ser sensible a lluvias de alta intensidad y corta duración. Cabe mencionar que la forma de cada una de las microcuencas también influye en la magnitud del escurrimiento debido a que las cuencas redondas presentan un escurrimiento superficial mayor que aquellas de igual tamaño, pero de forma estrecha y alargada, en estas últimas, los escurrimientos superficiales

se concentran más lentamente (Campos 1987). Por otro lado y basado en la densidad de drenaje, algunas microcuencas presentan densidades de drenaje bajas que representan áreas de rocas resistentes o de suelo muy permeable con vegetación densa. En las microcuencas donde el relieve es débil, se presentan valores altos de densidad de drenaje, característicos de suelos impermeables, vegetación escasa y relieve montañoso (Díaz *et al.* 2008).

Los resultados del análisis hipsométrico de las microcuencas muestran que del total de las 53, siete se encuentran en estado de desequilibrio, es decir, son cuencas geológicamente jóvenes con una alta presencia de actividad erosiva basada principalmente en sus altas pendientes (Fig. 2).

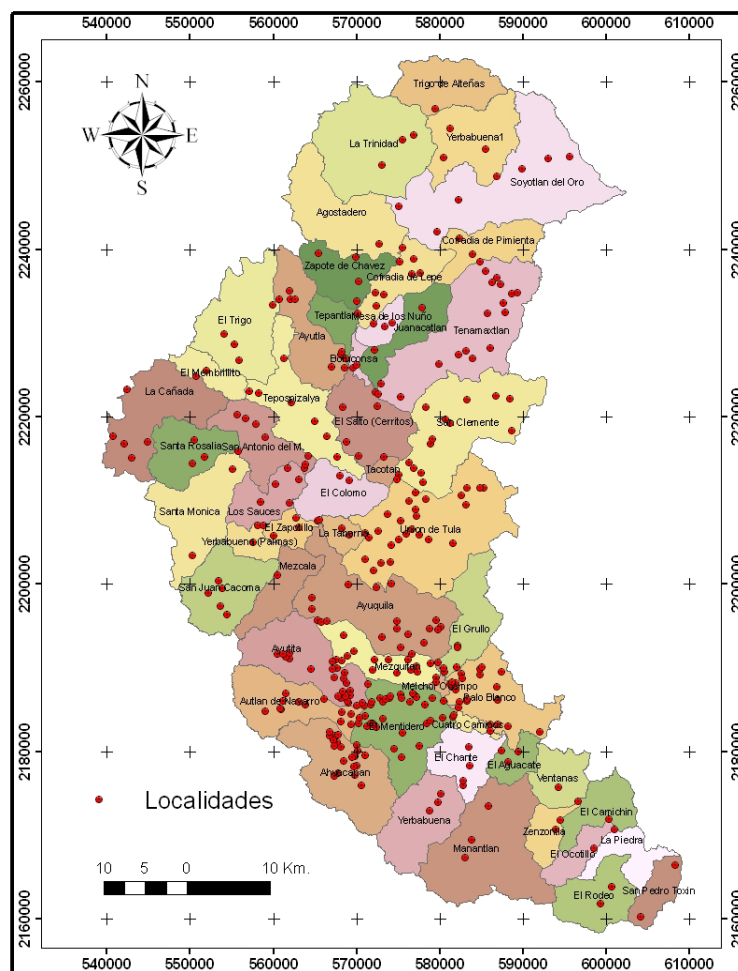


Figura 2. Mapa de la delimitación de microcuencas y la ubicación de localidades

Otras 18 microcuencas se encuentran en estado de equilibrio, o geológicamente maduras y, finalmente, 28 microcuencas son cuencas de valle o erosionadas y en éstas últimas, se encuentra la mayor concentración de la población, en la parte media de la subcuenca del río Ayuquila (Fig. 2), como Autlán de Navarro con 42,396 habitantes y El Grullo con 19,385 personas. Cabe mencionar que en estas microcuencas sucede las principales actividades económicas y donde existe un sistema de canales de riego para aprovechar el agua del río Ayuquila para la agricultura.

El análisis de aptitud hidrológica mostró que 22 microcuencas, entre ellas las de Manantlán, Zenzontla y el Rodeo por mencionar algunas, tienen una calificación de muy alta para el enfoque

de manejo de conservación, y con calificación alta se encuentran 16 microcuencas, entre ellas: San Juan Cacoma, el Aguacate, San Pedro Toxín y el Chante.

Los resultados de aptitud hidrológica para el enfoque de manejo por aprovechamiento muestran que la microcuenca con muy alta aptitud es Melchor Ocampo, otras 9 microcuencas alcanzaron clasificación alta de las cuales se pueden mencionar: Autlán de Navarro, Palo Blanco, El Mentidero y Unión de Tula.

Con base en los resultados de las encuestas, los criterios para el análisis de priorización y su ponderación determinada mediante un análisis multicriterio se muestran en el Cuadro 1.

Criterios (escala 1:50000)	Conservación(Peso)	Aprovechamiento(Peso)
Zonas funcionales de la cuenca	5 (0.0736)	2 (0.1840)
Presencia de áreas naturales protegidas	1 (0.3679)	8 (0.0460)
Disponibilidad de agua	2 (0.1840)	1 (0.3679)
Presencia de erosión	7 (0.0526)	6 (0.0613)
Balance hídrico de la microcuenca	3 (0.1226)	3 (0.1226)
Densidad de población	8 (0.0460)	7 (0.0526)
Uso de suelo apropiado a cada enfoque	6 (0.0613)	5 (0.0736)
Calidad de agua	4 (0.0920)	4 (0.0920)

Cuadro 1. Criterios seleccionados, jerarquizados y ponderados para el análisis de priorización de microcuencas



El análisis y discusión de los resultados de priorización hidrológica está basado en el mapa de priorización (Fig. 3), que muestra las cuatro clases de priorización hidrológica. La clase 1 incluyó a aquellas microcuencas con clasificación muy alta y alta para la conservación del agua, están distribuidas en las partes alta, media y baja de la subcuenca donde existen zonas montañosas y se origina el escurrimiento superficial del Río Ayuquila.

Estas microcuencas presentan posiblemente una infiltración importante debido al buen estado de su estructura física como una buena cobertura vegetal favoreciendo la captación de agua que podrá ser aprovechada en la parte baja de manera superficial y subterránea. Además estas microcuencas se concentran en su mayoría en las zonas funcionales de cabecera destacando la presencia de arroyos de órdenes inferiores. En cuanto al uso de suelo estas microcuencas no presentan gran actividad de agricultura siendo importante su uso forestal.

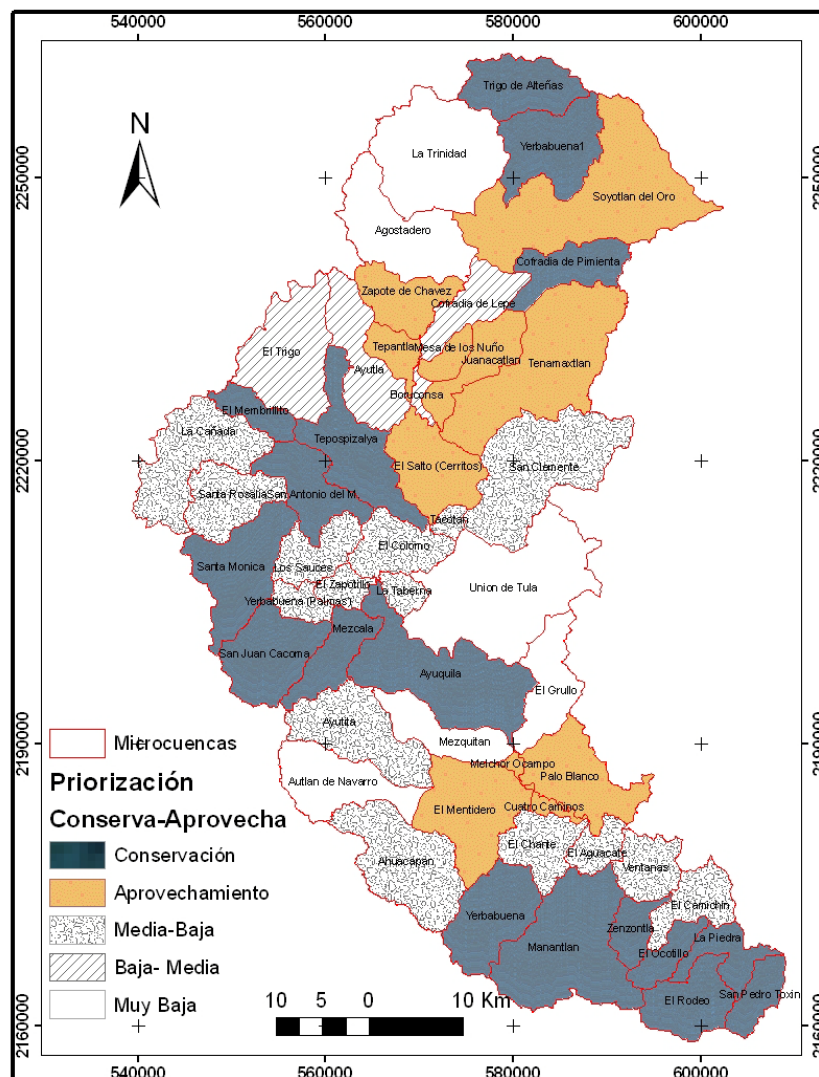


Figura 3. Mapa que muestra los resultados del análisis de priorización de microcuencas para el manejo de la conservación y aprovechamiento del agua, la clase 1 incluye las microcuencas prioritarias para su manejo por conservación (color beige); clase 2, son aquellas prioritarias para el aprovechamiento hídrico (gris) y las otras tres clases están señaladas con sombreados, son cuencas que en las cuales el manejo de su conservación y aprovechamiento son importantes.

Las microcuencas con prioridad para manejar el aprovechamiento del agua (Clase 2) presentan en la mayor parte de su superficie, áreas con condiciones favorables para el aprovechamiento de agua superficial ya que se localizan en zonas planas o valles receptores del escurrimiento superficial, presentan un relieve acentuado con escasa vegetación por la presencia de zonas agrícolas. Ello acelera los procesos erosivos principalmente causados por la agricultura de temporal ubicada en el pie de monte aunque, en las zonas planas el riesgo de la erosión se reduce por la escasa pendiente. La cantidad de agua de escorrentía se supone alta por la baja infiltración causada por la falta de cobertura vegetal, el aprovechamiento antrópico del escurrimiento proveniente de las partes altas y la respuesta rápida del suelo a un evento de lluvia. En estas microcuencas se concentra una gran actividad urbana.

La mayor superficie de las microcuencas con prioridad de conservar el agua se ubican en zonas de montaña de uso forestal y suelos de protección con fuertes pendientes y alta fragilidad ecológica. Por el contrario, las áreas aptas para la agricultura son reducidas ya que sólo cubren el 8% de superficie de la microcuencas con prioridad para conservar el agua. En el caso de las microcuencas con prioridad para aprovechar el agua y su relación de superficie entre la capacidad de uso del suelo (Cuadro 2) se observa que el área de las microcuencas tiene en la mayoría de su superficie una aptitud para agricultura intensiva y forestal moderadas, y presentan un riesgo de erosión de ligero a alto. Esta situación ya ha sido observada en otros modelos de priorización en la India, y se ha sugerido el manejo mediante la reforestación y sistemas de cercos vivos son importantes para la recuperación de la funcionalidad de la cuenca (Ab-Latif 2010).

Relación (%)	Conservación	Aprovechamiento	Media-Baja	Baja-Media	Muy Baja
Agricultura Intensiva	3.03	21.02	10.11	6.16	10.42
Agricultura Moderada	5.97	22.53	8.66	22.41	10.90
Agricultura Restringida	7.65	14.46	8.85	19.89	12.01
Forestal Intensivo	12.17	16.04	12.33	17.13	18.09
Forestal Moderado	19.49	12.89	18.53	18.36	21.31
Forestal Restringido	19.40	6.77	17.95	9.74	13.67
Suelos de Protección	32.27	5.76	23.53	6.32	13.52
Cuerpos de Agua	0.01	0.52	0.06	0.00	0.08
Total (%)	100	100	100	100	100

Cuadro. 2. Porcentaje de pixeles de las clases de priorización relacionados con la capacidad de uso del suelo.

USYV	Conservación	Aprovechamiento	Media-Baja	Baja-Media	Muy Baja
Agricultura	23.04	57.95	29.43	55.83	46.80
Bosques	47.28	16.96	32.45	29.34	24.29
Selvas	27.51	15.39	35.63	7.25	25.73
Matorrales	1.46	5.25	0.98	4.14	1.29
Pastizales	0.70	2.73	0.14	2.06	0.29
C. de agua	0.01	0.97	0.81	0.00	0.21
Z. urbanas	0.00	0.75	0.55	1.37	1.40

Cuadro 3. Porcentaje de pixeles de las clases de priorización en relación a cada uso de suelo y vegetación (USYV).

En cuanto a la relación con el uso de suelo y vegetación (Cuadro 3), las microcuencas con clase prioritaria de conservación albergan vegetación de bosque y selvas; por el contrario, las microcuencas con prioridad de aprovechamiento, muestran amplias superficies con prácticas agrícolas.

En consecuencia, las microcuencas clase 1 con prioridad de conservación hidrológica presentan características favorables para su manejo mediante esquemas de pago por servicios ambientales (PSA) destacando aquellas microcuencas como San Pedro Toxín, el Rodeo, la Piedra, el Ocotillo, Zenzontla, Manantlán y la Yerbabuena agrupadas en la parte sur (Fig. 3). Este PSA podría implementarse para servicios hidrológicos como el mantenimiento de la calidad del agua e la conservación de la infiltración debido a que contienen suelos de protección en zonas con altas pendientes con características forestales y con un alto riesgo para erosión. Resultados similares fueron encontrados por Khan, Gupta y Mojarana (2001), usando una metodología de percepción remota, basada únicamente en parámetros del medio físico.

Es de gran importancia promover la conservación áreas de bosque en excelente estado en las cabeceras de las microcuencas ya que éstas nos benefician de forma intangible para la obtención de fuentes de agua, diversidad biológica, belleza paisajística y recreacional, regulación de clima, producción de oxígeno y captura de car-

bono, entre otros servicios. Otras microcuencas encontradas en la clase 1 son Santa Mónica, San Juan Cacoma, Mezcala, Ayuquila, Tepospizalya, el Membrillito y San Antonio del M., Cofradía de Pimienta, Trigo de Alteñas y Yerbabuena 1 que se encuentran localizadas en las partes media y alta de la subcuenca.

Se propone además, que estas microcuencas sean decretadas como Áreas de Protección de los Recursos Naturales ya que son aquellas destinadas a la preservación y protección del suelo, las cuencas hidrográficas, las aguas y en general los recursos naturales. Otra propuesta adicional es la aplicación de prácticas de conservación de suelo y agua principalmente en las áreas de pie de monte.

En las microcuencas con clase 2 o prioritarias para el aprovechamiento del agua (Fig. 3) se plantean como propuestas de manejo a la utilización o mejoramiento de la infraestructura para riego agrícola con la finalidad de establecer la disponibilidad equitativa del recurso entre sectores, además de emplear técnicas o procedimientos de riego como aspersión para cultivos hortícolas y mejoramiento del riego rodado en los cultivos de la caña de azúcar. Por otro lado, las áreas de esta microcuenca presentan condiciones favorables para la agricultura, con bajo riesgo de erosión debido a la pendiente y profundidad del suelo aceptable para la práctica agrícola por lo que se plantea como propuesta aplicar técnicas o métodos de siembra para reducir los procesos erosivos.



Otra propuesta aplicable en estas microcuencas es diagnosticar los puntos de contaminación más frecuentes que impactan las aguas superficiales en el caudal del Río Ayuquila e implementar estrategias de control como construcción de lagunas de oxidación y tratamiento con humedales artificiales donde no existan plantas de tratamiento.

Para las microcuencas con prioridad hidrológica clase 3 la propuesta radica en reforestar las áreas alteradas por los cambios de uso de suelo y la ganadería extensiva, utilizando como herramienta una zonificación de las diferentes áreas acordes a los tipos de vegetación existente. Conjuntamente con esta propuesta se considera utilizar barreras vivas en escurrimientos superficiales para contribuir al control del agua disminuyendo su velocidad y en partes erosionadas con pendientes acentuadas (0–10%) que colaboren a acelerar los procesos de formación del suelo. Los materiales para esta práctica pueden provenir de diferentes podas que se realicen de una manera adecuada y que se lleven a cabo con material biológico proveniente de la misma zona donde plantea la propuesta.

En las microcuencas con prioridad hidrológica clase 4. La propuesta principal implica la aplicación de técnicas de conservación de suelo y agua (barreras físicas para control del escurrimiento, terrazas, presas filtrantes y presas de gaviones para el control de cárcavas) en el pie de monte de las microcuencas, identificando previamente, los principales escurrimientos, el riesgo de erosión, y la vegetación y su estado actual.

Finalmente se encuentran las microcuencas con una muy baja priorización hidrológica, clase 5, donde existen algunas microcuencas como la de Autlán que recibe agua para uso doméstico de la parte alta donde se encuentra el escurrimiento permanente y que proviene de la microcuenca de Ayutita. Por lo tanto, es importante que esta área se proteja para asegurar la recarga de agua que se genera el parte alta para el uso de las generaciones futuras. Además, se propone proteger los recursos naturales de la cabecera, combatir el cambio de uso del suelo, la utilización del bosque para la producción de madera sin plan de manejo como en las zonas altas de las microcuencas de Ayutita y de Autlán que presentan suelos de protección forestal.

Este proceso de conservación de pequeñas áreas parece ser muy importante para la conservación a largo plazo de los recursos naturales (Srinivasam, Govindaiah y Honne, 2004) y en la cuenca del río Ayuquila puede ser una estrategia importante para su sustentabilidad en el futuro.

### Conclusiones

La subcuenca del río Ayuquila está compuesta de 53 microcuencas de morfometría heterogénea y cuya aptitud hidrológica es muy variable. El método de priorización empleado permitió el uso de criterios biofísicos y socioeconómicos que constituyen un marco integral una correcta orientación de las decisiones de manejo de las microcuencas, con miras a mantener la estructura y funcionalidad del territorio a la escala de subcuenca.

La priorización basada en un enfoque dual del manejo dirigido hacia conservación/aprovechamiento, permitió establecer cinco categorías de priorización y asociar a ellas, las principales estrategias de mantenimiento y /o recuperación de la función de la cuenca y con ello, fortalecer el sistema de planeación de la subcuenca con la definición precisa y priorizada de las acciones locales (a nivel microcuenca) que se requieren para garantizar un tránsito hacia la sustentabilidad en estos territorios delimitados de manera natural.

### Referencias bibliográficas

- Ab-Latif, I. 2010. Watershed Prioritization for Effective Water Resource Management. [http://iahs.info/conferences/2010Kovacs\\_Abstracts/KovacsX\\_Ibrahim.pdf](http://iahs.info/conferences/2010Kovacs_Abstracts/KovacsX_Ibrahim.pdf)
- Bartholic, J., Kang, Y., Phillips, N. y C. He. Saginaw bay integrated watershed prioritization and management system. [http://www.ucowr.siu.edu/updates/pdf/v100\\_a8.pdf](http://www.ucowr.siu.edu/updates/pdf/v100_a8.pdf)
- Campos, A., 1987. Procesos del ciclo hidrológico. Universidad Autónoma de San Luís Potosí. Vol. 1, t. 1/2. San Luís Potosí, México. Pp. 2-52

- Casillas J. A. 2004. La visión de SAGARPA para el desarrollo integral de microcuencas hidrográficas. En: Cotler, H. (Ed). El Manejo Integral de Cuencas en México: Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología: 211-221.
- CNA-SARH. 1992. Presa Trigomil, General Ramón Corona Madrigal. Grupo Códice, México: 27 p.
- Cotler, H. y V. Priego, 2004. El análisis del paisaje como base para el manejo integrado de cuencas: el caso de la cuenca Lerma-Chapala, En: Cotler, H. (Ed). El Manejo Integral de Cuencas en México: Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología México: 63-74.
- Cuevas M. L., Garrido A., Cotler H. y Pérez J. L., 2007. Regionalización de las Cuencas Hidrográficas de México escala 1:250000 para su análisis integrado. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, México.
- Díaz P. G., Sánchez C. I., Quiroz R., Garatuza P. J., Watts T. Ch., Cruz M. R., 2008, Interpolación espacial de la precipitación pluvial en la zona de barlovento y sotavento del Golfo de México. Agricultura Técnica en México. 34. 3:279-287.
- Fonseca, Rivera H., Rincón M., Gómez C., Domínguez E., Vargas O., Ojeda D., Latorre J. P., Llanos S. A., 2003. Criterios y Parámetros para la Clasificación y Priorización con fines de Ordenación de Cuencas Hidrográficas, Colombia: 1-10.
- Khan, V. P. Gupta y P. C. Moharana. 2001. Watershed prioritization using remote sensing and geographical information system: a case study from Guhiya, India. Journal of Arid Environments. 49 (1): 465-475
- INE-SEMARNAT, 2004. Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio, INE, México: 161 págs. Disponible en: [http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html?id\\_pub=434&id\\_tema=6&dir=Consultas](http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=434&id_tema=6&dir=Consultas).
- INEGI, 2005, Base de datos iter2005, II Censo de Población y Vivienda, INEGI, México.
- Navarro A. J. C., 2007, Glosario biodiversidad, Conservación y aprovechamiento, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas\\_2000/compendio\\_2000/03dim\\_ambiental/03\\_04\\_Biodiversidad/data\\_biodiversidad/GlosarioIII.4.htm](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/compendio_2000/03dim_ambiental/03_04_Biodiversidad/data_biodiversidad/GlosarioIII.4.htm)
- Oñate V F, 2004, Metodología para la evaluación del riesgo de erosión hídrica en zonas áridas y su aplicación en el manejo y protección de los proyectos hidráulicos, Revista electrónica de la REDLACH. Numero 1, año 1, Universidad Técnica Particular de Loja Campus San Cayetano, Ecuador, 6 p.
- Ministerio de agricultura (PERÜ), 1984. Modelo empleado para la priorización de microcuencas para la determinación de áreas prioritarias para la rehabilitación, manejo y conservación de uno o varios recursos naturales. Disponible en: <http://www.minag.gob.pe/>
- Quesada, s/a. Priorización de Microcuencas como base para la Planeación Municipal en el Estado de Michoacán, Fideicomiso de Riesgo Compartido, Gerencia Estatal Michoacán
- Rodríguez E. R., 2007, Resultados Talleres Sectoriales, Municipio de Loreto, Avances estudio técnico para el OET, Comité del Ordenamiento Ecológico Local, Loreto, B.C.S. 21 p.
- Santana, E. S. Navarro, L. M. Martínez, A. Aguirre, P. Figueroa, C. Aguilar, 1993. Contaminación, aprovechamiento y conservación de los recursos acuáticos del Río Ayuquila, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, Tiempos de Ciencia 30:29-38
- Srinivasam S., Govindaiah, S. and H. Honne. 2004. Prioritization of sub-watersheds for sustainable development and management of natural resources: An integrated approach using remote sensing, GIS and socio-economic data. Current Science, 95 (3): 345-354.