
SISTEMATIZACIÓN DE PROCESOS PARA EL ANÁLISIS DEL DETERIORO AGROECOLÓGICO Y AMBIENTAL EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS

EDGAR J. JAIMES C., JOSÉ G. MENDOZA M., NEIDA M. PINEDA C.
y YALITZA T. RAMOS G.

RESUMEN

Se presenta una propuesta metodológica estructurada con base en los Diagramas de Flujo de Datos (DFD), con la finalidad de evaluar el deterioro agroecológico y ambiental de una región dada, utilizando una metodología multifuncional y participativa, basada en el conocimiento local que poseen las comunidades que habitan en ella. La premisa básica que orienta esta metodología es considerar al ser humano no solo como un productor sino como un receptor de los impactos (efectos) provenientes de su entorno físico, biológico y social, considerando que parte importante de los impactos negativos que recibe son consecuencia de sus propias acciones (causas), situación que

condiciona su calidad de vida. La información básica utilizada en esta propuesta metodológica fue extraída de tres proyectos de investigación en la cuenca del río Motatán, en los estados Mérida y Trujillo, Venezuela; específicamente en las subcuencas Alto Motatán, Monaquito, Escuque y La Palma. Esta sistematización de procesos, basada en los instrumentos Matriz Causa-Efecto; Matriz Problema-Solución y en el procedimiento para realizar el Análisis Global del Deterioro Agroecológico y Ambiental, constituye una alternativa para llevar a cabo, en forma rápida, sencilla, a bajo costo y con la participación de las comunidades, este tipo de evaluaciones.

El deterioro de los ecosistemas va en contra del desarrollo sostenible de cualquier región. En efecto, dicho deterioro está asociado a diversas combinaciones de factores y procesos degradativos, la mayoría de los cuales son de tipo antrópico, cambiantes en su intensidad, efectos y grado de complejidad, lo que ha motivado el desarrollo de estrategias de uso, manejo y valoración integral de los recursos naturales, basados en los principios rectores de la sostenibilidad ambiental. En este contexto cabe desta-

car el proyecto sobre el Manejo Ambiental y Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Río San Juan (MADESO) promovido por la XIII Cumbre de Presidentes Centroamericanos, celebrada en Panamá en 1992, que sirvió de base para que los gobiernos de Costa Rica y Nicaragua, a través de sus respectivos ministerios ambientales solicitaran al PNUMA y a la OEA la formulación y ejecución de un "Estudio de diagnóstico de la calidad ambiental de la Cuenca del Río San Juan" (cuenca binacional), identificando los principales problemas ambientales pre-

sentes y emergentes en dicha cuenca, cuya incidencia combinada cuestiona la sostenibilidad del desarrollo local y, en última instancia, la calidad de vida de sus habitantes (MARENA, 2004). Estudios similares han sido desarrollados en los últimos 10 años en la ecorregión andina que abarca a Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Es de destacar el trabajo de Arellano *et al.* (2000) relacionado con la determinación de los niveles de pobreza y su vinculación con el deterioro ambiental en la cuenca del río Ángel en Ecuador.

PALABRAS CLAVE / Cuenca Hidrográfica / Deterioro Ambiental / Diagrama de Flujo de Datos / Matriz Causa-Efecto / Matriz Problema-Solución /

Recibido: 16/11/2006. Modificado: 23/05/2007. Aceptado: 05/06/2007.

Edgar J. Jaimes C. Ingeniero Agrónomo, La Universidad del Zulia (LUZ), Venezuela. Agrónomo, Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT-ULA), Venezuela. M.Sc. y Doctor en Ciencia del Suelo, Universidad Central de Venezuela (UCV), Venezuela. Profesor, Núcleo Universitario Rafael Rangel (NURR-ULA) e Investigador, Grupo de Investigación de Suelos y Aguas (GISA), Venezuela. Dirección: Av. Isaías Medina Angarita, Sector Carmona, Trujillo, estado Trujillo, Venezuela. e-mail: jaimes@ula.ve.

José G. Mendoza M. Ingeniero Agrícola, ULA, Venezuela. Agrónomo, CIDIAT-ULA, Venezuela. M.Sc. en Manejo de Cuencas Hidrográficas y en Desarrollo Regional, ULA, Venezuela. Profesor, NURR-ULA, Venezuela. Coordinador, GISA, Venezuela. e-mail: jgmendoz@ula.ve

Neida M. Pineda C. Ingeniera Agrícola, ULA, Venezuela. M.Sc. en Ciencia del Suelo, UCV, Venezuela. Profesora, NURR-ULA e Investigadora, GISA, Venezuela. e-mail: pineida@ula.ve

Yalitza T. Ramos G. Licenciada en Comunicación Social, LUZ, Venezuela. M.Sc. en Desarrollo Regional, ULA, Venezuela. Profesora, Universidad Bolivariana de Venezuela, Venezuela. e-mail: yalitzar3@hotmail.com

En Venezuela se han aplicado algunas metodologías en estudios socioeconómicos, agrícolas, de sanidad pública y en aspectos educativos, como parte de los diagnósticos y evaluaciones de calidad de vida en comunidades ubicadas en el ámbito rural o periurbano. González *et al.* (2004) aplicaron una matriz Causa-Efecto en la formulación de proyectos estratégicos para el desarrollo rural de la comunidad "La Zuliana", en el municipio Rosario del estado Zulia, Venezuela, con el propósito de evaluar la situación de las organizaciones campesinas para acelerar el cambio social e incentivar la eliminación del paternalismo del Estado. Según estos autores es indispensable la incorporación y participación de la base social organizada en los proyectos, para que puedan ser capaces de transformar y orientar su proceso de desarrollo. El procedimiento metodológico se inicia con un proceso de aprendizaje e intercambio de conocimientos entre los investigadores y la comunidad. Luego se continúa con la recolección de la información por medio de una encuesta diseñada en conjunto con la comunidad en un taller vivencial. Finalmente, se aplica un diagrama Causa-Efecto realizado por los investigadores y la comunidad, determinándose como causas prioritarias las evidenciadas por la comunidad y luego, sin ningún orden de prioridad, las detectadas por los investigadores. Recientemente, Jaimes *et al.* (2006) aplicaron una metodología multifactorial y participativa para evaluar el deterioro agroecológico y ambiental en dos subcuencas pertenecientes a la cuenca del río Motatán, estado Trujillo. Sin embargo, hasta el presente se desconoce la existencia de un procedimiento racional que permita sistematizar los procesos implícitos en el análisis del deterioro agroecológico y ambiental.

Para diseñar este procedimiento se consideraron tres modelos. El primero fue elaborado por Fuentes (1992) para evaluar los suelos de pequeñas unidades de producción que carecían de información básica de suelos. Luego, Pineda (1998) elaboró otro modelo para definir tipos (clases) de suelos en forma sencilla, de manera que sean identificables por

agrotécnicos y/o agricultores avanzados, en lapsos más breves y a costos inferiores a los esperados con estudios de suelos convencionales. Posteriormente, Pineda *et al.* (2004) definieron un tercer modelo que permitió el reconocimiento, descripción y medición de las variables cualitativas y cuantitativas del agua subterránea, del acuífero y de la estructura del pozo construido para extraerla mediante bombeo.

El objetivo general del presente trabajo es presentar una sistematización de procesos cualitativos y cuantitativos, con la finalidad de evaluar el deterioro agroecológico y ambiental de una cuenca hidrográfica, utilizando el conocimiento local que poseen las comunidades que habitan en ella.

Metodología

Para obtener la sistematización de procesos objeto de este trabajo se empleó la metodología de los Diagramas de Flujo de Datos (DFD) propuesta por Eckols (1987) y la metodología multifactorial y participativa definida por Jaimes *et al.* (2006), utilizada esta última en tres subcuencas pertenecientes a la cuenca del río Motatán, entre los estados Mérida y Trujillo, Venezuela. Las áreas de estudio seleccionadas fueron:

a) Subcuenca Alto Motatán, municipio Miranda, estado Mérida, en la cual se seleccionaron cuatro comités de riego (El Rincón de La Venta, Cruz Chiquita, Alisal-El Pedregal y El Rincón del Picacho). Esta subcuenca se ubica entre 70°42'30" y 70°38'38"O, y entre 9°00'00" y 8°50'36"N. La zona de vida varía (Ewel *et al.*, 1976) de bosque húmedo montano (bh-M) a páramo subalpino (p-SA).

b) Subcuencas medias de los ríos Escuque y La Palma, municipio Escuque, estado Trujillo, donde se estudiaron las microcuencas Río Blanco y El Socorro, respectivamente. Estas microcuencas pertenecen (Ewel *et al.*, 1976) a las zonas de vida bosque húmedo premontano (bh-P) y bosque muy húmedo premontano (bmh-P), respectivamente, y están ubicadas entre 70°48'20" y 70°38'05"O, y entre 9°14'32" y 9°19'15"N.

c) Subcuenca baja del río Monaquito, municipio Pampán, estado Trujillo, seleccionándose el sector correspondiente a la microcuenca Quebrada La Catalina, ubicada entre 70°24'09" y 70°28'37"O, y entre 9°25'23" y 9°28'07" N. Corresponde (Ewel *et al.*, 1976) a la zona de vida bosque húmedo premontano (bh-P).

Desarrollo

Elaboración del DFD de análisis

En la Figura 1 se muestra el DFD de análisis, donde los procesos (P1-P4) se representan por formas elípticas y los archivos (1-4) por líneas paralelas horizontales. Este DFD de análisis está conformado por 4 procesos, 4 archivos de almacenamiento de información y flujos de datos (flechas) que transitan dentro del sistema o entre éste y su entorno.

P1. Este proceso se activa al iniciar el análisis del deterioro agroecológico y ambiental del área seleccionada, a solicitud de usuarios específicos o por iniciativa de otros usuarios. Particularmente, es importante el apoyo de la investigación de campo, ya que en esta etapa se recopila, selecciona y evalúa la información que aportan los usuarios junto con el apoyo bibliográfico, considerando los objetivos de la planificación. Cuando la información satisface completamente los

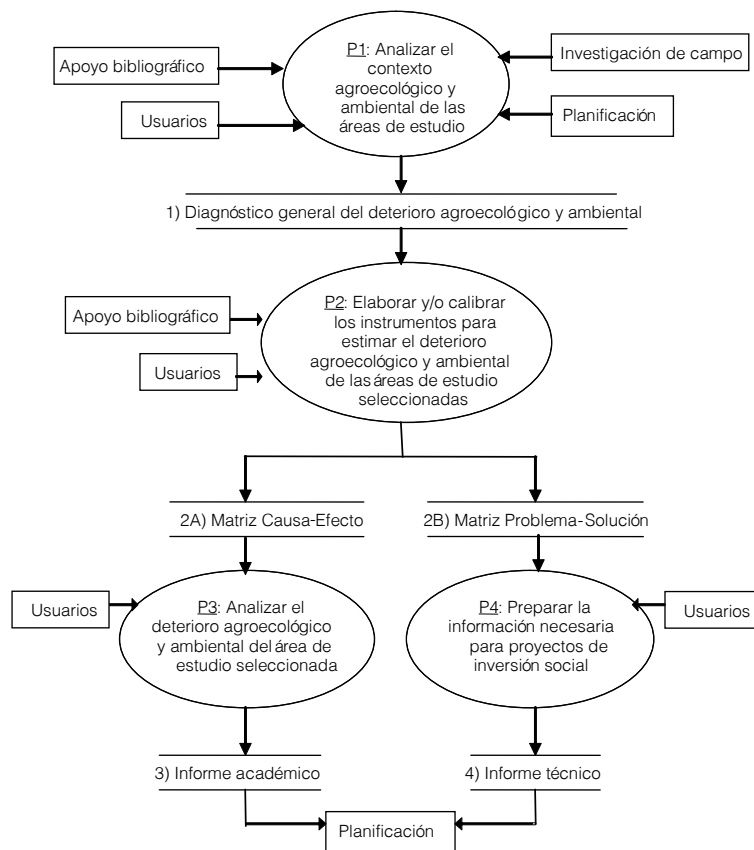


Figura 1. Diagrama de Flujo de Datos de análisis.

requerimientos del sistema se almacena en el archivo 1 (Diagnóstico general del deterioro agroecológico y ambiental).

P2. Se inicia a partir de la información almacenada en el archivo 1. Para ello es necesario planificar talleres vivenciales con los usuarios que hacen vida en los sectores bajo estudio, cuyo propósito es el de elaborar y

aplicar las matrices Causa-Efecto y Problema-Solución, y utilizar el apoyo bibliográfico disponible. Las matrices obtenidas de este proceso de calibración se almacenan en los archivos 2A (Matriz Causa-Efecto) y 2B (Matriz Problema-Solución).

P3. Consiste en calcular el grado de deterioro agroecológico y ambiental que expre-

san cada uno de los sectores en estudio, a partir del archivo 2A. Este grado de deterioro se determina a través de una escala de valoración que se indicará más adelante. El producto final del proceso es el archivo 3 (Informe académico), que tiene como receptores a los usuarios y podrá ser utilizado con fines de la planificación de otros estudios similares.

P4. Su propósito es elaborar los informes técnicos para la formulación y ejecución de los proyectos de inversión social de acuerdo con los principales problemas señalados por las comunidades. Para ello es necesario utilizar la información contenida en el archivo 2B, teniendo como fuente a los usuarios. Estos informes técnicos sirven de apoyo a los fines de la planificación de estudios similares y útiles para otros sectores vecinos.

Construcción de los DFD expandidos

En estos DFD expandidos los subprocesos siguen estando representados por formas elípticas y están identificados con el número arábigo correspondiente a cada proceso, seguido de una letra minúscula. Los archivos están identificados con un número arábigo seguido de una letra mayúscula. Según Eckols (1987), estos DFD expandidos permiten una mejor comprensión, a nivel funcional, de cada uno de los procesos. En cada expansión se mantienen los flujos de información de los DFD iniciales, expresados con mayor detalle.

En la Figura 2 se presenta la expansión del proceso P1 (Analizar el contexto agroecológico y ambiental de las áreas de estudio seleccionadas) y del proceso P2 (Construir y calibrar los instrumentos para estimar el deterioro agroecológico y ambiental de las áreas de estudio seleccionadas). P1 está constituido por tres subprocesos y P2 por 4 subprocesos, a saber:

Subproceso 1a. Su activación es producto de la necesidad de realizar estudios cuyos objetivos han sido delineados dentro de una planificación, o bien cuando los usuarios solicitan la atención institucional, a los fines de evaluar la problemática agroecológica y ambiental de un sitio determinado. Esta iniciativa conducirá a la delimitación y ubicación de una o varias áreas de acuerdo a la gravedad o intensidad de los problemas a analizar y resolver. La información generada por este subproceso es insumo para el archivo 1A (Áreas bajo estudio).

Subproceso 1b. Con base en el archivo 1A se activa este subproceso que tiene como fuente de información el apoyo bibliográfico, constituido por toda la información de suelos, geológica, geomorfológica, climática, hidrológica, agroecológica, geográfica,

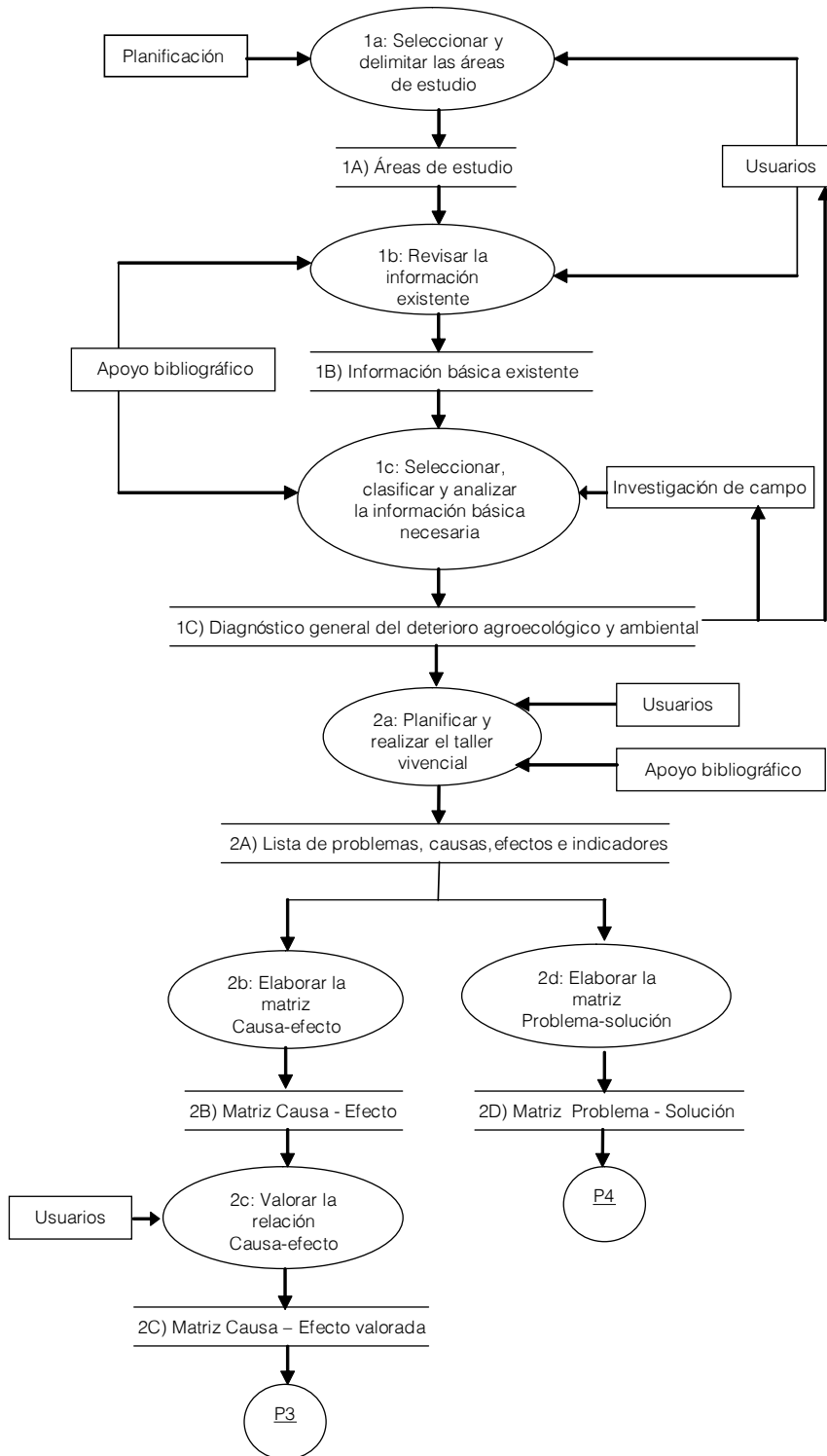


Figura 2. Expansión del proceso P1: Analizar el contexto agroecológico y ambiental de las áreas de estudio seleccionadas, y del proceso P2: Construir y calibrar los instrumentos para estimar el deterioro agroecológico y ambiental de las áreas de estudio seleccionadas.

político-administrativa, socioeconómica y de tipos de uso de la tierra, generada en la totalidad de las subcuencas y microcuencas bajo estudio, así como la aportada por los usuarios vinculados con las áreas de estudio. Esta información se recoge en el archivo 1B (Información básica existente).

Subproceso 1c. Su objetivo es llevar a cabo una selección, organización y revisión interpretativa de la data específica relacionada directamente con la problemática que se quiere considerar en las áreas muestra seleccionadas. Requiere del archivo 1B, de la investigación de campo que se haya realizado previamente, complementado con información adicional proveniente del apoyo bibliográfico. La información generada por este subproceso conduce a la obtención de un diagnóstico general del deterioro agroecológico y ambiental de dichas áreas, la cual es almacenada en el archivo 1C (Diagnóstico general del deterioro agroecológico y ambiental). Este archivo servirá de fuente para la investigación de campo y para los usuarios. También es el activador del proceso P2 (Construir y calibrar los instrumentos para estimar el deterioro agroecológico y ambiental de áreas muestra en estudio).

Subproceso 2a. Consiste en planificar un Taller Vivencial a partir del archivo 1C, con la participación de los usuarios. Para convocar a estos talleres se puede recurrir a las asambleas que llevan a cabo las comunidades organizadas, bajo la forma de comités de riego, cooperativas, juntas vecinales y/o consejos comunales. Otra forma de convocatoria es a través de los modelos de campaña comunitaria (Ramos, 2006), aprovechando el uso debido y oportuno de los medios de comunicación existentes en el área de estudio.

El tiempo de duración de los talleres debe ser lo suficiente como para elaborar las matrices Causa-Efecto y Problema-Solución, que serán los productos finales de la expansión del proceso P2. El objetivo central del subproceso 2a es lograr que en los talleres vivenciales los usuarios lleven a cabo el análisis del deterioro agroecológico y ambiental con base en la identificación de las causas y efectos a partir de una serie de indicadores. Como ejemplo, los indicadores por causas (C1-C9) y efectos (E1-E7) propuestos por Mendoza (2005), aplicables para las condiciones de la subcuenca Alto Motatán, se listan a continuación.

C1. Asistencia técnica en agricultura y ambiente: estaciones experimentales y parcelas demostrativas; oficinas técnicas y asesoras para los productores y comunidad; proyectos de investigación por parte de entes públicos y privados; planes o programas de inversión para el desarrollo integral; centros de acopio y almacenamiento de cosechas;

centros de procesamiento y manejo postcosecha; centros de comercialización y mercadeo de cosechas.

C2. Plan de ordenamiento territorial del municipio: jerarquización de problemas y prioridades espaciales; zonificación de predios urbanos, periurbanos y rurales; inventario de los recursos naturales; capacidad de carga humana; sensibilidad y resiliencia del entorno ambiental y de sus componentes; oficina municipal de catastro.

C3. Gerencia técnica y cogestión en asuntos agroecológicos y ambientales: desempeño de los directores de organismos gubernamentales; evaluación de actividades productivas conservacionistas; participación de la comunidad en la toma de decisiones.

C4. Asistencia jurídico-legal en materia agraria y ambiental: frecuencia y cambios en la intensidad de uso de la tierra; desempeño de los funcionarios que fiscalizan la tenencia y usos de la tierra en el ámbito municipal; aplicación de sanciones a delitos agrarios y ambientales; observancia de leyes, reglamentos y ordenanzas.

C5. Capacitación agrícola y ambiental: cursos de capacitación, ampliación o actualización; talleres vivenciales o días de campo; desempeño de las instituciones que tienen a cargo la capacitación; preparación del personal para llevar a cabo la capacitación; actualización y pertinencia de los contenidos temáticos.

C6. Presupuesto para atender la problemática agroecológica y ambiental: monto asignado a proyectos de inversión con impacto social y ambiental; planes de inversión en proyectos productivos a corto y mediano plazo; relación costo-beneficio social de los proyectos; oportunidad de créditos bancarios con bajos intereses; tiempo de retorno de la inversión en proyectos productivos.

C7. Eventos climáticos inesperados y extremos: lluvias intensas y prolongadas, acompañadas de procesos catastróficos; período de retorno de lluvias extremas; velocidad y dirección del viento dominante; frecuencia de los períodos de sequía prolongados; caudal de estiaje y su variación en ríos y quebradas.

C8. Comunicación social para el desarrollo integral sostenible: medios de comunicación social; campaña comunicacional comunitaria; programas de educación a distancia; sinergia dentro y entre comunidades; transferencia tecnológica.

C9. Operación y mantenimiento de infraestructura de apoyo a la producción agrícola y de conservación ambiental: cronograma para el control de turnos de riego; equipamiento y mantenimiento de obras hidráulicas (riego y drenaje), de obras conserva-

cionistas, de obras de vialidad, de obras agroindustriales y de obras para el saneamiento ambiental.

E1. Avance de la frontera agrícola en forma desordenada: vigilancia, control y reporte por parte de los organismos oficiales; deforestación o tala y quema del bosque primario o secundario; censo agrícola; evidentes procesos de erosión del suelo; delimitación de zonas protegidas; inequidad o exclusión social.

E2. Torrencialidad en ríos y quebradas: registros de gastos o caudales de ríos y quebradas; inundaciones o desbordamientos de ríos y quebradas; colmatación en drenajes naturales.

E3. Conflictos de uso por inadecuado manejo de los cultivos y de los recursos naturales: incumplimiento en los turnos de riego; apropiación indebida de las fuentes de captación de agua; inequidad o exclusión social; tenencia y cambios en la intensidad de uso de la tierra; cultivos en pendientes superiores al 35%; contaminación creciente y sostenida de los recursos naturales; manejo de los desechos contaminantes.

E4. Productividad y eficiencia de los Sistemas de Producción Agrícola (SPA): costos de producción; rendimientos de los SPA; calidad de la producción agrícola; beneficios económicos, financieros, ambientales y sociales; pérdida de las cosechas.

E5. Migración de la población con poco retorno a su sitio de origen: censo poblacional; inequidad o exclusión social; fuentes de empleo; centros educativos en la comunidad o cerca de ella; centros de recreación, diversión y esparcimiento o entretenimiento.

E6. Desvalorización de los paisajes: flujo de turistas; manejo de los desechos sólidos; construcción de infraestructura que desarmoniza con el paisaje; equipamiento y mantenimiento de la vialidad y otros servicios públicos; valores estéticos y culturales.

E7. Calidad de vida en el medio rural: enfermedades infectocontagiosas y malformaciones congénitas en la población; ingresos financieros para la economía popular; desempleo y subempleo; desnutrición; analfabetismo; niñez abandonada; alcoholismo; deserción escolar; condiciones de la vivienda y de los servicios básicos comunitarios (electricidad, agua potable, transporte y telefonía, entre otros).

El producto final de este subproceso es almacenado en el archivo 2A (Lista de problemas, causas, efectos e indicadores).

Subproceso 2b. El propósito de este subproceso es elaborar, a partir del archivo 2A, una tabla de doble entrada en la que cada una de las Causas listadas por

los usuarios en los talleres es ingresada en las filas, mientras que los Efectos corresponden a las columnas. Esta matriz de doble entrada conforma el archivo 2B (Matriz Causa-Efecto). El modelo de Matriz Causa-Efecto aplicada como instrumento de análisis del deterioro en cada una de las áreas muestra seleccionadas ha sido presentado por varios autores (Mendoza, 2005; Linares, 2005; Ramos, 2006; Escalona *et al.*, 2006; Jaimes *et al.*, 2006).

Subproceso 2c. La valoración de la relación Causa-Efecto se basa en una escala empírica que comprende cinco niveles de valoración: 1 representa una relación mínima, 3 leve, 5 moderada, 7 elevada y 9 es el valor máximo de ponderación. Según Jaimes *et al.* (2006), esta escala permite estimar la intensidad de la relación Causa-Efecto; es decir, la fuerza o poder con el cual actúa un factor o proceso degradativo y la respuesta que, en términos de resistencia o capacidad de sustentación, soporte o carga, tiene el sistema para mantener en un nivel adecuado la resiliencia y, en consecuencia, su vulnerabilidad o riesgo de deterioro. Uno de los principios utilizados para definir esas categorías está basado en el concepto de capacidad de carga humana (CCH) propuesto por Iskandar (1999), el cual debe ser entendido como una definición global que involucra las dimensiones ecológicas, sociales, económicas y políticas de la sustentabilidad de cualquier ecosistema. En la Tabla I se puntualizan estos criterios de valoración. Sin embargo, los usuarios valoran la relación de cada causa con cada efecto de acuerdo al conocimiento y experticia que tenga cada miembro de la comunidad y la de los técnicos que participen en el taller. La información generada se almacena en el archivo 2C (Matriz Causa-Efecto valorada).

Subproceso 2d. Con base a la información aportada por los usuarios y del archivo 2A (Lista de problemas, causas, efectos e indicadores) se activa este subproceso, cuyo objetivo es construir una tabla en la que se presenten los Problemas y un listado de Soluciones a los mismos (archivo 2D).

TABLA I
CRITERIOS UTILIZADOS PARA CUANTIFICAR LA INTENSIDAD DE LA RELACIÓN CAUSA-EFECTO

Escala	Intensidad de degradación	Relación al rango de tolerancia
1	Inapreciable	Muy por debajo de CCH
2 ó 3	Ligera (<25% del área)	Por debajo de CCH
4 ó 5	Moderada (25-50% del área)	Dentro del rango de CCH
6 ó 7	Evidente (50-75% del área)	Por encima de CCH, recuperable
8 ó 9	Casi total (>75% del área)	Por encima de CCH, no recuperable*

* Su rehabilitación requeriría cuantiosas y continuas inversiones. CCH: capacidad de carga humana.

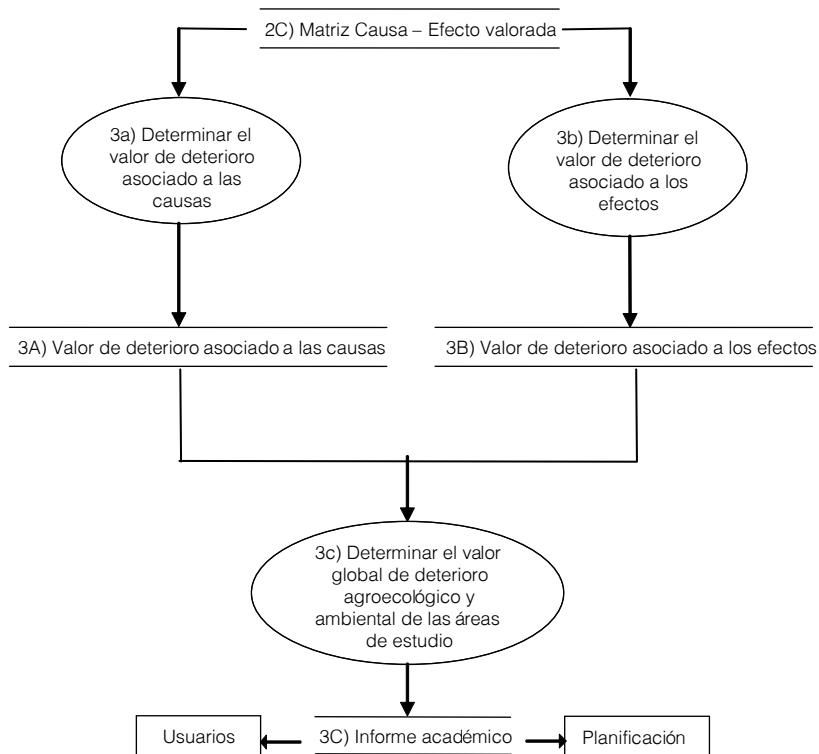


Figura 3. Expansión del proceso P3: Analizar el deterioro agroecológico y ambiental de las áreas de estudio seleccionadas.

La Matriz Problema-Solución se elabora con el propósito de incorporar un conjunto de soluciones a los problemas identificados, partiendo de las propuestas indicadas por los miembros de la comunidad y los representantes de otras instancias relacionadas con la problemática ambiental en consideración. En Mendoza (2005), Linares (2005), Ramos (2006), Escalona *et al.* (2006) y Jaimes *et al.* (2006) se pueden observar los modelos de esta matriz para cada una de las áreas muestras seleccionadas en la cuenca del río Motatán.

En la Figura 3 se presenta la expansión del proceso P3 (Analizar el deterioro agroecológico y ambiental de las áreas de estudio seleccionadas), constituido por cuatro subprocesos; esto es:

Subproceso 3a. Consiste en aplicar una relación empírica definida por Jaimes *et*

al. (2006), con el fin de calcular el Valor de Deterioro asociado con las Causas, a partir del archivo 2C.

Subproceso 3b. Su propósito es aplicar una relación empírica, también propuesta por Jaimes *et al.* (2006), para calcular el Valor de Deterioro asociado con los Efectos. La activación de este proceso tiene lugar a partir del archivo 2C.

Subproceso 3c. La activación de este subproceso tiene lugar a partir de los archivos 3A (Valor de deterioro asociado a las causas) y 3B (Valor de deterioro asociado a los efectos). Consiste en comparar el valor global del deterioro agroecológico y ambiental del área de estudio con los rangos de deterioro global indicados en la Tabla II, a partir de la cual es posible estimar su sustentabilidad agroecológica y ambiental. La información generada durante este subproceso se almacena en el archivo 3C (Informe académico).

En la Figura 4 se presentan los valores globales de deterioro agroecológico y ambiental para las áreas muestra seleccionadas en la cuenca del río Motatán, obtenidos por Mendoza (2005), Escalona *et al.* (2006) y Jaimes *et al.* (2006), como resultado de la aplicación de las matrices Causa-Efecto y de las ecuaciones 1 y 2 de Jaimes *et al.* (2006). Se puede observar que la microcuenca La Catalina exhibe un mayor índice de deterioro que las otras áreas muestra. De

TABLA II
CLASIFICACIÓN DE LOS RANGOS DE DETERIORO GLOBAL Y SU RELACIÓN
CON EL GRADO DE SOSTENIBILIDAD AGROECOLÓGICA Y AMBIENTAL EN
ZONAS MONTAÑOSAS

Deterioro global	Interpretación
Mínimo (<10%) Muy alta sostenibilidad	Tierras muy aptas para cualquier uso agroecológico, con o sin riego. Mínimo riesgo de deterioro de los recursos naturales (RN). Sin rasgos de erosión hídrica. Suelos con alta capacidad de uso productivo y espesor superficial >25cm. Topografía plana o pendientes <3%. Óptima calidad del agua para riego y nivel freático >2m. Volumen de piedras a remover <20m ³ /ha o separación entre afloramientos rocosos >60m.
Ligero (10-25%) Alta sostenibilidad	Tierras aptas para cualquier uso agroecológico, con o sin riego. Bajo a moderado riesgo de deterioro de RN. Suelos con buena capacidad de uso productivo, pero con pérdida de suelo <25% del espesor del epipedón. Signos de erosión con pocos canales o surcos espaciados requiriendo del uso de prácticas conservacionistas que pueden ser asumidas con asesoría de un experto. Pendientes de 3-8%. Buena a óptima calidad del agua de riego y nivel freático de 1-2m. Volumen de piedras a remover <48m ³ /ha o separación entre afloramientos de 30-60m.
Moderado (25-50%) Moderada sostenibilidad	Tierras moderadamente aptas para usos agroecológicos específicos (horticultura, frutales, turismo, forestales y agroforestales), con apoyo de servicios e infraestructura vial, habitacional y riego presurizado. Moderado riesgo de deterioro de RN. Suelos con moderada capacidad de uso productivo y pérdida de 25-75% del epipedón. Se evidencian mezclas de horizonte A con materiales de horizontes sudyacentes. Zonas con patrones intrincados de erosión en surcos y cárcavas. Topografía ondulada con pendientes de 8-32%. Moderada a buena calidad del agua de riego y nivel freático de 1-1,5m. Volumen de piedras a remover <95m ³ /ha o separación entre afloramientos de 15-30m.
Fuerte (50-75%) Baja sostenibilidad	Tierras poco aptas para usos agroecológicos específicos (ver fila anterior) con apoyo de servicios en infraestructura vial, habitacional, riego presurizado. Alto o muy alto riesgo de deterioro de RN. Suelos con baja capacidad de uso productivo por pérdida promedio del 75% del epipedón. Capa arable constituida en su mayor parte por materiales subyacentes a los del epipedón. Alta probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa (derrumbes, aludes o avalanchas) que pueden ocasionar pérdidas en bienes, servicios y vidas humanas, requiriendo de obras conservacionistas. Topografía ondulada o quebrada con pendientes de 32-64%. Moderada calidad del agua de riego y nivel freático de 0,5-1m. Volumen de piedras a remover <133m ³ /ha o separación entre afloramientos de 9-15m.
Severo (>75%) Insostenible	Tierras no aptas para usos agroecológicos. Aptas para usos conservacionistas (parques nacionales, monumentos naturales y ABRAE). Muy alto riesgo de deterioro de RN. Suelos improductivos caracterizados por falta de epipedón y por afloramiento del mismo, característica que no aplica para ecosistemas naturales o poco intervenidos. Suelo original solo identificable en áreas aisladas. La mayor parte del área exhibe un patrón intrincado de cárcavas. Procesos erosivos masivos (derrumbes, aludes o avalanchas) aumentan con lluvias fuertes o intensas cortas, o largas de poca intensidad. Topografía quebrada con pendientes >64%. Baja (no apta) calidad del agua para el riego y del nivel freático <0,50m. Volumen de piedras a remover >133 m ³ /ha o separación entre afloramientos <9m.

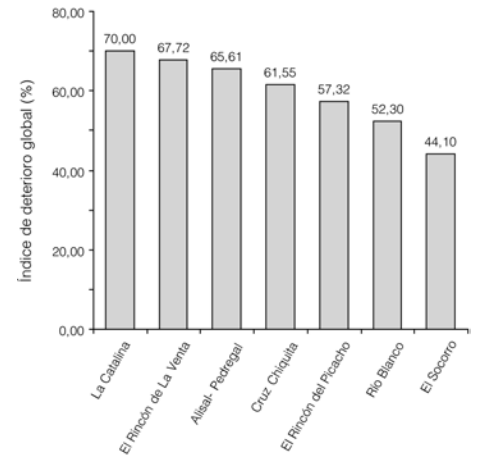


Figura 4. Índice de deterioro agroecológico y ambiental en las áreas muestra seleccionadas en la cuenca del río Motatán.

acuerdo con los criterios señalados en la Tabla II, seis de estas áreas presentan un fuerte deterioro global (50-75%) y por lo tanto muestran una baja sostenibilidad agroecológica y ambiental. La microcuenca El Socorro, con un índice de deterioro de 44,10% resultó con un moderado deterioro y una moderada sostenibilidad.

En la Figura 5 se presenta la expansión del proceso P4 (Preparar la información necesaria para proyectos de inversión social), constituido por tres subprocesos:

Subproceso 4a. Con base en el aporte de información proveniente de los usuarios y del archivo 2D se determina la factibilidad para dar respuesta a cada una de las soluciones propuestas. En la Tabla III se muestran los criterios para estimar el grado de factibilidad de una solución dada. La información obtenida de este subproceso se almacena en el archivo 4A (Nivel de factibilidad de la(s) solución(es)).

Subproceso 4b. Consiste en ordenar las soluciones propuestas por los participantes en los talleres, atribuyéndole prioridad de acuerdo a la mayor factibilidad de ser ejecutada, con la colaboración de los usuarios. La activación de este subproceso tiene lugar a partir del archivo 4A. La información obtenida se almacena en el archivo 4B (Lista de soluciones seleccionadas).

Subproceso 4c. Su objetivo es elaborar un documento contentivo de los resultados obtenidos en los talleres, así como de las principales conclusiones y recomendaciones que se sugieren a la comunidad objeto de estudio, relacionadas con las soluciones a considerar para atender los problemas indicados por los miembros de las mismas. La activación

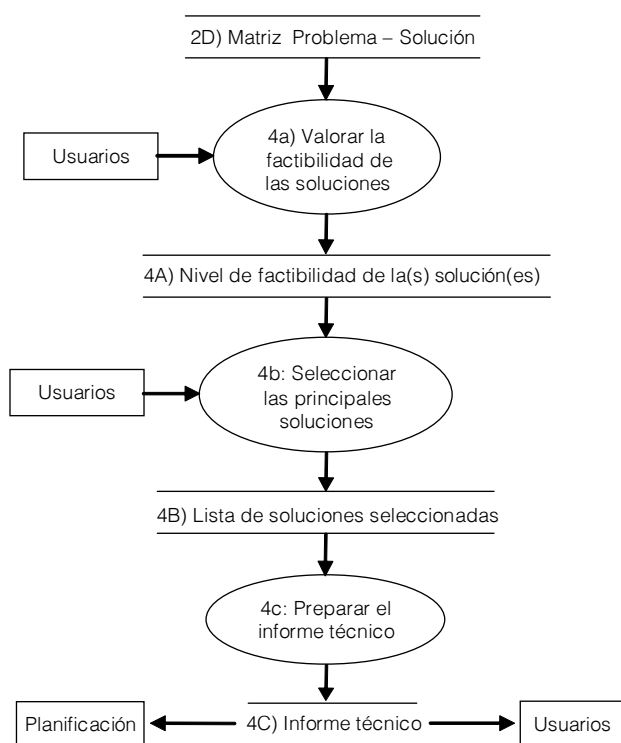


Figura 5. Expansión del proceso P4: Preparar la información necesaria para proyectos de inversión social.

TABLA III
CRITERIOS UTILIZADOS PARA VALORAR EL GRADO DE FACTIBILIDAD DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS

Grado de factibilidad	Criterios	Valoración
Muy factible	Soluciones a muy corto plazo (menos de 1 año) Recursos financieros disponibles en forma inmediata, provenientes de la misma comunidad o comité de riego No se requiere de diseños de ingeniería Asesoría técnica no especializada, disponible en la comunidad No requiere de normativa específica	1
Factible	Soluciones a corto plazo (1 - 2 años) Recursos financieros no disponibles en lo inmediato porque provienen de organismos crediticios regionales o nacionales (banca privada o entes gubernamentales) Requieren de un proyecto de inversión Asesoría técnica especializada, disponible en la región Requiere de normativa específica municipal	2
Moderadamente factible	Soluciones a mediano plazo (2 - 4 años) Requiere de proyectos financiables a través de créditos internos provenientes de organismos nacionales (ministerios y empresas del Estado) Necesitan de asesoría técnica especializada, disponible en el país Requiere de normativa específica regional aprobada por el Consejo Legislativo	3
Poco factible	Soluciones a largo plazo (más de 4 años) Requiere de proyectos financiables a través de créditos externos cofinanciados por el Ejecutivo Nacional (ministerios y empresas del Estado) Necesitan de asesoría técnica especializada, disponible en el país y en el exterior Requiere de normativa específica nacional aprobada por la Asamblea Nacional	4

Modificado de Jaimes *et al.* (2006).

de este subproceso tiene lugar a partir del archivo 4B y la información generada se almacena en el archivo 4C (Informe técnico), que puede ser aprovechada por otros usuarios y en actividades de planificación.

Conclusiones

1- El modelo sistematizado propuesto constituye una metodología útil para realizar diagnósticos generales y/o análisis específicos relacionados con el deterioro agroecológico y ambiental de un área determinada, a partir de la utilización de información existente y la generación de información adicional, teniendo como principal fuente a las comunidades que habitan en ella.

2- La

matriz Causa-Efecto que sirvió de base instrumental para elaborar esta metodología constituye una herramienta sencilla de aplicar y fácil de entender por parte de los usuarios interesados en el análisis del deterioro agroecológico y ambiental en cuencas hidrográficas, toda vez que se utilizaron para su identificación o reconocimiento un conjunto de elementos, factores y procesos indicadores que son de uso común por parte de las comunidades, lo cual posibilita el establecimiento de relaciones Causa-Efecto y, así, la determinación del grado de incidencia de las Causas y los Efectos en dicho deterioro.

3- La propuesta metodológica desarrollada facilita la determinación de acciones o prácticas de uso orientadas a un mejor manejo o control de los problemas agroecológicos y ambientales que más afectan a la comunidad según el grado de factibilidad de estas soluciones, definido de acuerdo con la disponibilidad de recursos financieros, asesoría técnica requerida por aquellas y otros criterios institucionales y jurídicos.

4- El procedimiento presentado representa un aporte técnico, académico y científico al alcance de cualquier comunidad con la finalidad de determinar el grado de sostenibilidad agroecológica y ambiental de su entorno ecosocial, utilizando criterios, indicadores o valores-índice fáciles de entender y observar en la realidad de campo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Enrique Ávila por la traducción del resumen al inglés y al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad de Los Andes (ULA) por el financiamiento otorgado (NURR-C-366-04-01-AA).

REFERENCIAS

- Arellano P, Poats S, Proaño M, Crissman C (2000) *Pobreza rural y deterioro ambiental en la cuenca del río El Ángel, Carchi-Ecuador*. CONDESAN. Lima, Perú. www.condesan.org/memoria/EUC0200.PDF
- Eckols S (1987) *Cómo diseñar y desarrollar sistemas de información. Un enfoque práctico al análisis, diseño e implementación de sistemas computarizados*. 2ª ed. Lito-Jet. Caracas, Venezuela. 358 pp.
- Escalona H, Mendoza J, Jaimes E (2006) Análisis de los factores que producen el deterioro ambiental de la microcuenca "Quebrada La Catalina", municipio Pampán, estado Trujillo, Venezuela. *Colección Monografía Se-*

- riada (ULA). N° 9. pp. 47-57.
- Ewel J, Madriz A, Tosi J (1976) *Zonas de Vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico*. 2ª ed. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela. 270 pp.
- Fuentes O (1992) *Una metodología para evaluar el potencial agrícola de las tierras en pequeñas unidades de producción. Lugar de aplicación: Los Cañizos, estado Yaracuy*. Tesis. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 205 pp.
- González B, Peña M, Rincón N, Bustillos L, Urdaneta F (2004) Formulación de lineamientos estratégicos para el desarrollo rural, basado en una metodología participativa. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 21: 398-414.
- Iskandar L (1999) La "Capacidad de carga humana" ¿Es un concepto viable en la evaluación de la sustentabilidad de la tierra? *Interciencia* 24: 26-35.
- terciencia 24: 26-35.
- Jaimes E, Mendoza J, Ramos Y, Pineda N (2006) Aplicación de metodología multifactorial – participativa para evaluar el deterioro agroecológico y ambiental de las subcuencas La Palma y Escuque, estado Trujillo, Venezuela *Interciencia* 31: 720-727.
- Linares J (2005) *Soluciones para reducir el deterioro agroecológico y ambiental aplicando una metodología participativa en la Subcuenca Alto Motatán, estados Mérida y Trujillo, Venezuela*. Tesis. Universidad de Los Andes. Trujillo, Venezuela. 109 pp.
- MARENA (2004) *Manejo ambiental y desarrollo sostenible de la cuenca del río San Juan*. MADESO. Managua, Nicaragua. www.marena.gob.ni/proyectos/madeso.htm
- Mendoza J (2005) *Análisis causa - efecto del deterioro agroecológico y ambiental en cuatro comités de riego, Subcuenca Alto Motatán, municipio Miranda, estado Mérida*. Tesis. Universidad de Los Andes. Trujillo, Venezuela. 109 pp.
- Pineda N (1998) *Definición de tipologías de suelos para la evaluación de tierras de la Planicie Aluvial del río Motatán, estado Trujillo*. Tesis. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 109 pp.
- Pineda N, Jaimes E, Mejías J, Mendoza J (2004) Sistematización de procesos para estudios de afloramientos de pozos de agua subterránea en áreas sujetas a la adquisición de datos sísmicos. *Interciencia* 29: 19-25.
- Ramos Y (2006) *Campaña dirigida a fomentar la comunicación comunitaria entre las comunidades organizadas en comités de riego ubicados en la parroquia La Venta del municipio Miranda de la cuenca alta del río Motatán*. Tesis. Universidad de Los Andes. Trujillo, Venezuela. 94 pp.

PROCESS SYSTEMATIZATION FOR THE ANALYSIS OF AGRO-ECOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL DEGRADATION ON RIVER BASINS

Edgar J. Jaimes C., José G. Mendoza M., Neida M. Pineda C. and Yalitz T. Ramos G.

SUMMARY

A methodological proposal based on the Data Flow Diagrams (DFD) is presented with the purpose of evaluating the agro-ecological and environmental deterioration in a given area, using the knowledge of the local population. The basic premise leading this methodology is to consider the human being not just as a producer but as the recipient of the impacts (effects) that come from the physical, biological and social environment, considering that a vast part of the negative impacts received are mainly a consequence of their own actions (causes), a situation that conditions life quality of the inhabitants. The basic information used

in this methodological proposal was obtained from three research projects carried out in the Motatán river basin, Mérida and Trujillo states, Venezuela; specifically in the microbasins of Alto Motatán, Monaicito, Escuque and La Palma. This process systematization, based in Cause-Effect matrix, the Problem-Solution matrix and the procedure to perform the Global Analysis of Agroecological and Environmental Deterioration, constitute an alternative to carry on, in a fast and simple way, at low cost, and with the participation of the communities, this kind of evaluations.

SISTEMATIZAÇÃO DE PROCESSOS PARA A ANÁLISE DO DETERIORO AGROECOLÓGICO E AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

Edgar J. Jaimes C., José G. Mendoza M., Neida M. Pineda C. e Yalitz T. Ramos G.

RESUMO

Apresenta-se uma proposta metodológica estruturada com base nos Diagramas de Fluxo de Dados (DFD), com a finalidade de avaliar o deterioro agro ecológico e ambiental de certa região, utilizando uma metodologia multifuncional e participativa, baseada no conhecimento local que possuem as comunidades que nela habitam. A premissa básica que orienta esta metodologia é considerar ao ser humano não somente como um produtor e sim como um receptor dos impactos (efeitos) provenientes de seu entorno físico, biológico e social, considerando que parte importante dos impactos negativos que recebe são consequência de suas próprias ações (causas), situação que condiciona sua

qualidade de vida. A informação básica utilizada nesta proposta metodológica foi extraída de três projetos de investigação na bacia do rio Motatán, nos estados Mérida e Trujillo, Venezuela; especificamente nas sub-bacias Alto Motatán, Monaicito, Escuque e La Palma. Esta sistematização de processos, baseada nos instrumentos Matriz Causa-Efeito; Matriz Problema-Solução e no procedimento para realizar a Análise Global do Deterioro Agro ecológico e Ambiental, constitui uma alternativa para realizar, em forma rápida, simples, a baixo custo e com a participação das comunidades, este tipo de avaliações.