



Reunión del Consejo Directivo
(Cochabamba y La Paz, febrero 17 a 21 del 2003)

MEMORIA CONDESAN 2002

Quinta Parte:

ANÁLISIS DE POLÍTICAS EN LOS ANDES

Anexo 5.3.

COMO INCORPORAR LA DEPRECIACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES EN LAS CUENTAS NACIONALES. UNA PRIMERA APROXIMACIÓN BASADA EN LA EXPERIENCIA DE CONDESAN EN LOS ANÁLISIS DE LAS UNIDADES DE RESPUESTAS HIDROLÓGICAS (URH).

(Borrador muy preliminar entregado a GTZ para su análisis y recomendaciones. Favor no citar ni publicar)

Rubén Darío Estrada

RESUMEN

Hay varios estudios que muestran la importancia de contabilizar la depreciación de los recursos naturales como un mecanismo útil para tomar decisión sobre la intensidad de uso de los recursos y del verdadero aporte de los mismos a la economía. Hay indicios que habría que considerar entre un 4 y un 10% del PBI como un costo por utilizar los recursos naturales. A pesar de ello hay pocos estudios que se ejecuten en forma sistemática, pues existen dificultades para medir el impacto de cambios en el manejo y uso de la tierra. Los principales están relacionados con la relación existente entre la degradación del suelo y la productividad, los balances hídricos y los cambios atmosféricos y climáticos. Otro aspecto fundamental es como extrapolar, a todo el país, la información cuantificada en algunos estudios de caso, realizados por sectores productivos (forestales, ganadería, cultivos) y generalmente en forma ex-post.

Una revisión de estudios sobre el tema mostró que se podrían mejorar los análisis, si se corregían tres aspectos: 1) La cuantificación del costo de la degradación de suelos que se produce por los fenómenos climáticos, uso de tierra y manejo de suelos en un año específico; 2) La incorporación de los balances hídricos (retención de agua en el perfil, aporte a los caudales y retención de agua en el acuífero superficial); y 3) Identificación de un nivel de análisis que permita hacer una fácil extrapolación de resultados a todo el país.

La metodología propuesta por CONDESAN está orientada a identificar el nivel de análisis donde se pueda integrar y cuantificar más fácilmente la productividad agropecuaria, la degradación del suelo, los balances hídricos y el impacto en los gases invernaderos, corrigiendo de paso la forma precisa de contabilizar en el tiempo los costos y beneficios

CONDESAN ha estudiado cerca de 60 cuencas en la región andina colombiana. Esto ha generado el análisis de cerca de 2200 Unidades de Respuestas Hidrológicas (URH) donde con base en la precipitación, el uso de la tierra, la pendiente, el tipo de suelo y las prácticas de manejo se estima, en forma diaria para períodos de 20 años, cómo ha sido el comportamiento de la retención de agua en el perfil, la escorrentía, el aporte al caudal, la retención de agua en los acuíferos superficiales encargados de los aportes de agua en la época seca, la erosión, y la pérdida de materia orgánica. Con base en esta información se hace una estimación de los diferentes parámetros mencionados y se extrapola a nivel nacional teniendo en cuenta las áreas respectivas reportadas en cada uso de la tierra, por el Ministerio de Agricultura.

Con base en los precios de los fertilizantes y el agua se estima cuál es el costo anual por la utilización de los recursos naturales. En esta primera aproximación se consideraron unos 71.000 000 de hectáreas que corresponden al 52% del territorio nacional. En esta área es donde se están produciendo cambios en el uso de la tierra. por lo tanto es un buen estimativo para todo el país. Cada parámetro se ajusta teniendo en cuenta el Número de Curva de la situación actual con la que se tenía originalmente. El costo total por utilización de los recursos naturales se estimó en 1048 millones de usd que corresponden a un 8,7% del PIB agropecuario y forestal; 552 millones de usd son causados por la erosión y pérdida de materia orgánica y 496 millones son atribuibles a una reducción de la capacidad de retención de agua. Esta primera aproximación se hizo con los datos promedios de 20 años, pero el sistema tiene la facilidad de ajustarlo a un año específico con base en la precipitación anual y el respectivo uso de la tierra.

Para poder implementar el sistema se requiere tener una base de datos sobre las características de las diferentes URH y la precipitación anual. Con esta información se utilizarían modelos de simulación para predecir el comportamiento de los mismos en el año pertinente.

ANTECEDENTES

En el presente documento se acepta que el ambiente es un capital natural que genera un flujo de servicios, que usados en forma sostenible provee un nivel de ingresos y bienestar a quien lo usa. Sin embargo, si el ambiente es usado en forma excesiva o dañado, en el corto o mediano plazo se pierde la habilidad para continuar aportando estos servicios. Bajo este esquema los economistas

tienen que entender qué pasa con los ingresos nacionales y el bienestar cuando este capital natural se deprime y cómo generar alertas tempranas que les permitan a los políticos y hombres públicos tomar decisiones sobre el manejo de los mismos.

La cuantificación de la depreciación de los recursos naturales comenzó a discutirse en los años 30, cuando las materias primas agrícolas tenían bajo valor y sólo unos pocos visionarios identificaron el problema que se presentaría en el futuro. A pesar de todo este tiempo los analistas reconocen que los sistemas actuales de contabilidad son especialmente inadecuados en aquellos países donde los recursos naturales son la principal fuente de ingresos directo o por transformación (Solórzano et al., 1991). Esto conlleva explícitamente a un deterioro mayor del deseado en los sitios del mundo con mayor disponibilidad de recursos naturales. Contabilizando estos aspectos pueden existir grandes diferencias entre el producto nacional bruto. Repetto, en 1989, mostró que el sector agrícola de Java era inferior en 17% y que la tasa de crecimiento de producto interno bruto entre 1971–1984 era del 4% y no del 7% como se reconocía normalmente.

Los principales aspectos que limitan la incorporación de la degradación de recursos en las cuentas nacionales están relacionados con:

1) Cuantificación de la degradación y su impacto en la productividad

Se han tratado de hacer varios esfuerzos para estimar la degradación y el impacto en productividad de la depreciación de los recursos naturales. Los principales están relacionados con:

- **Degradación de los suelos:**

La degradación de suelos es definida como la reducción de la capacidad de suelo para la producción actual o usos potenciales. Esta degradación puede ser examinada desde dos puntos de vista. La sociedad como un todo estaría interesada en valorar la producción agrícola obtenida descontando de la misma la pérdida de fertilidad del suelo y el impacto de sedimentos en acueductos, reservorios y represas, estimando de esta forma el verdadero costo de oportunidad bajo una perspectiva social. Por el otro lado, existe el punto de vista del productor que estaría más interesado en tomar decisiones valorando los recursos utilizados considerando muy pocos las distorsiones generadas en el resto de la región y de la economía.

En la mayoría de los trabajos la cuantificación se hace teniendo en cuenta el punto de vista del productor. Los analistas argumentan que este es el enfoque correcto pues: 1) La mayoría de las decisiones de manejo de recursos naturales está en manos de los productores y es muy poco lo que pueden hacer los gobiernos; y 2) Los problemas de uso de suelo son generalmente muy dependientes de las características biofísicas, las cuales pueden variar sustancialmente aun en áreas pequeñas (Pagiola, 1993). Sin embargo, existen muchos casos en los cuales las externalidades son más importantes que los efectos directos en las parcelas. Bajo estas circunstancias los enfoques tradicionales dejan mucho que desear al frenar inversiones que son muy rentables para toda la sociedad.

Varias prácticas tienden a degradar el suelo a través del tiempo y hay metodologías y estudios de caso que muestran como cuantificar esta pérdida y su impacto en productividad (Elwell y Stocking, 1982; FAO, 1987; Bojo, 1987; Lutz et al., 1994; Solórzano et al., 1991). La mayoría de las experiencias revisadas se centran en la pérdida de suelo como el elemento fundamental y estiman en detalle la disminución que se tendría en el contenido de nutrientes, el pH del suelo y la retención del agua. Para tal fin se utilizan imágenes satélites conteniendo tipos de suelos, uso de tierras y precipitaciones. Con estas tres variables predicen el comportamiento de la productividad de los diferentes cultivos.

La parte más compleja de todo el proceso es relacionar la pérdida de suelo con la reducción de fertilidad y productividad de cultivos específicos. Lo que generalmente tenemos son resultados experimentales para situaciones particulares y las fórmulas de pérdida de suelo han sido muy criticadas por ignorar la calidad de los diferentes horizontes, siendo en estos casos sólo útil para estimar los volúmenes de sedimentación. La situación es compleja pues el impacto en fertilidad y productividad está muy relacionado con el estatus inicial del suelo en materia orgánica, calidad del material parental, y capacidad de retención de agua en el suelo.

En los proyectos más avanzados, la relación entre pérdida de suelo y productividad ha sido estimada con base en modelos de simulación validados en parcelas localizadas en el campo. La pérdida de productividad en los diferentes cultivos se incorpora a través de un modelo de simulación que estima la pérdida de ingreso de la finca cuando la erosión de suelo es proyectada a un período de 10 años. Los resultados a nivel de finca son extrapolados a todo el país, teniendo en cuenta la representatividad de los diferentes tipos de finca (Banco Mundial, 1989; Hufschmidt et al., 1986; Repetto et al., 1989; Brooks et al., 1982; Wiggisns y Palma, 1980; Bishop y Allen, 1989).

En general estos trabajos están realizados en parcelas en fincas y el problema más complejo es cómo extrapolar estos resultados para obtener un valor adecuado para la depreciación que se presenta en todo el país. Esto implica conocer varios estudios de caso en los diferentes sistemas de producción y tener una ponderación de los mismos en la utilización de tierras a nivel nacional.

En los trabajos realizados no fue considerada la sedimentación como un costo o beneficio clave. Fue muy difícil predecir los flujos de escorrentías, las cantidades de sedimento y su distribución espacial. Esto es porque el proceso es demasiado complejo e imposible realizarlo sin un análisis de cuenca. La recomendación pragmática de FAO (1987) es estimar la sedimentación de encuestas, datos experimentales y modelos.

- **El rol del agua en los diferentes ecosistemas**

El rol del agua en los diferentes ecosistemas está muy relacionado con los flujos de aguas en las parcelas y en los cauces. En general la principal dificultad está relacionada con la identificación y valoración del efecto de los flujos de agua en la parte alta y baja de la cuenca. Estos flujos a su vez están relacionados con la precipitación, la temperatura, los tipos de suelo y vegetación. La forma de estimar la producción de agua es construyendo un balance hídrico (precipitación, humedad inicial del suelo, evapotranspiración) en las diferentes Unidades de Respuesta

Hidrológica (URH) en que se divide una cuenca. La escorrentía es estimada como un excedente (cuando el suelo está saturado) entre la intensidad de la precipitación y la conductividad hidráulica saturada de los diferentes horizontes. Una parte importante del agua se percola a través de los horizontes y es retenida en los acuíferos superficiales. Esta acumulación de agua es fundamental para mantener los flujos mínimos en las épocas secas.

Analizar el rol del agua es un proceso complejo, pues implica cuantificar su impacto en la productividad del parcela donde cae la precipitación, los efectos en las parcelas donde se utiliza el agua para procesos de riego y los desastres producidos por crecientes en los cauces. Generalmente el beneficio más importante está relacionado con el impacto en la producción de las parcelas agua abajo y el costo con las actividades en las parcelas aguas arriba. La situación se vuelve más compleja cuando existen reservorios y/o represas que acumulan agua para ser utilizados en épocas específicas. Además de los problemas de sedimentación existe un desfase entre la época en que se realizan los costos (manejo en las parcelas altas) y el momento en que se obtienen los beneficios en las parcelas de riego. Caso similar ocurre con los acuíferos superficiales que liberan el agua en los momentos críticos. En el Fenómeno del Niño estos acuíferos se llenan y sus flujo son utilizados por varios años en las parcelas de riego.

- **Cambios atmosféricos y climáticos**

Según Winpenny (1991), los efectos en cambios climáticos producidos por la deforestación y el manejo del suelo a nivel local y regional son muy controversiales. La remoción de la floresta puede tener un pequeño efecto en algunos microclimas, pero este efecto no puede ser predicho con suficiente exactitud para incluirlo a nivel de finca y/o agroecosistema. A nivel regional los efectos en el clima son muy especulativos como para incluirlos en los análisis de proyectos individuales.

Cada vez se entiende más la contribución de la deforestación y otros cambios en los usos de suelo a las emisiones de gases de invernadero. Sin embargo, un balance adecuado de estas emisiones es poco común en la mayoría de los diferentes sistemas de producción. Para cada uno de ellos se debe conocer la línea base de producción de gases de invernadero y estimar el impacto por cambio en cobertura y manejo. Esto implica que es difícil incluir estos aspectos en los esquemas tradicionales de calcular las cuentas nacionales.

- **Biodiversidad**

Nadie niega la importancia de la compleja interrelación que existe entre especies y ecosistemas y los beneficios existentes para la vida que se reduciría si esta disminuye. Es también vital por el potencial que se tiene de descubrir nuevas especies con gran potencial farmacéutico. Se estima que existe un 25% de probabilidades de descubrir nuevas especies en los bosques tropicales (Pearce, Furtado y Pearce, 1990). Según Winperny no es fácil capturar todos estos beneficios, en forma ex-ante, en los análisis de costo beneficio. El valor de la biodiversidad fue clasificado por Flint (1990) en tres grupos: biodiversidad para uso directo, para usos indirectos y para posible usos futuros. En todos los casos se presentan algunos ejemplos que están muy relacionados con los bosques tropicales de la Amazonía (Peter et al., 1989).

Una de las partes complejas es ponerle valor a los costos y beneficios relacionados con la biodiversidad. Los científicos poseen bancos considerables de recursos genéticos, muchos de ellos no evaluados en profundidad. El valor de la biodiversidad en la floresta es una pequeña parte de todos los recursos que hay que invertir para desarrollar un nuevo producto. Todas estas razones han llevado a que las compañías comerciales están muy poca dispuestas a pagar por conservar la biodiversidad. En la investigación agrícola la experiencia les ha mostrado que el valor de una especie no investigada es muy bajo, aun si el valor particular de un gen específico, es enorme (Flint, 1990).

Ninguno de los trabajos analizados considero en forma especifica el aspecto de biodiversidad.

2) Como incorporar el tiempo en la contabilidad de costos y beneficios por degradación de recursos, de tal forma que sea un reflejo adecuado del desempeño anual de la economía

Las reglas contables del sistema de cuentas nacionales están diseñadas de tal forma que las actividades se registran correctamente desde el punto de vista económico; es decir en el momento en que se realizan. Esto implica cumplir dos reglas: que las transacciones se registran en el momento en que se realizan y se registran a precios corrientes de transacción. Esto da solidez al esquema en el sentido que su aplicación hace que esté correctamente medida, no importa que tan alta es la tasa de inflación (Hill, 2001).

La mayoría de estos trabajos han estado orientados a ajustar las cuentas nacionales a través de un análisis ex-post. Se asume que lo que pasó se repetirá y por lo tanto es lícito descontar montos similares para el futuro. A pesar que esta es la aproximación más común, deja mucho que desear como mecanismo para identificar el desempeño de la economía en un año dado, especialmente cuando existen grandes fluctuaciones en la precipitación, que a su vez está muy relacionada con la degradación de suelos y los balances hídricos.

Se han realizado varios análisis ex-ante para predecir los ajustes que se deberían hacer en el manejo de los recursos naturales, en los diferentes sistemas de producción. En estos casos se han seleccionado los sistemas de producción (Lutz et al., 1991) y/o las fincas como las unidades de análisis, al permitir mas fácilmente predecir cuales serán las decisiones que toma el productor. En estos casos se han dedicado una gran cantidad de esfuerzo a predecir cual sería el comportamiento de varios sistemas bajo diferentes escenarios de condiciones macroeconómicas y a nivel de productor.

METODOLOGÍA PROPUESTA POR CONDESAN

La metodología propuesta por CONDESAN está orientada a identificar el nivel de análisis donde se pueda integrar y cuantificar más fácilmente la productividad agropecuaria, la degradación del suelo, los balances hídricos y el impacto en los gases invernaderos, corrigiendo de paso la forma precisa de contabilizar en el tiempo los costos y beneficios. Esto elementos nos daría una

información más adecuada que la que estamos obteniendo de las metodologías tradicionalmente usadas en las cuentas nacionales.

Los principales aspectos metodológicos son:

1) Selección de las Unidades de Respuesta Hidrológica URH¹, como la unidad de análisis.

En los análisis de cuentas ambientales a través de la metodología de costo- beneficios siempre se han utilizado implícitamente una unidad de análisis. Estas unidades estaban muy relacionadas con la disponibilidad de información de campo que aportaba la investigación agropecuaria y que fue pasando de cultivo, finca, sistema de producción. Los primeros trabajos consideraban el uso de la tierra en 4 ó 5 grupos (floresta, pasturas, cultivos y floresta secundaria) (Solórzano et al., 1991).

Esta aproximación era muy útil cuando la degradación del ambiente se relacionaba en gran medida con la destrucción de recursos forestales tropicales. En la mayoría de los casos se hace una sobre posición de mapas bioclimáticos o zonas de vida, grupos de suelo y pendientes, generalmente a escalas 1:200000. Se utilizan dos mapas de uso de suelo, espaciados unos 15 años y la evolución anual se estima con base en encuestas y/o censos nacionales. Esta metodología puede ser fácilmente aplicada pues existe información secundaria en muchos países para estimar la biomasa. Brown (1984), utilizando datos de las Naciones Unidas y de FAO, estimó que la producción de biomasa en los bosques de Latinoamérica es de 176 t/ha, equivalente a un volumen de 283 m³/ha.

En los países donde la producción agropecuaria es más importante que la forestal se debe utilizar otra metodología. En estas condiciones se requiere conocer el efecto que los cultivos y las prácticas de manejo están teniendo en la productividad, los balances hídricos, la sedimentación y la producción de agua para acueductos y represas. Esto exige trabajar a menores escalas y tener una metodología que estime los trade off entre los diferentes componentes. Los trabajos revisados y mencionados anteriormente concentraron la mayoría de los esfuerzos en estimar el impacto en el sitio donde se produce la intervención, teniendo muy poco en cuenta la externalidades generadas por estas actividades. .

Un buen ejemplo de este enfoque es el trabajo de Repetto et al. (1989) y el de Magrath y Arens (1989), diseñado para ajustar las cuentas nacionales de Indonesia reflejando las pérdidas por erodabilidad en las tierras agrícolas. Se determinaron 5 ecosistemas considerando pendientes y uso de tierra: cultivos de arroz irrigados con baja erosión, cultivos de secano con alta erosión; generalmente en pendientes, bosques naturales y plantados, cultivos permanentes con baja erosión, cultivos de pan coger con moderada a alta erosión. y floresta degradada con alta erosión. La degradación del suelo fue medida con varios proyectos de AID complementados con estimaciones educadas sobre degradabilidad en condiciones similares. Los cultivos de ladera

¹ Se entiende por unidad de respuesta hidrológica –URH. Una área geográfica dentro de una subcuenca donde el comportamiento de la productividad, balances hídricos y generación de la externalidades son similares. Esto ocurre cuando la precipitación diaria, tipo de suelo, pendiente y cobertura son iguales.

fueron separados en dos grupos: los sensibles a la fertilidad del suelo (maíz, soya, nueces, frijoles y arroz de secano) y los poco sensible como la yuca. La relación entre productividad y pérdida de suelo fue estimada para los primeros 25 cm. Los resultados fueron ponderados teniendo en cuenta la distribución de tipos de suelo en toda la isla.

El ejercicio final consistió en relacionar la pérdida de productividad con la disminución de ingresos en un año dado y obtener el valor presente neto de las futuras perdidas, estimadas en 484 millones. El costo efectivo de la erosión, en 10 años, fue del 4% del valor de la producción de los cultivos agrícolas. Adicionalmente algunas externalidades fueron consideradas: la sedimentación de los sistemas de riego, sedimentación de las bahías y de los reservorios. El costo principal fue el de los reservorios donde el resultado fue muy sensitivo al volumen muerto existente. Se estimó que la sedimentación de los principales reservorios redujeron el potencial hidroeléctrico y de riego en entre el 0,5 y 2,3 % anual, dependiendo del volumen muerto. Capitalizando estas pérdidas representaban 75 millones de dólares.

2) Una selección de las URH como unidad básica de análisis tendría las siguientes ventajas.

- **Una mejor identificación de costos y beneficios**

La ventaja de seleccionar las URH es que nos permite integrar la información de productividad, degradación de suelo, generación de sedimentos, balance hídrico y de gases de invernadero, en una misma unidad de análisis. A su vez tener un mayor numero de indicadores para estimar el verdadero costo del uso del recurso y los impactos que se pueden tener cuando se hacen inversiones en el manejo del suelo. En los análisis de cuenca, para cada URH se estima: precipitación, el pico de escorrentía, la conductividad hidráulica saturada, el aporte de agua al acuífero superficial, la retención del agua en el suelo, la erosión, la perdida de nutrientes del suelo y su materia orgánica, el aporte de agua al caudal y la productividad. Según Wipenny 1994, esta sería una de las mejores aproximaciones del valor del deterioro de los recursos naturales en las cuentas nacionales y la principal dificultad siempre ha estado en la disponibilidad de datos para hacer estas estimaciones en forma razonable.

En la figura No 1 se presenta los principales elementos que sistemáticamente se considerarían en las diferentes unidades de respuesta hidrológica. Esto permite tener una buena aproximación a la productividad en la unidad de análisis y a las externalidades generadas. Con variables como la evapotranspiración, los nutrientes del suelo y la disponibilidad de agua en el perfil se podría estimar fácilmente la producción de biomasa y un balance de los gases de invernadero. Todos estos elementos ayudan a tener una mejor identificación espacial y temporal de los costos y beneficios generados por la actividad agropecuaria en las diferentes URH.

- **Un mejor balance entre actividades agropecuarias y floresta.**

Las metodologías anteriores favorecían a los cultivos cuando se trataba de la productividad y la floresta cuando el objetivo era la conservación. Con la metodología de las URH este sesgo se reduce significativamente y se le da la opción a prácticas de manejo dentro de los cultivos que aumenten la productividad permitiendo a su vez incrementar la retención del agua, la infiltración al acuífero que regula los caudales en épocas secas y la reducción de picos en caudales que causan desastres naturales.

- **Un mayor reconocimiento a ecosistemas poco estudiados y/o tenidos en cuenta.**

En toda la región andina el ecosistema de páramo es fundamental. Aporta una parte importante del agua y su destrucción tendría grandes repercusiones en los balances hídricos y de gases invernadero. Estos ecosistemas han sido poco considerados en el pasado, pues la aproximación de producción directa se ven menos favorecidos pero un análisis integrado a través de externalidades mostraría la gran importancia que tiene en toda la productividad agropecuaria. Caso similar sería el de los humedales.

- **Una mejor contabilización de las actividades en el momento en que ocurre.**

El comportamiento de las URH esta muy relacionada con la estructura (suelos, cobertura, pendiente) de cada una de ellas y con la precipitación. Esta última información es tomada en forma diaria en más de 300 estaciones meteorológicas en Colombia, lo cual permitiría tener un panorama más preciso de perfil de evolución de la degradación a través del año y de las principales externalidades (positivas y negativas) generadas por el proceso productivo. Esto permitiría contabilizar anualmente la pérdida neta de recursos y su influencia en la productividad.

Con este esquema las variaciones anuales tienen una gran importancia pudiendo ser los años con mayores productividades los que tendrían a su vez más costos ambientales asociados. Generalmente los años lluviosos se incrementa la productividad pero a su vez tienen a concentrar la mayor proporción de desastres, por picos en caudales, y una mayor degradación del suelo por erosión.

- **Una concentración de mayor información donde los problemas son más importantes y complejos.**

Las URH son las unidades básicas para análisis de cuenca. Estas son más detalladas en aquellas áreas donde se encuentra concentrada la población y donde el trade off entre la utilización de los recursos es más dinámica. En Colombia esto se da generalmente en zonas de ladera donde se integra los páramos, con la productividad agrícola de las laderas y los valles interandinos. En estas zonas es donde el uso del suelo compite por diferentes opciones y donde se producen las grandes externalidades ambientales. En las zonas de bosques tropicales las áreas son más homogéneas y las externalidades tienen un menor valor por la reducida concentración de población.

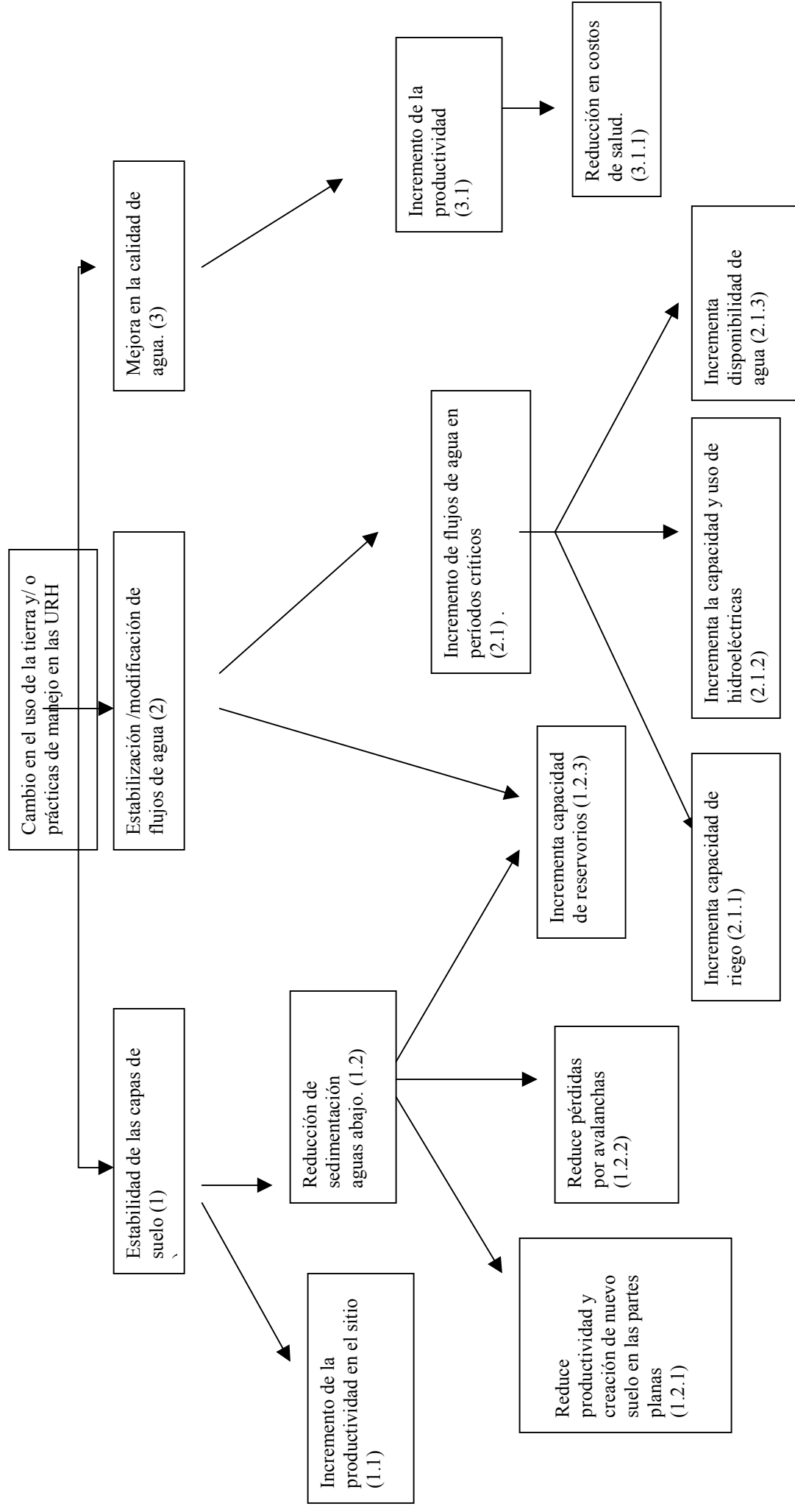
- **Un método ágil de extrapolación e integración de la información.**

Como se mencionó anteriormente, una de las principales dificultades en la cuantificación de la degradación a nivel nacional está relacionada con el proceso de extrapolación. Si la información se obtiene a nivel muy detallado (parcelas de producción y/o finca), la integración de información es muy compleja pues no existe en las estadísticas nacionales información adecuada para saber que tan representativas son las unidades tipos analizadas.

Parece lógico pasar de los enfoques de nivel de finca a los enfoques por URH. Las principales consideraciones son:

- La información por URH estará, cada vez, más disponible. Con la importancia que han adquirido los aspectos ambientales y el desarrollo metodológico y tecnológico, los análisis de cuenca se están volviendo más comunes que los trabajos a nivel de finca. Esto permite tener acceso a una información que no estaba disponible hace 10 años.
- En las metodologías anteriores los costos y beneficios económicos, a nivel de finca, eran una variable proxy de las unidades de respuesta hidrológica localizadas en el área donde se encontraba situada la finca. Si las condiciones eran muy favorables un cultivo sin riego podría tener iguales niveles de productividad que una área regada. Esto se vería reflejado en los costos de producción que se incrementarían sustancialmente en el segundo caso.

Figura No 1- Impacto del uso de tierra y manejo de las Unidades de Respuesta Hidrológica (URH)



3) Utilizar la experiencia e información de CONDESAN para generar una primera aproximación cuantificada en un país de la zona andina.

En los dos últimos años CONDESAN ha realizado unos 60 análisis de cuenca en regiones de montaña en Colombia lo cual ha generado unas 2200 URH. Esto nos permite tener elementos claves para proponer unos 100 agrosistemas montañosos que se caracterizan más en detalle a través del comportamiento de URH que conforman cada agroecosistema. El comportamiento de estas URH se extrapolaría a toda la zona de montaña y laderas teniendo como base los mapas de suelos y uso de la tierra. Para los cultivos semestrales y las pasturas se identificarán, en las diferentes cuencas estudiadas, aquellas URH que más se ajusten a las condiciones climáticas, topografía y de uso de tierra. Para la floresta y las plantaciones forestales se utilizara la URH con este uso de tierra y condiciones climáticas similares.

- **Selección de los principales indicadores de la degradación.**

En el cuadro No 1 se presentan los principales indicadores sugeridos por CONDESAN para estimar la degradación. Todos estos indicadores se cuantifican en las URH. Los cuatro primeros indicadores fueron sugeridos como fundamentales por Benites, Shaxson y Vieira (1996) en el taller de trabajo de FAO sobre Indicadores de Calidad de Suelo y su uso en la Agricultura Sostenible y el Desarrollo Rural. Los señalados con un asterisco requieren análisis de cuenca para estimación adecuada de su magnitud. Los indicadores de crecimiento o reducción de la escorrentía en las tormentas se pueden estimar de la curva de intensidad de caudales realizadas para diferentes escenarios. Este es un trabajo más complejo y por lo tanto no se considera en esta propuesta, pero se harán los esfuerzos para incorporarlos en futuros ajustes. Caso similar sería el balance de gases invernadero y la biodiversidad..

Cuadro 1. Indicadores seleccionados por CONDESAN para estimar la degradación de recursos.

Indicadores
Ganancia o pérdida de nutrientes del suelo
Ganancia o pérdida de materia orgánica
Crecimiento o reducción de la erosión por agua y viento
Incremento o reducción de la acidificación
* Retención de agua en el perfil
* Aporte de agua al caudal en época seca
* Crecimiento o reducción de la escorrentía en las tormentas.
* Balance de gases invernadero
** Biodiversidad

- **Selección de los usos de la tierra más importantes.**

En el cuadro 2 se presentan los principales usos de la tierra en 1986. En total se ha tomado en cuenta cerca de 71 millones de hectáreas que corresponden a un 51% del territorio nacional, donde la presión del hombre es mayor y se producen los cambios más importantes. Para cada uso se han considerados los departamentos donde se tiene más del 80% del área nacional en ese uso.

- **Selección de las URH representativas de los diferentes usos de tierras.**

En el cuadro 3 se presentan las principales variables que caracterizan las URH que conforman los diferentes usos de tierras. Para cada grupo se tiene un promedio y una desviación estandar, lo cual da una idea de la variación de los datos. En algunos casos existe muy poca información y/o esta se encuentra sesgada por condiciones climáticas. Es el caso del cultivo de frijol y el de caña panelera. En el cuadro aparecen los datos básicos obtenidos de los análisis pero para los cálculos finales se utiliza la información que a nuestro criterio se ajusta mejor.

En el caso del frijol se encontraron solo 5 URH con niveles de precipitación cercanos a los 6000 mm/año (en Florencia, Caldas, represa del río La Miel). Esta precipitación es muy alta y por información secundaria sabemos que esta unidad no es representativa. En este caso se tomó la decisión que considera más representativa la información del cultivo de maíz en laderas dado lo común de la existencia de siembras (intercalados, rotaciones, asociados) de los dos cultivos. El otro caso fue el de la caña panelera donde en las cuencas estudiadas se localiza en zonas de alta precipitación. En este caso se tomaron los datos correspondientes a menores precipitaciones así no fueran un promedio de las unidades de respuesta hidrológica que tienen este uso de tierra.

Cuadro No 2. Principales agroecosistemas y su localización

Cultivo	Área / Ha.	Departamentos donde se localiza la producción				
		1	2	3	4	5
Ajonjolí	6163	Córdoba	Bolívar	Magdalena	Tolima	Sucre
Algodón	47500	Córdoba	Tolima	Valle	Vichada	
Arroz riego	233046	Tolima	Meta	Huila	Nort. San	César
Arroz sec. Mecanizado	127257	Meta	Casanare	Bolívar	Arauca	
Arroz sec. Manual	42478	Córdoba	Sucre	Bolívar	Antioquia	
Café	869000	Antioquia	Valle	Caldas	Quindío	Cáuca.
Cebada	6132	Boyacá	Cundina.			
Frijol	12118	Antioquia	Santander	Nariño	Huila	Tolima
Maíz tecnificado	82078	Córdoba	Valle	Sucre		
Maíz tradicional	372551	Bolívar	Córdoba	Antioquia	Boyacá	Nariño
Maní	1789	Tolima	Nariño	Cauca		
Papa	164759	Cundina.	Boyacá	Nariño	Antioquia	
Sorgo	62667	Valle	Tolima	Bolívar	Cundina.	
Soya	33952	Valle	Meta			
Tabaco	4969	Santander	Huila	Boyacá		
Trigo	19058	Nariño	Boyacá			
Banano	40500	Antioquia	Magdalena			
Cacao	95416	Santander	Norte San.	Huila		
Caña de azúcar	174445	Valle	Cauca			
Cana panelera	210858	Boyacá	Santander	Cundina.	Antioquia	
Fique	18311	Cauca	Nariño	Santander		
Ñame	15294	Córdoba	Bolívar			
Palma africana	147878	Meta	Magdalena	César	Santander	Nariño
Plátano	379965	Quindío	Tolima	Meta	Antioquia	Córdoba
Yuca	176944	Bolívar	Antioquia	Santander	Córdoba	Magdalena
Frutales	134278					
Páramos	320000					
Pastos por encima de 2800	945000					
Pastos entre 2000-2800 msnm	600000					
Pastos entre 1500 y 2000 msnm	2000000					
Pasto húmedos entre 800 y 1500	2000000					
Pasto secos entre 800 y 1500	2000000					
Pasto menos 800 msnm	15000000					
Sabanas nativas	26000000					
Bosques eucaliptus	450000					
Bosques cipres	450000					
Bosques Amazonía	10000000					
Bosques del Pacífico	5000000					
Bosques Valles interandinos	1000000					
Bosques entre 800 y 2000	1000000					
bosques entre 2000 y 3000	1000000					
Area total considerada	71244406					

• **Estimación de costo anual de la degradación.**

En el cuadro 4 se presenta la información base para estimar la degradación de recursos. La primera columna muestra el número de agroecosistemas que se deberían considerar para hacer una buena aproximación a la cobertura nacional y las condiciones climáticas que enfrenta. En general el número de agroecosistema se aumenta cuando se consideran los cultivos en las zonas de ladera. En estos casos existe una combinación de suelos, pendientes y precipitaciones que hace que se requiera un mayor volumen de información para hacer una estimación adecuada.

En la segunda columna se hace una estimación del área en las diferentes coberturas. Teniendo en cuenta los cultivos, los pastos y la floresta plantada y natural se llegaría a unos 71 millones de hectáreas. Creemos que en estas áreas es donde ocurre el mayor deterioro de recursos y por lo tanto la aproximación realizada es un buen indicativo de la degradación de los recursos naturales en todo el país.

Las variables principales están relacionadas con la retención de agua en el suelo, los aportes de agua al caudal, los aportes de agua al acuífero superficial, la erosión, las pérdidas de materia orgánica y la reducción de caudales picos. Cada una de estas variables se transforma de mm a metros cúbicos por hectárea y representa el comportamiento promedio en los últimos 20 años.

Aun bajo condiciones optimas se producen procesos de degradación. Para ajustar estas pérdidas aceptamos que un buen indicador del deterioro lo está dando el número de curva actual al compararlo con el existe en condiciones ideales. Estimamos que un CN de 50 (equivalente a un bosque poco intervenido, pasturas nativas con cobertura densa), es el ideal y reajustamos las variables mencionadas multiplicando los valores de las variables por la diferencia entre el CN actual y el ideal.

Para estimar el valor de la degradación multiplicamos los nuevos valores de cada variable por su costo en el mercado. Esta primera aproximación se hizo con base en el precio existente en el mercado del agua y de los fertilizantes: \$ 20, \$ 5 y \$ 30 pesos por metro cúbico de agua retenida en el perfil, aportada al caudal y almacenada en el acuífero para ser utilizada en la época seca. Por tonelada de erosión y materia orgánica perdida se estima \$10.000 y \$ 30.000 pesos respectivamente. Del total de costos, 1048 millones de usd., las pérdidas por erosión y materia orgánica representan 552 millones y las relacionadas con pérdida de capacidad para manejar el agua significan 496 millones. El costo total representa el 8,7 del PIB agropecuario.

- **Indicadores considerados por agrosistema.**

En el cuadro 3 se presentan los principales cultivos, el numero de agrosistemas por cultivo y los indicadores considerados en cada agrosistema, en total se consideran 131. En la erosión se consideran en forma explicita los siguientes indicadores: ganancia o pérdida de nutrientes del suelo y ganancia o pérdida de materia orgánica. La decisión de inclusión de un indicador esta relacionada con la importancia de los mismos en la degradación.

Cuadro No 3. Datos básicos de las URH localizadas en cuencas analizadas por CONDESAN

	No de URH	CN	Precipitación mm/año	Agua Disponible en el perfil del suelo mm/año	Escorrentía mm/año	Aporte Agua al Acuífero Superficial mm/año	Erosión t/ha/año	Pérdida de Materia Orgánica t/ha/año	Densidad Aparente Mg/m ³	Carbono Orgánico % peso suelo
Cultivo semestral terreno plano	15	79.1	1017.7	186.7	164.6	82.3	1.2	0.1	1.3	2.8
		6.4	26.8	92.6	77.3	134.3	2.1	0.2	0.1	1.1
Cultivo semestral en laderas	75	77.0	1956.2	190.8	646.3	969.5	57.7	4.4	1.4	4.4
		6.5	394.4	118.8	355.0	399.7	54.3	3.5	0.2	3.6
Café	77	75.3	1527.6	177.3	438.3	874.8	6.2	0.4	1.3	4.0
		4.0	119.4	51.2	110.2	109.5	6.0	0.5	0.1	1.4
	72	61.1	2249.2	153.6	319.7	1079.8	11.8	1.0	1.5	4.8
Pastos terrenos altos		5.4	1235.4	61.2	522.3	489.0	31.9	2.4	0.3	1.9
Maíz de laderas	65	78.9	1729.4	173.9	457.7	609.6	8.7	0.7	1.4	4.6
		2.9	201.4	60.1	182.1	162.7	11.0	0.9	0.2	1.8
Frijol de laderas	5	70.0	6171.0	84.1	2188.9	1463.1	158.2	2.9	1.5	1.1
		0.0	0.0	22.7	59.1	355.5	65.2	4.1	0.0	0.7
Arboles deciduos	51	61.4	1409.5	182.0	334.5	801.4	7.4	0.5	1.3	4.2
		20.4	322.2	53.3	198.0	226.7	14.7	1.4	0.1	2.2
	64	50.5	1245.0	85.7	98.5	662.9	7.7	0.5	1.4	3.7
Floresta siempre verde alta lluvia		13.6	196.7	63.4	130.0	327.7	9.4	0.3	0.2	2.2
	139	50.5	1881.3	180.2	230.8	949.7	20.3	1.6	1.4	4.5
Floresta siempre verde baja lluvia		13.8	464.7	104.6	422.6	451.1	43.8	1.5	0.2	2.2
	96	39.2	1123.0	107.4	148.9	523.9	9.9	1.0	1.4	6.1
Floresta nativa baja lluvia		12.9	177.4	61.2	153.1	299.3	11.9	1.2	0.2	6.4
	293	59.5	2339.6	180.5	413.6	1182.2	50.6	3.6	1.5	4.1
Floresta nativa alta lluvia		12.3	1423.9	81.3	514.4	444.1	64.2	2.8	0.2	2.2
	246	47.4	1168.9	130.4	205.8	512.7	9.9	0.8	1.3	4.5
Floresta nativa baja lluvias		18.8	181.5	64.1	191.5	285.5	11.6	1.0	0.2	3.9
Pastos alta lluvia	385	67.8	1766.6	145.7	380.8	887.9	40.3	2.8	1.4	4.0
		14.5	113.6	69.0	250.1	368.2	47.6	2.4	0.2	2.2
	38	72.5	3912.3	101.2	1389.1	1108.8	141.7	5.8	1.4	2.4
Pastos muy alta lluvia		5.9	1661.9	71.0	653.3	719.8	76.2	3.4	0.1	2.1

Papa	51	78.7	1090.6	151.4	239.8	695.7	23.5	1.9	1.4	4.7
		3.7	82.8	82.9	79.9	118.8	15.6	1.0	0.1	4.3
Rastrojos	56	72.4	86.1	3861.5	1301.1	998.3	107.6	4.2	1.3	2.2
		7.5	25.0	2251.7	766.5	553.1	73.9	2.5	0.2	1.6
Sesbania	26	68.1	1230.4	143.0	129.1	418.7	7.0	0.3	1.2	2.8
		7.4	139.8	50.2	74.5	84.1	4.3	0.2	0.2	0.7
Pasto menos 1000	51	52.3	1156.4	101.0	314.5	420.5	6.5	0.3	1.6	2.4
Msnm		24.0	194.0	64.5	243.2	263.3	8.6	0.5	0.3	2.8
Pasto mas de 1000	28	61.0	1820.0	126.2	676.2	635.9	29.2	1.3	1.5	2.6
Msnm		24.4	514.3	83.1	434.3	489.1	29.8	2.1	0.3	2.1
Caña azúcar	96	82.9	1277.2	220.2	323.2	56.6	2.0	0.1	1.3	2.5
		2.1	319.6	52.1	209.7	79.9	5.9	0.3	0.1	0.7
Caña laderas	9	83.0	5476.1	216.0	2790.6	1104.7	197.6	15.0	1.3	4.4
		0.0	24.9	0.0	18.1	11.2	39.0	3.2	0.0	0.3
Flores	15	70.0	1350.3	156.0	195.2	404.0	13.3	0.6	1.3	2.7
		0.0	244.1	41.2	121.6	112.9	11.9	0.6	0.0	0.5

Nota. El número de la parte superior es el promedio de las diferentes URH. El número de la parte inferior corresponde a la desviación estandar de cada una de las variables

Cuadro No 4. Principales indicadores considerados por cultivo y agrosistema.

Producto	No Agro-Sistema	Area Ha.	Lluvia mm/año	Retención de agua en el perfil M3/ha/año	Aporte de agua al caudal M3/ha/año	Aporte agua al acuífero superficial M3/ha/año	Erosión t/ha/año	Pérdida materia orgánica t/ha/año	Escorrentia en tormentas
Ajonjolí	1	6163	1000	1835	1618	808	1.15	0.06	
Algodón	1	47500	1000	1835	1618	808	1.15	0.06	
Arroz riego	1	233046	1500	2752	2426	1212	1.72	0.08	
Arroz sec. Meca.	1	127257	1500	2752	2426	1212	1.72	0.08	
Arroz sec. Manu.	1	42478	2500	4587	4044	2021	2.87	0.14	
Café	5	869000	1528	2611	6872	9153	13.07	1.03	61
Cebada	2	6132	900	1651	1456	727	1.03	0.05	
Frijol	8	12118	1700	2905	7646	10183	14.55	1.14	
Maíz tecnificado	1	82078	1000	1835	1618	808	1.15	0.06	
Maíz tradicional	8	372551	1700	2905	7646	10183	14.55	1.14	64
Maní	1	1789	800	1468	1294	647	0.92	0.05	
Papa	4	164759	1091	1623	2571	7457	25.17	2.03	
Sorgo	1	62667	1200	2202	1941	970	1.38	0.07	
Soya	1	33952	1000	1835	1618	808	1.15	0.06	
Tabaco	1	4969	1200	2202	1941	970	1.38	0.07	
Trigo	4	19058	1000	1835	1618	808	1.15	0.06	
Banano	1	40500	2000	3669	3235	1617	2.30	0.11	
Cacao	2	95416	1600	2936	2588	1293	1.84	0.09	
Caña de azúcar	1	174445	1200	2596	3811	667	2.37	0.10	
Caña panelera	8	210858	2500	5306	68549	27137	485.48	36.94	100
Fique	1	18311	1800	3076	8096	10782	15.40	1.21	
Ñame	1	15294	1000	1835	1618	808	1.15	0.06	

Palma Africana	4	147878	2000	3669	3235	1617	2.30	0.11	
Plátano	8	379965	1600	2734	7196	9584	13.69	1.08	
Yuca	8	176944	1200	2051	5397	7188	10.27	0.81	
Frutales	4	134278	1000	1709	4498	5990	8.56	0.67	
Páramos	4	320000	2000	3484	8614	17190	12.13	0.84	45
Pastos por encima 2800 msnm	4	945000	3000	2983	40948	32683	417.71	17.06	100
Pastos entre 200-2800 msnm	4	600000	1500	2147	5612	13086	59.35	4.12	53
Pastos entre 1500 y 2000msnm	4	2000000	1500	2147	5612	13086	59.35	4.12	53
Pasto húmedos entre 800 y 1500 msnm	4	2000000	1500	1922	3034	7556	14.57	1.14	53
Pasto secos entre 800 y 1500 msnm	4	2000000	1200	1538	2427	6045	11.66	0.91	29
Pasto menos 800 msnm	4	15000000	900	1153	1820	4534	8.74	0.68	20
Sabanas nativas	2	26000000	2000	3669	3235	1617	2.30	0.11	
Bosques eucaliptus	4	450000	1780	3208	3514	19185	55.57	4.43	28
Bosques cipres	4	450000	1780	3208	3514	19185	55.57	4.43	28
Bosques en la Amazonía	2	10000000	3000	5313	6802	27996	59.79	4.60	
Bosques del Pacífico.	2	5000000	4000	7094	16257	46465	198.96	14.21	
Bosques valles interandinos	2	1000000	1100	1161	1609	5663	10.74	1.12	
Bosques entre 800 y 2000 msnm.	4	1000000	2340	4150	9510	27182	116.39	8.31	57

Cuadro No 4. Valor (millones de pesos) neto de la depreciación de recursos naturales.

	Retención de agua en el perfil	Aporte de agua al caudal	Aporte de agua acuífero superficial	Costo de la erosión	Costo de la pérdida materia orgánica	Valor neto depreciación recursos naturales
Ajonjolí	-66	14	-43	-21	-3	-118
Algodón	-506	111	-334	-158	-25	-911
Arroz riego	-3720	820	-2457	-1162	-162	-6682
Arroz secoano Mecanizado	-2031	448	-1342	-635	-89	-3649
Arroz secoano manual	-1130	249	-747	-354	-52	-2033
Café	-11345	7465	-59655	-28395	-6713	-98642
Cebada	-59	13	-39	-18	-3	-106
Frijol	-141	93	-740	-353	-83	-1224
Maíz tecnificado	-874	193	-577	-274	-43	-1575
Maíz tradicional	-6277	4130	-33005	-15720	-3695	-54567
Maní	-15	3	-10	-5	-1	-27
Papa	-1551	614	-10689	-12026	-2910	-26562
Sorgo	-800	176	-529	-251	-38	-1442
Soya	-361	80	-239	-113	-18	-651
Tabaco	-63	14	-42	-20	-3	-114
Trigo	-203	45	-134	-64	-10	-366
Banano	-297	66	-196	-93	-13	-535
Cacao	-560	123	-370	-176	-26	-1008
Caña de azúcar	-2898	1064	-1117	-1323	-167	-4442
Caña panelera	-7384	23849	-56648	-337812	-77112	-455107
Fique	-327	215	-1718	-818	-193	-2840
Ñame	-163	36	-108	-51	-8	-293
Palma Africana	-1085	239	-717	-340	-49	-1952

Plátano	-2078	1367	-10925	-5202	-1231	-18068
Yuca	-2105	1385	-11065	-5270	-1247	-18302
Frutales	-688	453	-3619	-1724	-405	-5984
Páramos	-1115	689	-8251	-1941	-403	-11021
Pastos por encima 2800 msnm	-2819	9674	-46328	-197368	-24183	-261024
Pastos entre 200-2800 msnm	-1288	842	-11777	-17805	-3708	-33737
Pastos entre 1500 y 2000msnm	-12882	8418	-117774	-178050	-37080	-337368
Pasto húmedos entre 800 y 1500 msnm	-11532	4551	-68004	-43710	-10260	-128955
Pasto secos entre 800 y 1500 msnm	-9228	3641	-54405	-34980	-8190	-103163
Pasto menos 800 msnm	-51885	20475	-306045	-196650	-45900	-580005
Sabanas nativas	-286182	63083	-189189	-89700	-12870	-514859
Bosques eucaliptus	-1155	316	-10360	-10003	-2392	-23593
Bosques cipres	-1155	316	-10360	-10003	-2392	-23593
Bosques en la Amazonía	0	0	0	0	0	0
Bosques del Pacífico.	0	0	0	0	0	0
Bosques valles interandinos	0	0	0	0	0	0
Bosques entre 800 y 2000 msnm.	0	0	0	0	0	0
Bosque nativos entre 2000 y 3000 msn	0	0	0	0	0	0
Costo Total (Mill. de pesos)	-425968	155269	-1019559	-1192585	-241676	-2724518
Costo Total (mill. usd)	-164	60	-392	-459	-93	-1048

COMO IMPLEMENTAR LA APLICACIÓN DE ESTA METODOLOGÍA.

- **Impulso a los análisis de cuenca.**

Para que la aproximación de URH sea útil se requiere tener información adecuada de su comportamiento, especialmente en las regiones menos homogéneas. Esto implica tener documentado el comportamiento de estas URH en las cuencas de montaña, sitio donde las condiciones son más cambiantes respecto a suelos, cobertura y precipitación. Si no existe análisis de cuenca es imposible tener idea del comportamiento de estas unidades en su productividad y en las externalidades generadas. Es por lo tanto necesario estimular los análisis de cuenca y crear mecanismos para recopilar la información de tal forma que se pueda analizar anualmente con base en la nueva información de precipitaciones.

La reducción de costos y la mejora en la precisión de las imágenes satélites esta creando la opción de impulsar los análisis de cuenca. Existe una gran cantidad de información climática y de suelos que se podría incorporar en estos análisis y un punto fundamental es mostrar la utilidad que esta tendría para los análisis sociales y las cuentas nacionales. Esto permitiría reducir los costos de recolección de información secundaria, que actualmente se constituyen en una de los principales obstáculos.

BIBLIOGRAFÍA.

Benites, J.R. Shaxson, F. Vieira, M. 1995 Land condition change indicators for sustainable land resource management. En Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development, FAO, land and water bulletin No 5. 57 a 77 p.

Bojo J.1987. Cost benefit analysis of the farm improvement with soil conservation Project. Mohales Hoek, Lesotho. Internal paper of the SADCC Coordination Unit..

Bishop, J and Allen,J 1989. The On –site cost and soil erosion in Mali. Environment Department Working Paper No 21. World Bank. Washington DC. November.

Brown, S 1984. Biomass of Tropical Forests: A New Estimate Based on Forest volumes. Science 223(mar): 1290-93

Brooks, K.N. et al. 1982. Economic evaluation of Watershed Projects an Over View Methodology and Application. Water Resource Bulletin, April.

Elwell,H.A. and Stocking, M.A. 1982. Developing a simple yet practical method of soil loss estimation .Tropical agriculture, 59.

Hufschmidt, M et al. 1983. Environment Natural Systems and Development: and Economic valuation guide . Johns Hopkins University press, Baltimore MD.

Hill, P. 2001. Manual de cuentas nacionales bajo condiciones de inflación. Naciones Unidas, OECD, CEPAL. Santiago de Chile.123 p.

FAO. 1987. Guideline for economics appraisal of watershed management project by Gregersen, Brooks,Dixon and Hamilton. FAO. Conservation Guide No 16.Rome.

Flint,M.E.S. (1990) Biodiversity Economic Issues.Unpublished paper for the Overseas Development Administration .London.

Pagiola,S. 1993. Cost-Benefit Analysis of soil Conservation. En Economic and Institutional Analyses of Soil Conservation Projects in Central America and the Cariben. World bank, Environment Paper N0 8. 21-39 p

Pearce,D. Furtado,J.R. and Pearce, S. 1990. Economic Values of Tropical Forest. In Jeremy Walford and David Pearce (eds) Environment Economic Development in the Third World. Earthscan Publications, London

Lutz, E et al, 1994. Economic and Institutional Analyses of Soil Conservation Projects in Central America and the Cariben. World bank, Environment paper N0 8. 208 p.

Repetto, R. 1989. Wasting Assets; Natural Resource in the National Income Accounts. World Resource Institute .Washington, DC.

Solórzano, R. et al. 1991. Accounts Overdue: Natural Resource depreciation in Costa Rica. World Resource Institute. Washington, D.C. 110 p.

Wiggins, S.L. and Palma, O.G. 1980. Acelhuate River Catchment Management Project; El Salvador. Cost Benefit Analysis of Soil Conservation. ODA. Land Resources Development Center, UK.

World Bank 1998, Philippines. Environmental and natural resource management study. World Bank Washington .DC,

Winpenny,J.T. 1991 Values for the Environment, a Guide to Economic Appraisal. HMSO publisher, London. 277p.