

CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO CANOABO EN EL ESTADO CARABOBO, VENEZUELA. IV. ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA

CHARACTERIZATION OF THE RIVER BASIN CANOABO IN THE CARABOBO STATE, VENEZUELA. IV. AGRO-ECOLOGICAL ZONING

Víctor A. Sevilla L.* y Juan A. Comerma G.**

*Investigador. Pequiven. Gerencia Agroambiental. Morón, Venezuela. Email: victor.sevilla@pequiven.com

** Investigador jubilado. INIA. Email: fliacomermas@cantv.net

RESUMEN

La cuenca del Canoabo cumple una doble función al producir una importante cantidad de agua para poblaciones aguas abajo y por otra albergar 6 500 personas, la mayoría con actividades agrícolas. Estudios previos de clima, erosión y suelos ya señalados por los autores, permiten abordar una zonificación agroecológica base para el ordenamiento de sus tierras. Con esta finalidad se realizó un análisis de su fragilidad ambiental, seguido de las áreas críticas que afectan más la producción de agua y sedimentos y finalmente de la zonificación de aquellas áreas que deben ser protegidas, otras rehabilitadas y las que pueden ser usadas en actividades productivas sostenibles. Los resultados mostraron que cerca del 50% de la cuenca debería ser protegida con un área bajo régimen de administración especial (ABRAE) bastante restrictivo pues de ello depende la producción de agua y otros servicios ambientales; alrededor de un 15% requieren rehabilitación severa y moderada antes de intentar otros usos, otro 20% debe tener usos agroforestales y silvopastoriles a desarrollar y solo 5% en el valle puede intensificar usos agrícolas.

Palabras Clave: Zonificación agroambiental; fragilidad ambiental; áreas críticas ambientales.

SUMMARY

The Canoabo watershed fulfills a double purpose. It produces water for several communities down the valley, but also supports mostly agricultural activities of 6 500 people. Previous studies indicated by the authors on its climate, erosion and soils allow now to develop an agro ecological zoning, basis of a better land ordering. With this purpose it was carried out an analysis of its environmental fragility, the separation of critical areas for water and sediment production, and finally the classification into areas to be protected, to be reclaimed and those to be used in a more intensive agriculture. Results showed that nearly 50% of the watershed should be protected with rather restrictive legislation to guarantee water and other environmental services. Around 15% require reclamation mostly from severe and moderate erosion before thinking in other uses. Another 20% should have protective land uses, to be developed, like forestry, agroforestry and silvopastoral. Finally only 5%, in the valley, is recommended for more intensive agricultural uses.

Key Words: Agro ecological zoning; environmental fragility; and critical areas for water and sediment production.

RECIBIDO: abril 18, 2008

ACEPTADO: septiembre 17, 2008

INTRODUCCIÓN

En trabajos anteriores (Sevilla *et al.*, 2008a y 2008c; Sevilla y Comerma, 2008b) han señalado la importancia de la Cuenca del río Canoabo en la producción de agua, además de otros servicios ambientales y socio productivos para la zona norte del estado Carabobo, Venezuela, donde se concentran importantes complejos industriales y poblacionales. Esta mediana cuenca de cerca de 15 000 ha sólo tiene alrededor de un 30% de bosques poco intervenidos y con una alta biodiversidad en su parte alta, pero tiene una constante amenaza de deforestación que ya ha afectado, por problemas de erosión, gran parte de su superficie.

La ganadería y cultivos cítricos sin prácticas de conservación han sido la principal causa de esta erosión. Su población de alrededor de 6 500 habitantes requiere intensificar el uso de las tierras de mejor calidad en el valle, que alcanzan sólo un 12%, diseñar usos más conservacionistas para gran parte de las laderas intermedias y buscar rehabilitar y preservar las áreas bajo bosque en la cuenca alta requeridas para la prestación de servicios ambientales. Este estudio tiene el objetivo de realizar una propuesta de ordenamiento basados en los trabajos básicos previos de clima, vegetación, suelos y erosión, además de otros elementos determinados en este estudio, establecer las áreas que deben ser preservadas, rehabilitadas, y por último, aquellas que soporten usos agropecuarios sostenibles. Esta Zonificación Agroecológica aportará información clave para un plan de uso y manejo racional de la cuenca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para alcanzar la Zonificación Agroecológica se ha utilizado una metodología que fue inicialmente desarrollada y aplicada en el estudio de Áreas de Atención Ambiental para actividades petroleras en Venezuela por Comerma *et al.* (1999). La secuencia metodológica es similar al incluir primero la determinación de la Fragilidad Ambiental, luego la de Áreas Críticas y finalmente llegar a la recomendación de los usos. Hay pequeños cambios de adaptación al caso de una cuenca, cuyo fin primario es la producción de servicios ambientales, los cuales serán mencionados en la metodología señalada posteriormente. La novedad de este enfoque es la de darle prioridad a los aspectos ambientales, calificando en primera instancia los diferentes sectores de la cuenca en función de su susceptibilidad ante fenómenos naturales, luego según su susceptibilidad ambiental ante los usos considerados como prioritarios y finalmente, las

áreas que califican como menos susceptibles serán las que podrán soportar usos agrícolas sostenibles sin comprometer los servicios ambientales.

Si bien es correcto señalar que la Zonificación Agroecológica, es producto, como se mencionó del análisis en conjunto de la fragilidad ambiental, las áreas críticas y la erosión actual, no es menos cierto que todo este análisis de zonificación, se inicia de una integración de diversos factores físico-naturales y socioeconómicos como: clima, hidrología, geología, geomorfología, suelos, capacidad de uso de las tierras, conflicto por el uso de las mismas, riesgo de erosión actual y potencial y su correspondiente diferencial. Cada uno de ellos posee metodologías particulares para su obtención, las cuales pueden ser observadas en los diferentes artículos de la caracterización de la cuenca el río Canoabo, incluidos en esta revista y cuya integración es señalada en la Figura 1.

Fragilidad Ambiental y Áreas Críticas Ambientales

a) Fragilidad Ambiental: según Comerma *et al.* (1999), el estudio de la fragilidad parte del análisis de las cualidades del medio que expresan su susceptibilidad ante fenómenos naturales, como lluvias, deslizamientos, incendios, entre otros. Se consideran tres aspectos: a) el componente del ambiente que podría ser objeto de una posible afectación; b) la magnitud del daño, es decir, la dimensión del cambio sobre la condicional inicial, y c) la capacidad de recuperación del ecosistema ante posibles daños. Para facilitar la ilustración de la metodología empleada se muestra la Figura 2, en donde se divide el método en tres etapas.

Etapa I: Capacidad de recuperación del ecosistema: se obtiene combinando las facultades intrínsecas que tiene la vegetación de recuperarse y la capacidad que poseen las tierras que la sustentan de brindarles las mejores condiciones para conseguirlo. La vegetación fue clasificada en función de un estimado de su capacidad natural de repoblar la superficie y lograr proteger al suelo contra el impacto de la lluvia. No obstante, esto no implica que la vegetación llegaría a su estado original.

Los factores condicionantes fueron el tipo de cobertura y la altura sobre el nivel del mar, que indirectamente reflejan la disponibilidad de humedad. Luego se combinó con la capacidad de uso, la cual sirvió como indicador de la potencialidad de las tierras para facilitar la espontánea rehabilitación de dicha vegetación.

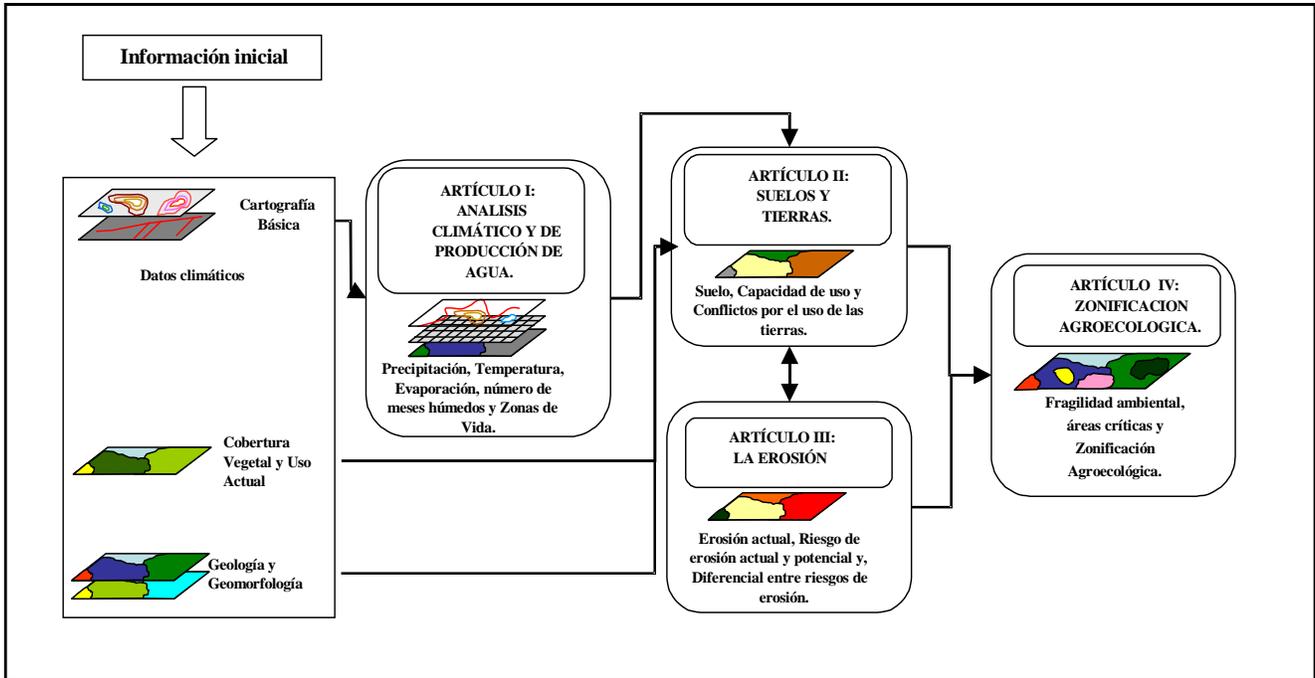


FIGURA 1. Esquema de integración de factores que dan origen a la Zonificación Agroecológica.

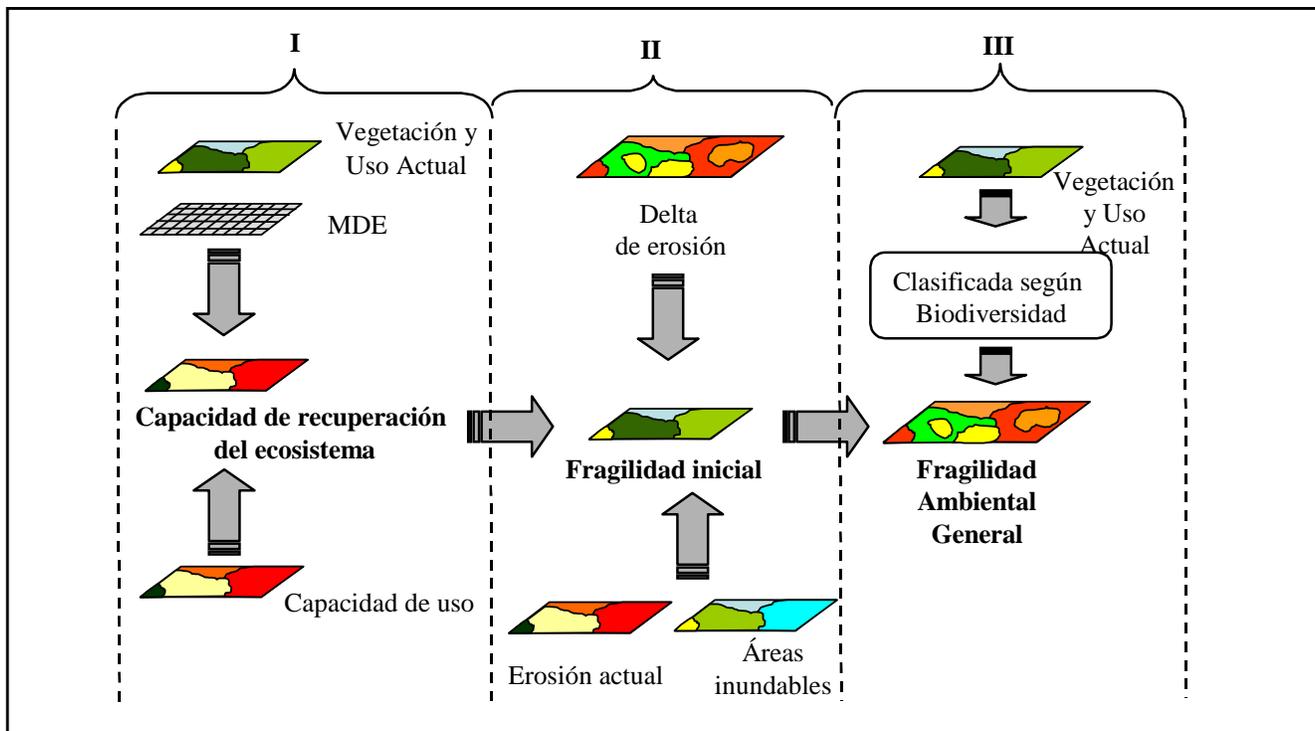


FIGURA 2. Esquema metodológico de la Fragilidad Ambiental.

Etapa II: Magnitud del daño: al resultado anterior se le adicionó primero el análisis de los diferenciales de riesgos de erosión actual y potencial. Diferenciales bajos indican leves cambios de riesgo de erosión al remover la vegetación, y diferenciales altos señalan áreas de posibles grandes cambios. Segundo se le incorporó la erosión actual para separar los dos escenarios que se plantean cuando el diferencial de riesgo es bajo, y los cuales ameritan condiciones de manejos distintos, y finalmente se unió con los sitios con riesgo de inundación. Lo anterior permitió indicar cuales áreas son susceptibles a sufrir afectaciones considerables e irreversibles y así determinar la fragilidad inicial.

Etapa III. Componente del ambiente que podría ser objeto de una posible afectación: por último para obtener la "fragilidad ambiental general" se le incluye a la fragilidad inicial el aspecto biodiversidad de flora y fauna. Para tal fin se empleó como base el estudio de Lores (2006), donde se calificó la biodiversidad según el tipo de vegetación, el número de especies por unidad de área, y los pisos térmicos.

b). Áreas Críticas Ambientales: corresponden con zonas que, además de tener alta fragilidad, poseen cualidades de gran interés para la producción de agua. Estas cualidades incluyen, primero la capacidad de producir altas cantidades de agua, lo cual se considera positivo y, segundo, la producción alta de sedimentos como resultado de erosión, lo cual se ve como negativo. Para lo anterior se usó la información presentada en los trabajos de clima y producción de agua (Sevilla *et al.*, 2008a) y en el de riesgo de erosión potencial (Sevilla *et al.*, 2008c) de esta cuenca.

Para determinar las áreas críticas se siguió el árbol de decisión expuesto en la Figura 3, el cual se basó en criterios de expertos, resultado de diferentes estudios, como el de la cuenca del Caroní (EDELCA 2003a). Para lograr su aplicación se superpusieron los mapas de fragilidad ambiental, el de capacidad de producción de agua y el de riesgo de erosión potencial y, luego la aplicación de las reglas.

Zonificación Agroecológica

La Zonificación Agroecológica estratifica la cuenca, según su fragilidad y criticidad ambiental, hacia determinados usos y manejos que permitan su sostenibilidad y cumplir con sus objetivos ambientales y socioproductivos. Los principales usos y manejos contemplados en esta zonificación son:

- **Preservación:** áreas de alta fragilidad ambiental, y que son importante para producir agua, resguardar la biodiversidad, capturar carbono y el ecoturismo. Además, incluye a aquellas áreas que están bajo la influencia de inundaciones anuales debido a la elevación de los niveles del embalse.
- **Rehabilitación:** áreas que requieren de restauración por haber sido erosionadas o afectada su biodiversidad, por deforestaciones, incendios y malas prácticas de manejo.
- **Áreas con Posibilidad de Uso:** área de moderada o baja fragilidad, que presentan erosión actual ligera o imperceptible, y pueden ser destinadas a usos conservacionistas y/o agrícolas más intensos aunque ecológicamente aceptables.

Cada una de estas áreas puede dar origen a nuevas clasificaciones según el nivel de erosión actual que presenten y el piso altitudinal en donde se ubiquen. La Figura 4 muestra el esquema metodológico empleado para obtener la zonificación. Las reglas aplicadas a estos mapas resultaron del análisis de expertos y a la investigación de casos similares en estudios de otras cuencas en Venezuela (EDELCA, 2003a; Pineda *et al.*, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fragilidad Ambiental y Áreas Críticas Ambientales

Fragilidad Ambiental: La Figura 5 muestra que 7 258 ha (50,02%) de la cuenca, es de alta a muy alta fragilidad. Las áreas de muy alta fragilidad, 2 339 ha (16,12%), son primero las faldas de las montañas muy erosionadas, donde la ganadería mal manejada, el cultivo en pendiente de cítricos y la construcción de vías, han provocado una importante degradación del ecosistema. Lo anterior se ha traducido, en casos extremos, en suelos decapitados, donde aflora la pedregosidad superficial como consecuencia de una gran erosión diferencial. En segundo término se tienen las áreas inundables ubicadas alrededor del embalse.

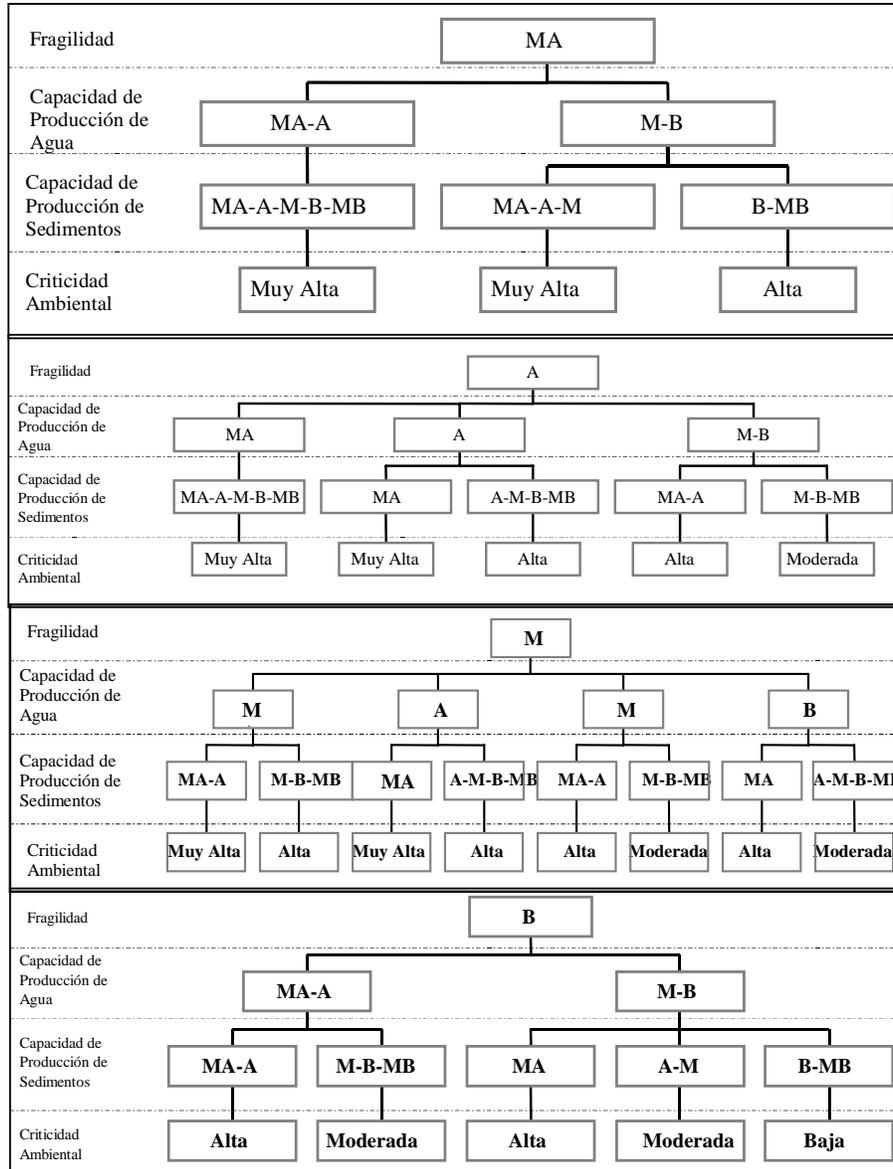
Las zonas de alta fragilidad, 4 919 ha (33,9%), están más dispersas, sin embargo, se concentran en las laderas medias y altas de la montañas bajo bosques nublados, donde la gran afectación sería sobre la biodiversidad y por otro lado evidencia alto riesgo potencial de erosión. Unas 5 846 ha (40,29%) de la cuenca presenta fragilidad moderada y, esta ubicada en las laderas medias y

bajas, con alta intervención y erosión moderada. Finalmente 1 169 ha (8,05%) son de baja fragilidad y están ubicadas en el valle y en el piedemonte con baja pendiente.

Áreas Críticas Ambientales

En la Figura 6 se señala que el 8 010 ha (55,21%) de la cuenca es de muy alta criticidad. Ella corresponde a las

laderas bajas con erosión fuerte y laderas medias y altas bajo el bosque nublado y de alta fragilidad. En ésta se consiguen las mayores precipitaciones y una menor evapotraspiración, lo cual se traduce en mayor producción de agua, pero al mismo tiempo, son áreas con altas pendientes de alto riesgo y en donde cualquier proceso de intervención produciría erosión y gran cantidad de sedimentos que llegarían al embalse colmatándolo y reduciendo su vida útil.



Nomenclatura: A: Muy Alta; M: Moderada; A: Alta; B: Baja; MB: Muy Baja
Fuente: EDELCA 2003^a, con modificaciones propias.

FIGURA 3. Reglas para obtener las áreas críticas ambientales.

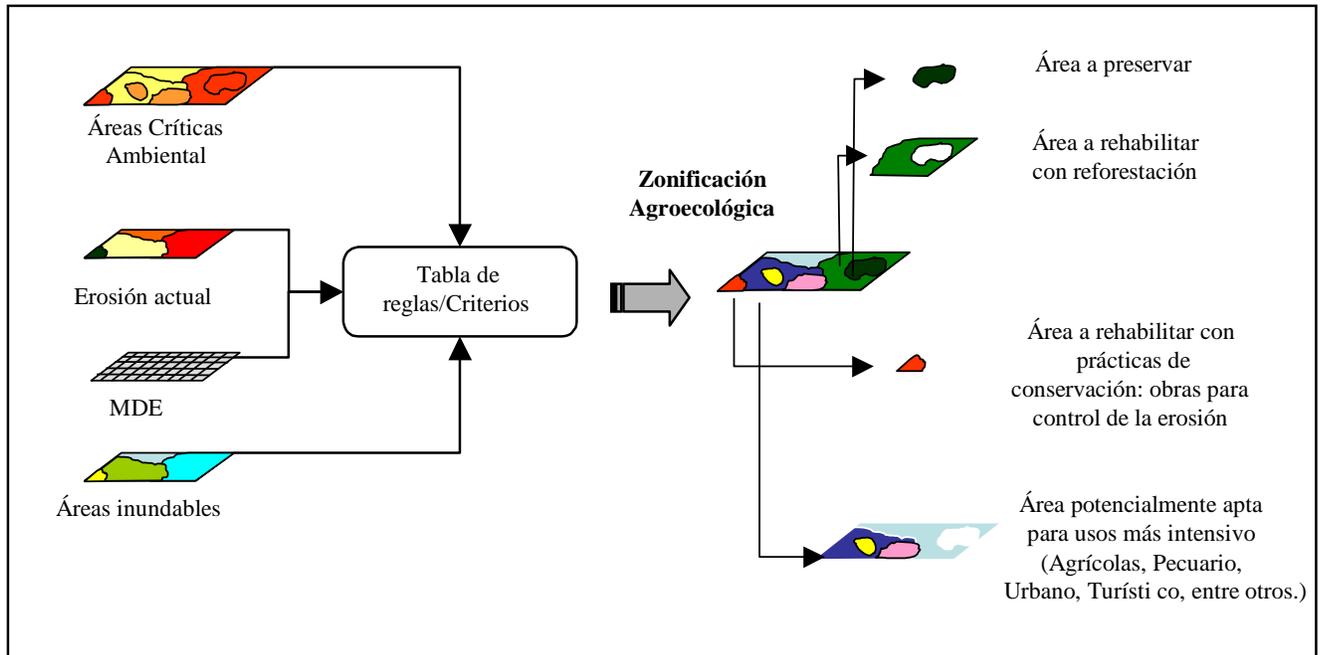


FIGURA 4. Esquema metodológico de la Zonificación Agroecológica.

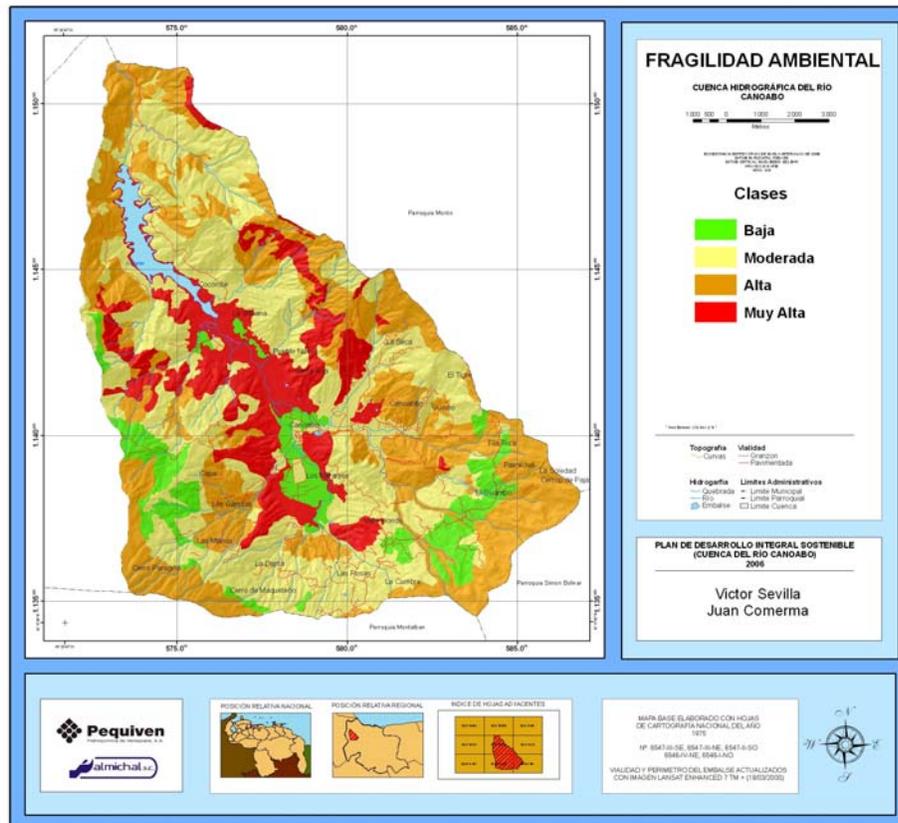


FIGURA 5. Mapa de Fragilidad Ambiental.

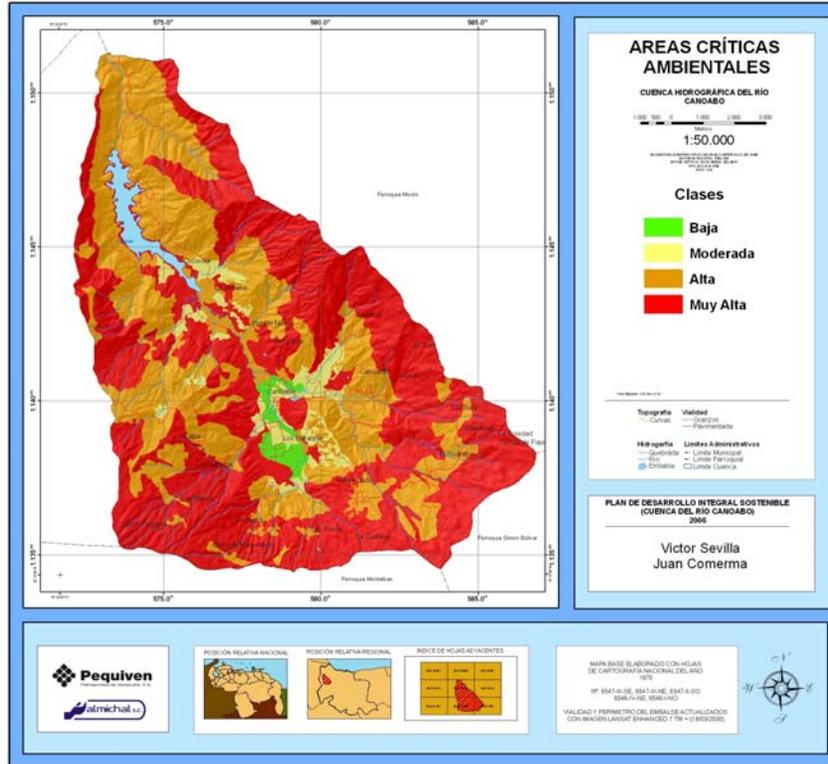


FIGURA 6. Mapa de Áreas Críticas Ambiental.

Las zonas de alta criticidad, con 5 390 ha (37,15%) de la superficie, se ubican en las laderas medias y bajas de moderada fragilidad ambiental y moderados niveles de producción de agua, pero con alta producción de sedimentos. Las áreas de moderada criticidad abarcan 728 ha (5,01%) y se ubican en el Sur de los valles del río Naranjo, Capa y Güineo, son áreas planas de baja a moderada fragilidad, baja producción de agua, y sedimentos. Sólo 145 ha (1%) de la cuenca presenta baja criticidad estando representada por las zonas planas del valle del río Canoabo con baja producción de agua y de sedimentos.

Zonificación Agroecológica

La Figura 7 representa la zonificación agroecológica, donde se separan las áreas de mayor importancia por:

Prioridad de preservación (PP): zonas que por su alta fragilidad ambiental, alta producción de agua, y/o por la alta producción potencial de sedimentos, deben ser protegidas legalmente, regularizando su uso a través de unidades de ordenamientos restrictivas dentro de ABRAE de peso.

Necesidad de Rehabilitación (NR): Zonas que por presentar signos de degradación física, específicamente erosión, y riesgos de inundación, requieren de rehabilitación y mejoramiento.

Posible de Usar (PU): Áreas de posible uso conservacionista y/o agrícola más intensivo, pero, ecológicamente aceptable.

La cuenca presentó 3 148 ha (21,69%) como áreas de Muy Alta Prioridad para la Preservación (MAPP), debido a su producción de agua y alto riesgo de generar sedimentos. Estas áreas forman una herradura en la parte sur sobre los 800 m.s.n.m., en laderas cubiertas de bosque nublado de gran biodiversidad, y donde ocurren las mayores precipitaciones. Es importante señalar que algunas de estas áreas requieren ligeras y moderadas necesidades de rehabilitación, debido a algunos problemas de erosión. Esta zona debía estar protegida por un ABRAE, tal como un Parque Nacional o un Monumento Natural, y dentro de ella, poseer una unidad de ordenamiento restrictiva como la zona de protección integral que impida cualquier intervención de la misma, excepto usos como: producción de agua, captura de CO₂

y reserva de flora y fauna. Esto resulta especialmente necesario ya que muchas de las cuencas vecinas ya han sido totalmente deforestadas y la cuenca del río Canoabo aun posee una importante superficie de bosques prístinos.

Las Áreas de Alta Prioridad de Preservación (APP), ocupan 4 073 ha (28,07%), y corresponden con áreas de muy alta criticidad para la producción de aguas, ubicadas a más de 500 m.s.n.m., en bosque semidecídulo y nublado. También estas zonas deben ser preservadas con unidades de ordenamiento, menos restrictivas que las anteriores, pero siempre dentro de una ABRAE. Los usos permitidos pudieran ser: producción de agua, captura de CO₂, reserva de flora y fauna y ecoturismo. Adicionalmente 331 ha (2,28%) son áreas de Alta Prioridad de Preservación, pero, por causa de riesgos de inundación.

Las zonas de Moderada Prioridad de Preservación (MOPP) ocupan 923 ha (6,36%). Ellas son áreas de alta criticidad ambiental, ubicadas entre los 500 y 800 m.s.n.m., al ser de alta producción de sedimentos más no de agua. Su prioridad de preservación es sólo de carácter moderado. Los usos permitidos pudieran incluir: captura de CO₂, ecoturismo, usos forestales y

agrosilvopastoriles. Existen zonas que presentan diferentes grados de erosión: fuerte, moderada o incluso fragmentación del bosque nublado que requieren prácticas de rehabilitación, mejoramiento y conservación.

Las áreas que requieren mayor gasto en rehabilitación son las faldas de las montañas fuertemente erosionadas, unas 1 151 ha (7,93%). Las de moderadas necesidades de erosión son 976 ha (6,72%). Los usos permitidos van desde agrosilvopastoriles hasta cultivos con prácticas conservacionistas.

Los terrenos posibles a estar bajo uso, incluyen dos situaciones. Por una parte aquellos con restricciones, que están ubicados del norte al sur en las laderas bajas, bajo bosque decídulo y semidecídulos, abarcando 2 829 ha (19,49%) de la cuenca y poseen moderada fragilidad y criticidad ambiental. Ellas se pudieran utilizar en actividades forestales, agroforestales y, silvopastoril. La segunda situación corresponde con aquellas áreas de baja fragilidad y criticidad ambiental, ubicadas en el fondo del valle del río Canoabo, al sur de la población del mismo nombre, en zonas planas con clases I, II y III por capacidad de uso. En estas tierras que ocupan 841 ha (5,79%) de la cuenca, se podrían tener usos agrícolas más intensos, como hortícolas, cerealeros y leguminosas.

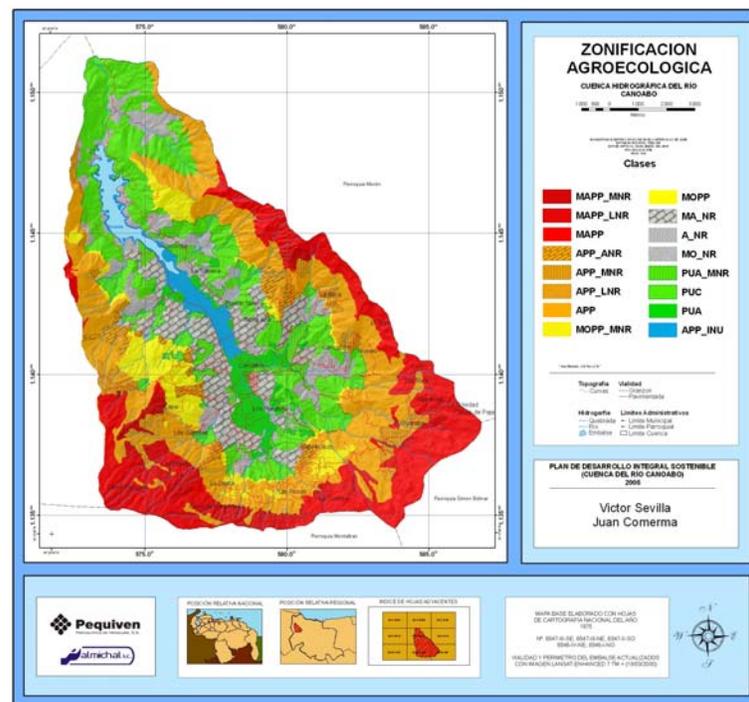


FIGURA 7. Mapa de Zonificación Agroecológica.

De manera general se hace imperante la implementación de ciertas acciones, como el establecimiento de un ABRAE con sus respectivas unidades de ordenamiento y un reglamento de uso, para proteger las áreas del Bosque Nublado, las cuales sostienen la estabilidad o equilibrio morfodinámico en esas zonas de altas pendientes, fomentar la recuperación de áreas erosionadas y de mayor criticidad, para que sean empleadas en usos ecológicamente aceptables como agroforestal, silvopastoril o plantaciones forestales e inclusive la preservación para producción de agua, captura de CO₂ o reserva biológica.

CONCLUSIONES

- El enfoque metodológico usado por el segundo autor (1999), con las adaptaciones realizadas, y que está basado en los conceptos de fragilidad y áreas críticas ambientales, para luego proponer cuáles son las áreas que deben ser preservadas, rehabilitadas y las que pueden usarse con fines agrícolas sostenibles, se considera satisfactorio.
- La cuenca del río Canoabo es en su mayoría ambientalmente frágil, debido principalmente a la inestabilidad de su ecosistema, a la baja capacidad de recuperación del medio frente a fenómenos desestabilizadores y, a la alta biodiversidad que evidenció su vegetación. Se une a esta fragilidad algunos elementos que categorizan a la cuenca como de alta criticidad, los cuales son una alta capacidad de producir y almacenar agua y también el alto potencial de producir sedimentos, negativos para la represa.
- La cuenca posee buenas condiciones para la producción sostenible de agua, especialmente aquellas áreas que forman una herradura en la parte sur, sobre los 800 m.s.n.m., y actualmente bajo un bosque denso nublado (25%). Dicha área es de Muy alta Prioridad de Preservación (MAPP), y conviene ser preservada con un ABRAE y con unidades de ordenamiento restrictivos. Adicionalmente, existe otro 25% de áreas que también son de Muy Alta Prioridad de Preservación, pero, en estos casos, debido a su alta fragilidad ambiental, a su riesgo de producir sedimentos o a la posibilidad de sufrir inundaciones. Aproximadamente 15% de la cuenca necesita ser rehabilitado por causa de la erosión, especialmente en las zonas del piedemonte y laderas medias. Por último, un 20% de su superficie puede ser utilizadas en usos conservacionistas (forestal, agroforestal y

silvopastoril) y sólo 6%, localizada en el valle, soportarían usos agrícolas más intensivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Comerma, J., C. Padilla, D. Machado y V. Sevilla. 1999. Áreas de atención ambiental para actividades petroleras en Venezuela. Informe Técnico. Mapas. PDVSA-PALMAVEN. 43 p.
- EDELCA. 2003a. Estudio Plan Maestro de la Cuenca del río Caroní. Evaluación Ambiental, Agrícola y Forestal de las Tierras (FAO). Caracas Venezuela. 77 p.
- Lores, C. 2006. Caracterización de la Cobertura Vegetal y el Uso Actual de la Cuenca del río Canoabo. Informe técnico. PEQUIVEN. Morón. 40 p.
- Pineda, C., D. Machado, J. Ochoa y J. Vilorio. 2004. Evaluación Ambiental y Agrícola de Tierras de la Cuenca Alta del río Guárico con Fines de Producción Sostenible de Agua. Manejo Integral de la Cuenca Alta del río Guárico, Núcleo de Investigación y Excelencia. Proyecto Iniciativa Científica Milenio. Informe técnico. 240 p.
- Sevilla, V., J. Comerma y O. Silva. 2008a. Caracterización de la cuenca del río Canoabo. I Análisis Climático y de Producción de agua. *Agronomía Trop.* 59(1):33-44.
- Sevilla, V. y J. Comerma. 2008b. Caracterización de la cuenca del río Canoabo. II. Suelos y Tierras. *Agronomía Trop.* 59(2):149-160.
- Sevilla, V. y J. Comerma. 2008c. Caracterización de la cuenca del río Canoabo en el estado carabobo, Venezuela. III. La erosión de los suelos. *Agronomía Trop.* 59(2):249-264.