

Citar como:

Monasterio, M., Molinillo, M. 2003. La integración del Desarrollo agrícola y la conservación de áreas frágiles en los páramos de la Cordillera de Mérida, Venezuela. Congreso Mundial de páramos, Tomo II. Paipa, 2002. 734-749 pp.

# LA INTEGRACIÓN DEL DESARROLLO AGRÍCOLA Y LA CONSERVACIÓN DE AREAS FRÁGILES EN LOS PÁRAMOS DE LA CORDILLERA DE MÉRIDA, VENEZUELA

*Por Maximina Monasterio y Marcelo Molinillo*

## RESUMEN

En los altos páramos de la Cordillera de Mérida, y basados en la premisa de que los ecosistemas naturales de páramo que enmarcan los agroecosistemas son componentes de un complejo sistema de producción, se postula que en ambientes tropicales de montaña es posible compatibilizar la conservación de los frágiles ecosistemas con las necesidades de producción mediante un enfoque que articule las diferentes escalas espaciales en las que interactúan distintos actores, ámbitos y políticas. Esta articulación es posible mediante nexos transversales cuya temática se encuentra como hilo conductor a través de las escalas espaciales, como es el caso de los servicios ambientales. En el análisis de este enfoque sólo se utiliza el servicio ambiental del agua que proviene de los altos páramos para ejemplificar la manera en la que se articulan la escala regional, local y parcelaria. Finalmente, se concluye que el enfoque de la articulación de escalas mediante temas transversales como los servicios ambientales permite captar la dinámica entre conservación y desarrollo que se produce a diferentes escalas espaciales y favorece la comprensión de problemas de manejo de recursos. De esta manera, se puede llevar la conservación de los ecosistemas altoandinos a las parcelas de los productores, e involucrar a las comunidades locales en el mantenimiento de estos ecosistemas estratégicos.

**Palabras clave:** agricultura con riego, análisis espacial, conservación páramos, integración escalas, servicios ambientales.

## ABSTRACT

In the high paramos of the Cordillera of Mérida, and based on the premise that the natural paramo ecosystems and agro-ecosystems are components of a complex production system, it is postulated that in tropical mountain environments it is possible to make compatible conservation of fragile ecosystems and the need for production. This could be accomplished by means of an approach that articulates the different spatial scales on which the various actors, scopes and policies interact. This articulation is possible by means of transversal nexuses, whose subject matter acts as the uniting thread of the spatial scales, such as is the case with environmental services. In the analysis of this approach, only the environmental service of water coming from the high páramos is used to illustrate the manner in which the regional, local and farm plot scales are articulated. Finally, it is concluded that the focus on the articulation of scales by means of transversal issues, allows to interpret the dynamics between conservation and development that takes place on different space scales and facilitates the comprehension of resource management problems. This would also allow the introduction of conservation of the High Andean ecosystems on the level of the producers' parcels and involve the local communities in the maintenance of these strategic ecosystems.

**Key Words:** community water management, environmental services, paramo conservation, scales integration, spatial analysis.

## INTRODUCCIÓN

Los ambientes andinos tropicales están considerados entre los más ricos y de más alta biodiversidad sobre la tierra. La Cordillera Andina en su sección tropical posee una multiplicidad de hábitats que dan cabida a 45.000 especies de plantas de las cuales más del 44 % son endémicas (Mittermeier et al. 1999). Aquí también se encuentran las variedades silvestres de nuestros alimentos más importantes (papa, maíz, frutas, etc.) y de muchas otras especies que constituyen una valiosa reserva para el desarrollo de la producción agrícola futura, para las investigaciones químicas y biotecnológicas. Estas montañas igualmente son fundamentales para determinar el clima y los patrones de circulación de las masas de aire a escala local y continental. En estas regiones nacen los principales ríos de los que dependen la producción y la economía tanto de las áreas agrícolas como de las zonas pobladas.

Así, los ecosistemas andinos tropicales por sus reservorios de biodiversidad y por sus servicios ambientales juegan un papel fundamental para el desarrollo sostenible de la región. Sin embargo, los ambientes andinos tropicales están siendo alterados y destruidos a un ritmo alarmante, y sólo el 6,3 % de la superficie se encuentra protegido bajo figuras especiales de conservación (Mittermeier et al. 1999). En estos ambientes se experimentan rápidos cambios relacionados con el crecimiento poblacional, el incremento de las migraciones, el aumento de la accesibilidad y de las comunicaciones, la influencia de nuevos elementos económicos, culturales y tecnológicos. Esta gran apertura a las influencias e intervenciones externas han vuelto a los sistemas naturales y humanos de las montañas tropicales más complejos, más difíciles de entender, menos estables, y más incontrolados en su desarrollo (Monasterio et al. 1985, Ives et al. 1997).

La búsqueda de enfoques que permitan comprender los diferentes mecanismos y procesos involucrados en las interacciones entre los sistemas naturales y humanos en montañas ha sido una constante desde hace varios decenios (Ives & Messerli 1990). A través de diferentes modelos y enfoques se ha buscado orientar soluciones con la finalidad de disminuir o evitar daños irreversibles en el medio natural y humano. Uno de los puntos focales ha sido la búsqueda de compatibilizar conservación y desarrollo en un medio donde la fragilidad del ambiente está confrontada con el incremento del uso de la tierra y las demandas por servicios ambientales.

Este es un desafío que se presenta especialmente en los ambientes tropicales altiandinos de páramo, donde la rica biodiversidad está puesta en peligro por los acelerados procesos de transformación y degradación. El páramo de distribución insular sobre los pisos más elevados de las montañas tropicales de los Andes del Norte se caracteriza por su elevada diversidad biológica, paisajística y cultural, con una biota única por sus adaptaciones (Monasterio y Celecia 1991); por sus servicios ambientales de agua y su gran potencial para actividades turísticas, a tal punto que en su estatus de conservación ha sido considerado área de alta prioridad (Biodiversity Support Program 1995). Sin embargo, en los páramos que se distribuyen por Ecuador, Colombia y Venezuela se reportan alarmantes pérdidas anuales de superficies de áreas naturales que son destruidas por los avances de la frontera agrícola (Hess

1990, Verweij 1995, Drost et al. 1999). La necesidad creciente de espacio para la agricultura se ve reforzada en estos países tropicales andinos por la gran demanda de los mercados nacionales de los productos cultivados únicamente en estos ambientes fríos de montaña, y a la vez por la creciente población andina rural que basa su cultura y su economía en las actividades agrícolas en zonas de páramo.

En este trabajo se postula que es posible en estos ambientes tropicales de montaña compatibilizar la conservación de los frágiles ecosistemas con las necesidades de producción mediante un enfoque que articule las diferentes escalas espaciales en las que interactúan distintos actores, ámbitos y políticas. Esta articulación es posible mediante nexos transversales cuya temática se encuentra como hilo conductor a través de las escalas espaciales, como es el caso de los servicios ambientales. En el análisis de este enfoque sólo se utiliza el servicio ambiental del agua que proviene de los altos páramos para ejemplificar la manera en la que se articulan la escala regional, local y parcelaria.

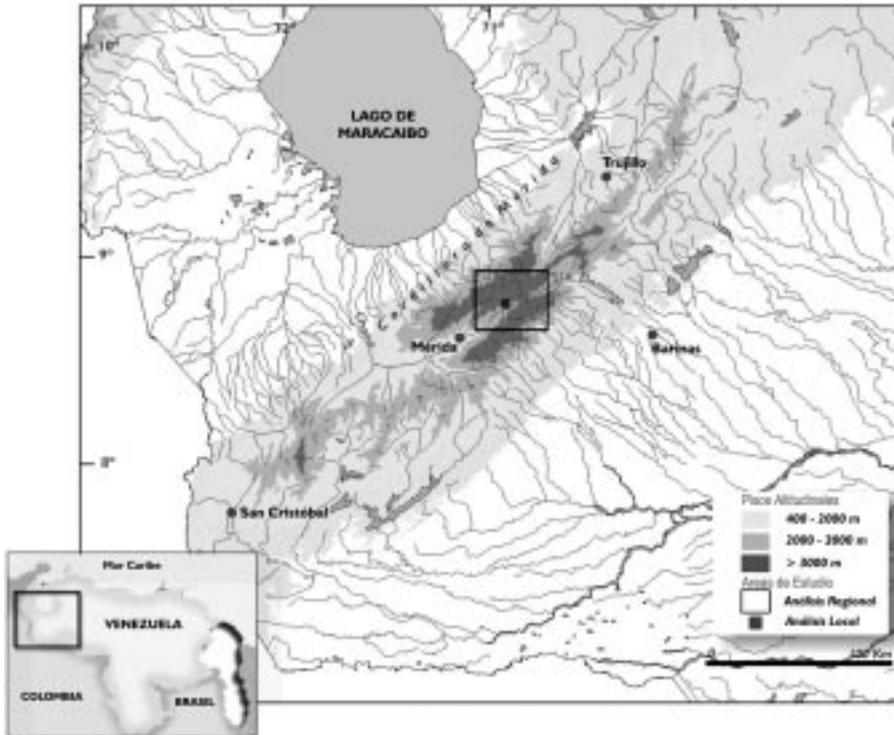
El enfoque de articulación de escalas en esta región parte de la premisa fundamental de que los ecosistemas naturales parameros que enmarcan los agroecosistemas son componentes de un complejo sistema de producción tan importantes como los agroecosistemas mismos, cuyas funciones ecológicas precisas sostienen y aseguran el mantenimiento en el tiempo de estas áreas intervenidas y modeladas por los procesos agrícolas. En este contexto, los pisos ecológicos superiores del páramo son vistos como áreas de conservación de la biodiversidad, la captación del agua y el equilibrio hidrológico.

El trabajo forma parte del proyecto «Ecological and social sustainability of agricultural production in the Cordillera of Mérida: the flow of environmental services for potato crops in the high andean paramos» por medio del cual se quiere analizar la importancia de los servicios ambientales para el mantenimiento de la zona agrícola, así como proveer de información y herramientas a las comunidades locales a fin de que ellas participen en la conservación y defensa de los ecosistemas estratégicos de páramo en los que se originan los servicios ambientales que permiten la estabilidad y funcionamiento de sus agroecosistemas. Este proyecto se desarrolla en el área de la propuesta Reserva de Biosfera “Los Páramos de Mérida”, a la que se hace referencia en la parte final, analizando también la manera en la que el enfoque de escalas espaciales puede dinamizar el concepto de Reservas de Biosfera.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para realizar el análisis de articulación de escalas espaciales se utiliza la región de páramo del sector central de la Cordillera de Mérida (Venezuela) y su zona agrícola (especialmente papa), ubicada entre la Sierra Nevada y la Sierra La Culata por encima de los 2.000 m, con un acercamiento sobre la comunidad agrícola de Misintá para conocer el manejo del agua a escala local y parcelaria en un rango de altitud entre los 3.000 y 4.500 m (figura 1).

El planteamiento metodológico del trabajo es un enfoque a tres escalas espaciales: la escala regional, la escala local y la escala de parcela. A escala regional se identificaron los pisos ecológicos involucrados en la provisión de los servicios de agua, la región agrícola paramera, y las fuentes y reservorios de agua. A escala local se identificaron y analizaron las áreas agrícolas a nivel de una comunidad (Misintá), las fuentes locales de agua en los páramos, y las



**Figura 1.** La Cordillera de Mérida en el occidente de Venezuela da lugar a una densa red hidrográfica que nace en esta región y se dirige a la gran cuenca del río Orinoco y a la cuenca del Lago Maracaibo. El piso de páramo donde se originan los principales cursos de agua corresponde especialmente a las tierras por encima de los 3000 m de altitud. El recuadro en la zona central de la Cordillera indica la zona de estudio en la escala regional, y el pequeño cuadro oscuro señala la zona de estudio a escala local.

infraestructuras para el manejo del riego. A escala de parcela se analiza la influencia de los distintos tipos de cultivo y del manejo agrícola sobre la distribución del riego y el uso del agua.

Escala regional: un mapa base a escala 1:250.000 se construyó georeferenciando y digitalizando la información topográfica e hidrológica de las hojas cartográficas oficiales de Cartografía Nacional del sector central de la Cordillera de Mérida. Sobre este mapa digital se colocó la información obtenida de la imagen orbital Landsat 7 (006-054) de enero del 2001. Esta imagen fue procesada para obtener una imagen de falso color con las bandas 2,3 y 4, de donde fue identificada y digitalizada el área agrícola de páramo y las grandes zonas ecológicas, que fueron controladas en el campo.

La imagen Landsat también fue utilizada para obtener la distribución de las ciénagas. Para esto se usó un Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), que permite resaltar la vegetación fotosintéticamente activa (Chuvieco 1990), y disminuye los efectos de la topografía (Lyon 1998). Las ciénagas identificadas fueron digitalizadas e incorporadas al mapa base digital a escala 1:250.000.

Escala local: un mapa base digital con información topográfica e hidrológica a escala 1:25.000 se construyó a partir de la digitalización de hojas cartográficas oficiales de Cartografía Nacional de la comunidad agrícola de Misintá. Las zonas agrícolas de la comunidad de Misintá

fueron identificadas en fotos aéreas de escala 1:35.000, que fueron escaneadas, georreferenciadas, y corregidas. Las áreas agrícolas fueron capturadas mediante digitalización en pantalla e incorporadas al mapa base digital escala 1:25.000.

Escala de parcela: mediante control de campo y recorriendo todo el sistema de riego comunal con GPS se identificaron y ubicaron espacialmente con coordenadas geográficas las tomas de agua, los tanques de almacenamiento y la distribución de las tuberías del sistema de riego comunal y privado. Se realizaron entrevistas a los productores sobre el manejo agronómico y del agua a nivel comunitario y a nivel privado.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) permitió articular la información y las bases de datos de las diferentes escalas espaciales.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La región biogeográfica de páramo es una de las regiones naturales más importantes que ocupan las tierras altas de la Cordillera de los Andes. Esta interesante área natural se extiende sobre las partes más elevadas de los Andes del Norte, con una distribución insular en torno del Ecuador (11° N a 8° Sur). Esta región constituye el ambiente protector de las cabeceras de las altas cuencas en la divisoria de las aguas que drenan al Pacífico, Caribe, Orinoco y Amazonas, jugando un papel fundamental en la estabilidad de las tierras altas.

El páramo en la Cordillera de Mérida no es para nada un ambiente homogéneo. Extendiéndose sobre las tierras por encima de los 2500 m, el gradiente altitudinal se relaciona a gradientes climáticos y de ecosistemas naturales e intervenidos, que en conjunto conforman verdaderos pisos ecológicos a diferentes alturas. En esta zonación altitudinal podemos distinguir desde el nivel más bajo al más alto: el Piso Andino, el Piso Altiandino y el Piso Periglacial (Monasterio 1980a).

En el Piso Andino la franja comprendida entre los 2.000 y 3.000 m está ocupada actualmente por cultivos de gran productividad (tubérculos, horticultura, floricultura, etc.) que reemplazan al sistema natural paramero, especialmente en las tierras más planas y los suelos más fértiles (Monasterio 1980b). En las partes superiores de este piso ecológico se extienden mosaicos de agroecosistemas campesinos de cultura indígena que se alternan con ecosistemas naturales y ecosistemas intervenidos en diferentes fases de recuperación. Aquí las formaciones vegetales naturales son heterogéneas e incluyen desde rosetal-arbustal, arbustal-rosetal, hasta casi arbustales puros en diferentes asociaciones de especies.

En el Piso Altiandino (3000 a 4000 m) se encuentra el límite superior de la agricultura paramera campesina, que se caracteriza por ciclos intercalados de cultivo y de descanso. Mediante este manejo los agroecosistemas dejados en descanso entran en procesos sucesionales cuya dirección es la regeneración de los ecosistemas naturales. De este modo, la frontera agrícola adquiere la forma de mosaicos sucesionales que van dejando paso a los ecosistemas naturales de manera muy gradual. La presencia de un clima más frío, periglacial, la cobertura vegetal menos densa y con especies de rosetas gigantes de varias especies del género *Espeletia*, caracterizan a los ecosistemas naturales por encima de la frontera agrícola. A estas alturas, el uso de la tierra se limita al turismo y al pastoreo extensivo y estacional en fondos de valles glaciales cubiertos con ciénagas y céspedes.

En el Piso Periglacial (4000 a 4800 m) el ciclo de congelamiento nocturno-descongelamiento diurno impide toda actividad agrícola por las heladas recurrentes. Dos formaciones vegetales : el Páramo Desértico y el Desierto Periglacial colonizan este piso ecológico, su flora de gran endemismo ha desarrollado estrategias y formas de vida espectaculares (rosetas gigantes de Espeletia y cojines acaules de diversos géneros), que afirman y acuñan las móviles tierras de estas regiones. La formación de microterracetas mediante estas especies disminuye el desplazamiento de los suelos, que tienden a movilizarse producto de la criorreptación derivada de los ciclos diarios de hielo-deshielo. Aquí, las condiciones climáticas y topográficas, junto a una biota adaptada a extremos de estrés hídrico y térmico, configuran un ambiente de extrema fragilidad, único sobre la tierra, que no puede ser utilizado de manera directa por su baja productividad, su prominente susceptibilidad erosiva y elevada rigurosidad climática. En estos sitios tiene lugar la captación de agua, desde donde se originan las múltiples fuentes que alimentan la densa red hidrográfica que se conforma en los niveles más bajos del páramo.

### ***Funciones ecológicas y servicios ambientales***

El clima, los suelos, el agua, la vegetación, las funciones ecológicas de estos ecosistemas altoandinos en general, han cumplido un papel fundamental en el establecimiento de los asentamientos humanos y el desarrollo de sus actividades productivas, tanto en tierras parameras como en los pisos más bajos de los Andes y regiones llanas adyacentes.

En el límite inferior del páramo, los fértiles suelos de mesetas, terrazas y conos, unidos a la disponibilidad de agua, captada en las partes más altas y canalizada posteriormente hacia los niveles más bajos a través de sistemas de riego, han favorecido el desarrollo y mantenimiento de una agricultura altamente productiva con una sucesión casi continua de cosechas a lo largo del tiempo. Aunque en la actualidad se trate de una agricultura que requiere de grandes aportes externos de insumos, su desarrollo y la asimilación del fuerte impacto ambiental que produce sería muy difícil en otras condiciones de ambientes de montaña.

Los suelos, la vegetación y las condiciones microclimáticas de fondos de valles glaciales y laderas del Piso Altiandino han sido la base para el desarrollo de la agricultura campesina con descanso. En estos sistemas las prácticas y los conocimientos campesinos se han entrelazado a lo largo del tiempo con las características ecosistémicas para producir sistemas “tradicionales” de manejo que han asegurado la subsistencia de las poblaciones humanas y la estabilidad del ambiente de páramo. Aquí, la fitomasa proveniente del ecosistema paramero es fundamental para el mantenimiento de la fertilidad de los suelos y la permanencia del sistema agrícola. Esta fitomasa es incorporada a los suelos al comienzo del cultivo y posteriormente en las fases de descanso de varios años puede ser restablecida aprovechando los procesos sucesionales propios de la recuperación de ecosistemas naturales (Sarmiento et al. 1993). Así también, las condiciones extremas para un cultivo en laderas de altura favorecen la mínima incidencia de las plagas, que en otras condiciones requieren la incorporación de grandes cantidades de agroquímicos para su control.

En este mismo piso ecológico, sobre los fondos de valle los suelos más profundos y permanentemente húmedos favorecen el desarrollo de un productivo y tierno tapiz de pastos que permiten el mantenimiento de una ganadería extensiva, fundamental para el sistema

agrícola campesino (Molinillo & Monasterio 1997). De este modo las parcelas ubicadas en pendiente y en suelos con buena cantidad de bloques de piedra pueden ser arados mediante bueyes y toros que subsisten del forraje natural de las altas tierras. Este ganado que pasta extensivamente en el páramo también cumple funciones importantes en la economía campesina, brindando mayor estabilidad productiva a los sistemas tradicionales.

Sobre las mayores alturas, en el Piso Periglacial, la flora tan especializada que ha evolucionado in situ a lo largo de los períodos glaciales e interglaciales del Plio-Pleistoceno y Holoceno es capaz de mantener en un grado de relativa estabilidad el ambiente tan frágil de las altas tierras parameras. Esta protección de suelos, estabilización de vertientes y formación de pequeños núcleos de captación de agua son fundamentales para toda la dinámica hidrológica de la región. De este ambiente periglacial tan frágil dependen en gran medida la disponibilidad de agua para los sistemas productivos de los pisos ecológicos más bajos, la estabilidad de las tierras y los procesos erosivos que pueden generar fuertes alteraciones en las vertientes, y por ende la biodiversidad del páramo que incluye a especies vegetales únicas sobre el planeta.

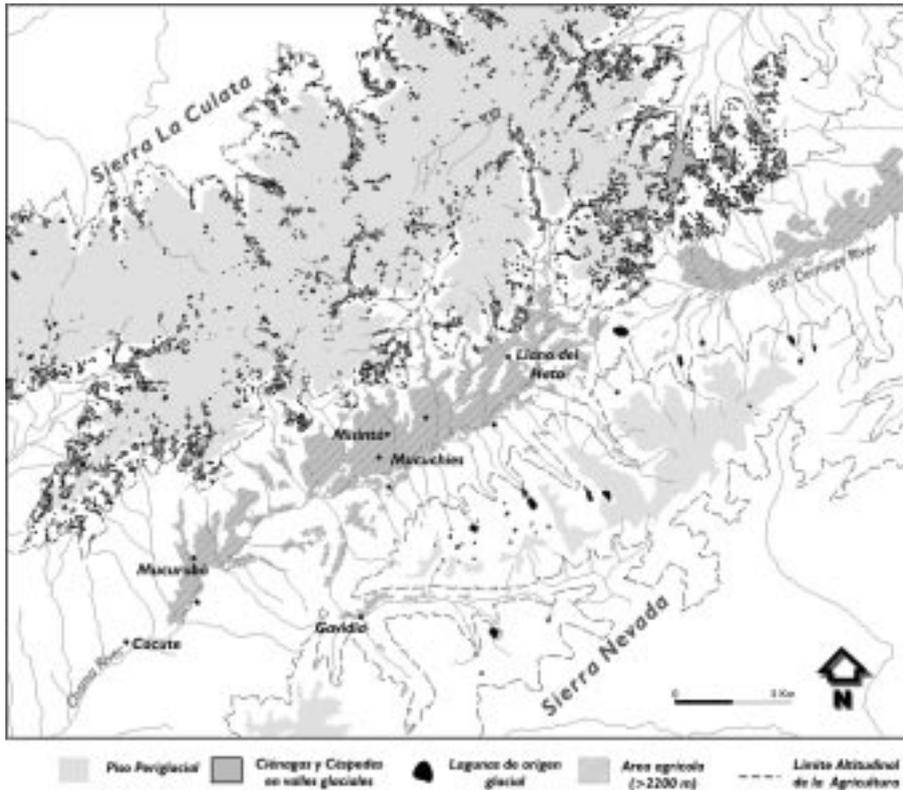
### ***El agua para la región agrícola***

El análisis a escala regional permite mostrar que los pisos Andino y Altiandino del páramo de la Cordillera de Mérida, donde tiene lugar la captación del agua y desde donde se originan las múltiples fuentes que alimentan la densa red hidrográfica que se conforma en los niveles más bajos del páramo, constituyen los lugares más importantes para los servicios de agua que utiliza la agricultura paramera (figura 2). Aquí, dos compartimentos son fundamentales como reservorios y fuentes de agua: las lagunas y las ciénagas.

La mayoría de las lagunas son de origen glacial y se ubican por encima de los 4000 m, zona en la cual los glaciales fueron más activos durante el Pleistoceno. Muchas de estas lagunas se encuentran en la base de circos glaciales y pueden presentar además nacientes o vertientes naturales (conocidas localmente como “ojos de la laguna”), que las alimentan. Estrechamente relacionadas a las lagunas se encuentran las ciénagas o pantanos cubiertos de pastizales y vegetación cespitosa. Las ciénagas por lo general se disponen sobre corrientes de agua que provienen de lagunas y en superficies de pendientes bajas a moderadas de fondos de valles glaciales o rellanos de vertientes en un rango altitudinal que va de los 3.600 m a los 4.200 m.

Las ciénagas que se extienden justo por encima del límite de la agricultura no están asociadas a lagunas y su superficie depende del tamaño de la cuenca que las alimenta. Estas son afectadas por el pastoreo extensivo del ganado vacuno y las que alimentan las corrientes de agua de donde se toma el agua para el riego. Los suelos profundos, la abundancia de materia orgánica y el irregular microrrelieve que las caracteriza hacen de las ciénagas verdaderas esponjas que retardan la circulación del agua y forman reservorios temporales que se descargan lentamente durante la época seca.

De estos ambientes de páramo se originan dos cuencas hidrográficas: la cuenca del río Chama y la cuenca del río Santo Domingo. Estas dos grandes redes hidrográficas tienen su origen en el escurrimiento superficial desde las partes más altas de las tierras de páramo y del volumen hídrico del más de centenar de lagunas glaciares arriba de los 4.000 m. Estos recursos hídricos provenientes del páramo permiten principalmente la realización de cultivos



**Figura 2.** Zona de estudio en el páramo de la región central de la Cordillera de Mérida. Las fuentes y reservorios de agua utilizados para la agricultura paramera con riego se encuentran en el piso periglacial (encima de 4000 m), ambiente en donde principalmente se extendieron los glaciares del Pleistoceno superior, que dieron lugar a las lagunas y valles actualmente cubiertos de ciénagas y céspedes. La agricultura paramera se extiende siguiendo el eje de los ríos Chama y Santo Domingo.

de papa, hortalizas y últimamente ajo bajo riego entre los 2.000 y 3.500. En la cuenca alta del río Santo Domingo los mayores valores de precipitaciones (1.200 a 1.600 mm por año) determinan una mayor disponibilidad de agua para riego que es utilizada fundamentalmente para una agricultura altamente comercial (producción de papa, zanahoria, remolacha, repollo y clavel), mientras que en la cuenca alta del río Chama menores precipitaciones (550 mm en los sectores secos a 1.000 mm en los húmedos), determinan menor disponibilidad de agua para riego. Pero debido a una distribución mas o menos continua de precipitaciones, la mayor parte del año en estos páramos sólo existe un déficit de agua para la agricultura entre los meses de enero a abril, lo cual es suplido mediante una buena administración comunal del agua de riego.

El área agrícola situada entre los 2.000 y 3.600 m entre la Sierra Nevada y la Sierra La Culata es la principal zona que se beneficia de los servicios de agua provenientes de los ambientes de páramo de la Cordillera de Mérida. Esta es una franja que se extiende por los valles de los ríos Chama y Santo Domingo, y por los valles interandinos transversales que alimentan a estos ríos. Aquí se practica tanto agricultura intensiva con riego en fondos de valle, como agricultura con descanso con y sin riego generalmente sobre laderas y en la parte superior del piso agrícola (encima de los 3.400 m).

## ***Manejo del agua en comunidades agrícolas***

Un análisis a escala local permite investigar el manejo y uso del agua en la comunidad agrícola de Misintá, que se ubica sobre la cuenca del mismo nombre en un rango altitudinal entre los 3.000 m y 4.400 m. Las nacientes del agua utilizada para riego se sitúan en el piso altiandino a 4.200 m de altitud. En medio de un rosetal arbustal y en una zona conocida como los “ojos de la laguna” el agua se acumula a partir de nacientes subterráneas ligadas a ciénagas. Las nacientes alimentan a una laguna de origen glaciario situada a 4.100 m de altitud. En la laguna se han instalado tomas que hacen descender el agua por gravedad mediante tuberías en pronunciadas pendientes desde el piso altiandino al piso agrícola. Mediante tuberías de metal se sortea un desnivel de 500 m hasta el primer tanque de almacenamiento, de 600 m hasta los cultivos más altos, y de 800 m a los más bajos.

El sistema de riego en estas comunidades agrícolas de páramo se caracteriza por su originalidad y sencillez, pues no proviene de los sistemas comunes de riego que utilizan grandes embalses o grandes infraestructuras rígidas. Se trata de simples infraestructuras locales, como tomas de agua mediante tuberías, pequeños tanques comunitarios y distribución del riego con tuberías y mangueras armables, que les da una gran flexibilidad para adaptarse a las condiciones topográficas unida a una eficiencia en el traslado del agua y a un mínimo impacto ambiental.

Para la administración del riego existe una organización comunitaria conocida como “Comité de Riego”. Esta se encarga de la construcción de los tanques de almacenamiento, la distribución de las tuberías y la organización de los turnos de riego. El Comité de Riego de Misintá cuenta actualmente con cinco tanques comunitarios que almacenan el agua proveniente de quebradas que nacen en el páramo. Los tanques se distribuyen estratégicamente para irrigar la superficie agrícola de la comunidad. Los turnos de riego se reparten equitativamente entre los asociados, pero debido a que el consumo de agua cambia con cada tipo de cultivo (papa, ajo, hortalizas, etc.) y con el tipo de agricultura (intensiva o con descanso), el consumo total de agua varía entre los productores.

Las tendencias recientes en el uso de la tierra parecen mostrar que los cada vez más intensivos y expansivos cultivos de ajo consumen más agua y están relacionados con la proliferación de nuevos tanques y con la captación privada de fuentes de agua en contra del uso comunitario. A esto debe sumarse un paulatino descenso en los últimos años del nivel de la laguna de origen glaciario que constituye la principal fuente de agua para la comunidad.

## ***El uso del agua a nivel de las parcelas***

En la cuenca de Misintá, como en el resto de la región agrícola de páramo, se presenta una variedad de tipos de manejo, basados sobre una agricultura intensiva especialmente sobre los fondos de valle y mesetas, que es posible gracias a la existencia de riego; y, en menor medida, sobre una agricultura con descanso, con riego o de secano, en las zonas de mayor altitud (mayor riesgo de heladas) o de mayor pendiente.

Tradicionalmente la agricultura paramera manejaba las parcelas mediante la práctica del descanso. Después de uno o dos ciclos de cultivos la parcela era abandonada, y los procesos sucesionales tendían a la recuperación de la vegetación natural de páramo. El descanso no

solamente favorecía la recuperación de la fertilidad de los suelos (Sarmiento et al. 1993), sino que también tenía un efecto positivo sobre la dinámica del agua al mantener los suelos más húmedos, aumentar la proporción de materia orgánica, disminuir la escorrentía y la pérdida de suelos (Sarmiento 2000). Este tipo de manejo fue la base para el mantenimiento de una agricultura sustentable en estos altos páramos.

La disminución y/o pérdida de la práctica del descanso ha acompañado la evolución de las estrategias de uso de la tierra en los últimos decenios. El manejo de parcelas bajo una agricultura intensiva ha significado también el aumento de las necesidades de agua, relacionado con el aumento del número de cosechas por año, y el aumento de la escorrentía superficial.

En estos últimos años la introducción del cultivo de ajo en los valles interandinos ha aumentado aún más las necesidades de agua para riego de tal manera que el avance del ajo en detrimento de los cultivos tradicionales se ha realizado sobre aquellas regiones que ya tenían un sistema de riego establecido.

A nivel de parcela, en términos generales, el manejo de cultivos bajo agricultura intensiva ha significado un aumento de las demandas de agua sobre el sistema de riego comunitario. Así también las nuevas parcelas con ajo en la comunidad representan una mayor presión sobre las fuentes de agua de la cuenca. Estas diferencias de cultivos y de manejos agronómicos implican diferencias en las demandas de agua que han resultado en nuevas tendencias para el manejo del agua en la comunidad.

En primer lugar, el aumento de los tanques privados de almacenamiento de agua representan una clara evidencia del incremento de la demanda de agua por aquellos que presentan parcelas bajo agricultura intensiva y con ajo. Debido a que los turnos de agua son repartidos equitativamente por el Comité de Riego, los que tiene tanques privados no dejan de utilizar sus turnos de agua en ninguna ocasión, a diferencia de los que no poseen tanque, que utilizan los turnos sólo en el momento que el cultivo lo requiere.

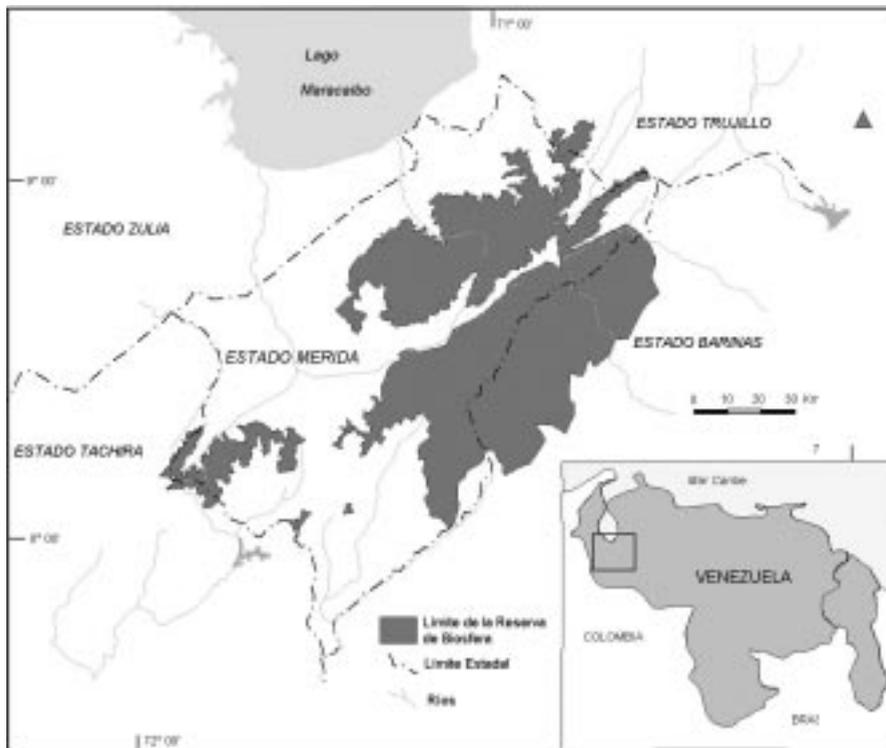
Un segundo paso en esta tendencia ha sido el aumento de tomas de agua particulares en la cuenca, con la finalidad de tener entradas extras a los turnos de agua obtenidos en los Comités de Riego. Un tercer paso en la evolución de la demanda de agua, aunque todavía no está presente en esta comunidad, ha sido la formación de Comités de Riego independientes, con lo cual las restricciones de turnos disminuyen o desaparecen.

A escala parcelaria, el aumento de parcelas con poco o ningún descanso y la introducción de cultivos con mayores demandas de agua representan a escala local un cambio en la dinámica agrícola y del uso del agua, que se ha manifestado en las nuevas tendencias hacia un manejo más individual en detrimento de una administración comunitaria del agua. A escala regional estas tendencias se han traducido en una mayor presión de demanda sobre las fuentes de agua ubicada en los pisos ecológicos superiores de los páramos.

### ***Una propuesta de Reserva de Biosfera para resolver los problemas de conservación***

Con el propósito de hacer más efectiva la conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales, la sostenibilidad ecológica y social del desarrollo, la participación dinámica

de las comunidades campesinas y la equidad en estos ambientes, se propuso en 1999 la figura de Reserva de Biosfera para los páramos de la Cordillera de Mérida (Monasterio & Molinillo 2000). La propuesta no sólo incluía el ecosistema de páramo, sino también ecosistemas de Selvas Nubladas, Selvas Siempreverde Seca y Bosques Altandinos, que trascienden incluso los límites del Estado Mérida en Venezuela, comprendiendo a tres Parques Nacionales, Sierra Nevada, La Culata, y Páramos del Batallón y la Negra (figura 3).



**Figura 3.** Ubicación de la propuesta Reserva de Biosfera “Los Páramos de Mérida” en los Estados Mérida, Barinas, Táchira y Trujillo (Venezuela).

Entre las razones para transformar la zona en Reserva de la Biosfera se encontraban:

- a. Representatividad: los Páramos Tropicales se distribuyen a manera de “islas” aisladas en la Cordillera de los Andes y hasta el presente no existe esta categoría de protección para alguno de ellos.
- b. Exclusividad: los páramos conforman ambientes únicos sobre el planeta. Los ambientes de páramo de Andes Septentrionales evolucionaron bajo condiciones ambientales exclusivas para conformar paisajes glaciares de gran belleza y con biotas altamente diversificadas.
- c. Biodiversidad: la flora y la fauna de los páramos en los Andes Septentrionales evolucionaron en ambientes de bajas temperaturas y ritmos ecuatoriales, desarrollando adaptaciones únicas y transformándose en centros de diversificación y dispersión como es el caso del género *Espeletia*. El uso de la tierra permitió posteriormente formar mosaicos ecológicos de alta diversidad.

d. Protección de cuencas: sobre un modelado glaciario, una gran diversidad de ecosistemas colonizan y protegen las cabeceras de los ríos que se integran en la cuenca del Orinoco en el oriente y de Maracaibo en occidente.

e. Cultura e historia: desde milenios las poblaciones locales manejan el espacio agrario con la estrategia itinerante descanso-barbecho-cultivo (regeneración-fertilidad-producción), combinándose en la actualidad con recientes (cientos de años) estrategias de pastoreo extensivo, para conformar usos del suelo donde la tradición y la innovación se imbrican en estrategias dinámicas que buscan adaptarse a las cambiantes condiciones del entorno.

f. Fragilidad: las condiciones de alta montaña, la susceptibilidad erosiva de los suelos y la vulnerabilidad de la biota conforman condiciones de elevada fragilidad, especialmente por encima de los 4.000 m.

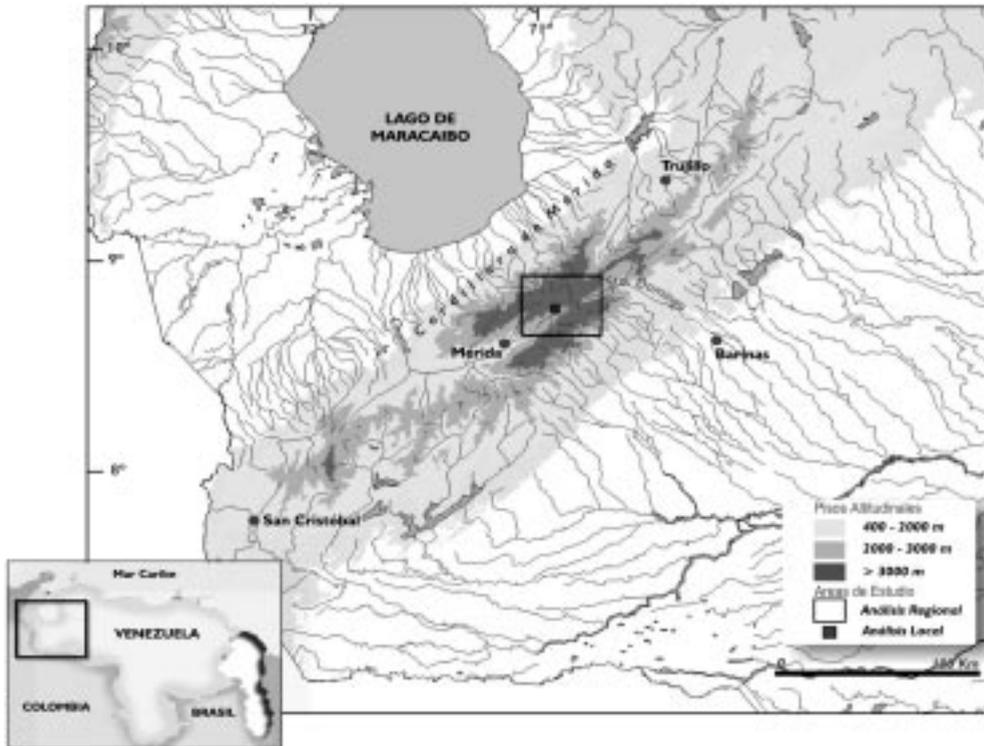
g. Conservación y desarrollo: la transformación de la zona proyectada en Reserva de Biosfera permitiría conservar una región representativa de los ambientes de Páramo Tropical en el planeta, conservar la excepcional biota tropical de alta montaña, los recursos hídricos y de suelo de la macrorregión, las particulares estrategias del uso de la tierra y sus adaptaciones desarrolladas en milenios de interacción, las variedades silvestres y cultivadas de tubérculos andinos relacionados a esta cultura, y además profundizar la investigación participativa y experimental en la búsqueda de un desarrollo sostenible, donde la producción sea compatible con la estabilidad de estos frágiles ambientes tropicales.

La propuesta intentaba integrar la conservación y el desarrollo de una manera armoniosa y crear un mejor contexto para subsanar conflictos de uso que los Parques Nacionales no habían podido resolver a lo largo de muchos años. Aunque la constitución de la Reserva de Biosfera podía traer múltiples ventajas para la población local (alternativas de desarrollo sostenible, recuperación y revalorización de prácticas, de especies y variedades útiles, mejores contextos institucionales y comerciales), en la medida que la misma era tomada en cuenta y se le otorgaba participación y capacidad de decisión, hacía falta todavía un enfoque instrumental que permitiera comprender e integrar problemas y objetivos de desarrollo y conservación que se presentaban a diferentes escalas en la región.

### ***Articulación de escalas espaciales mediante el servicio ambiental de agua***

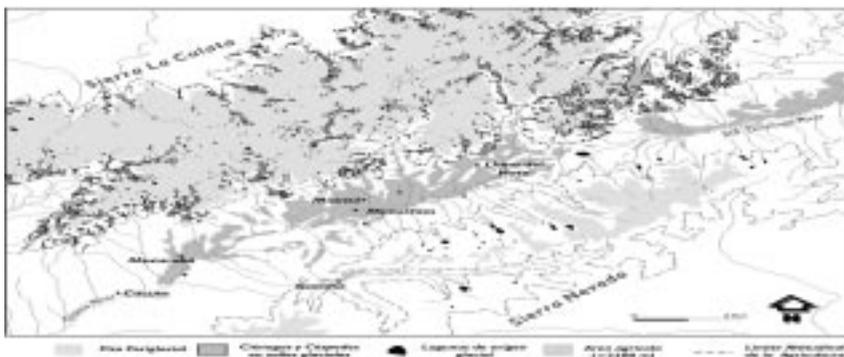
Las mayores demandas de servicios ambientales, especialmente servicios de agua, no han sido acompañadas hasta el presente por medidas efectivas de conservación sobre los pisos altiandinos, como por ejemplo el control del pastoreo sobre las zonas de ciénagas. Tampoco han sido tomadas medidas de control para un manejo más eficiente del agua a niveles comunitarios y supracomunitarios. Una de las principales razones es que los problemas que hemos estado relacionando a través del tema del agua se encuentran en la práctica a diferentes escalas espaciales, y esto significa diferentes actores, ámbitos y políticas (tabla 1). Esta desarticulación de temas prioritarios a diferentes escalas está presente también en las políticas de investigación, de conservación y de desarrollo.

La articulación de temas prioritarios a diferentes escalas parece presentarse como un requisito indispensable para analizar y comprender procesos biofísicos y sociales en una región,



**Tabla 1.** Algunos temas prioritarios relacionados al uso del agua como servicio ambiental en el páramo separados en cuatro principales escalas. Las tres últimas son consideradas en esta área de estudio de la Cordillera de Mérida.

tema fundamental cuando se trata la problemática del manejo de los recursos, la conservación y el desarrollo sustentable. Un enfoque que favorezca la articulación de diferentes escalas espaciales permitiría vincular problemáticas con diferentes actores, ámbitos y políticas. Este enfoque debería tratar especialmente con temas transversales como el caso de los servicios ambientales que involucran implícitamente distintas escalas, siendo uno de estos, de amplia relevancia y de gran vigencia, el servicio ambiental del agua, que permite la articulación de distintas problemáticas a diferentes escalas (figura 4).



**Figura 4.** Esquema simplificado de los nexos entre escalas que produce el tema transversal del servicio de agua proveniente del páramo. La articulación de escalas permite tener un enfoque más dinámico de las relaciones entre temas prioritarios de conservación y desarrollo en diferentes ámbitos. A los fines de simplificar el esquema sólo se ha colocado un ejemplo de los actores y temas prioritarios para cada escala.

Bajo este enfoque los planes de conservación proyectados generalmente a escala regional pueden involucrar no solamente medidas de control del impacto sobre las fuentes de agua en el páramo altiandino, sino también la comprensión de la dinámica agrícola a nivel comunitario y el manejo a nivel de las parcelas en los diferentes tipos de cultivo. Los proyectos de investigación formulados a escala de parcelas podrían precisar los diferentes temas a incluir teniendo en cuenta el posible impacto de la investigación a escala local y regional. Aunque estas sean consecuencias obvias de la articulación de escalas a través de temas transversales como los servicios ambientales, otras implicancias a nivel de la comunidad podrían ser trascendentes para la conservación y el manejo sustentable a nivel regional y macrorregional.

El enfoque de temas transversales articulando escalas obliga a la necesaria participación de la comunidad local en el análisis del manejo de los recursos. Esto tiene por lo menos una triple consecuencia en la conservación y el desarrollo. Primero, puede transformar en comprensivos y tangibles temas que son presentados de manera abstracta a la población local, tales como la conservación de los ecosistemas naturales. La vinculación del consumo de agua para riego de una parcela con la conservación de las fuentes de agua, parece ser una relación concreta y aceptable para los productores y las organizaciones comunitarias. Segundo, la participación y el intercambio con la comunidad a través de servicios de información a diferentes escalas puede conducir hacia conceptos más dinámicos y más participativos de la conservación. Tercero, la articulación de escalas también implica las interrelaciones entre los distintos actores involucrados en la problemática y la comprensión del papel de cada uno. En nuestro caso, la comunidad puede comenzar a dejar de ver al Servicio de Parques Nacionales y su sistema de protección como un obstáculo para el desarrollo, y las instituciones encargadas de la administración de las áreas protegidas pueden considerar los objetivos de desarrollo de la comunidad en sus planes de conservación. De esta forma, las comunidades locales podrían intervenir de alguna manera en la definición de estrategias de conservación de las fuentes de agua junto con las instituciones del Estado encargadas de la administración de parques.

### ***Elaborando estrategias para un manejo sostenible a escala local y regional***

El enfoque de la articulación de escalas mediante temas transversales está necesariamente relacionado con la formulación de estrategias locales y regionales para el manejo sustentable de los recursos. En nuestro caso algunos pasos previos a la formulación de estrategias y vinculados al enfoque del agua como tema transversal deben pasar por brindar información a las comunidades para tomar decisiones acertadas para el manejo de los recursos. Por ejemplo, mapas sobre la distribución actual y potencial de sus agroecosistemas, de los recursos que utilizan directa o indirectamente (agua, suelos, ecosistemas para recuperación de parcelas en sucesión, forraje natural, leña, etc.) y sobre el lugar donde se originan sus servicios ambientales más importantes, pueden resultar de fundamental importancia para que las comunidades locales puedan tomar decisiones sobre el uso de la tierra, sobre medidas de conservación para mantener la utilización de los servicios ambientales y para planificar estrategias agrícolas eficientes.

La identificación y cuantificación de los servicios ambientales y sus fuentes de origen en zonas naturales permitirá entender que los ecosistemas naturales forman también parte de un gran complejo sistema de producción y que su mantenimiento por parte de las poblaciones locales asegura la sostenibilidad y el funcionamiento de las áreas agrícolas.

Así también, la disponibilidad de mapas de límites de riesgos ambientales para diferentes tipos de agricultura (extensiva, intensiva con y sin descanso) permitirá a los productores planificar mejor el espacio de distribución agrícola y los alertará sobre los riesgos de expansión sobre algunas áreas.

De la misma manera, las poblaciones locales, los organismos encargados de la protección de las áreas naturales y los investigadores podrán participar en conjunto en la elección de actividades y estrategias compatibles con el mantenimiento y la potenciación de las funciones ambientales de las áreas protegidas.

Toda esta información, expresada de manera gráfica y descriptiva, será la base ecológica para elaborar y planificar posteriormente políticas agrícolas regionales o locales que expresen alternativas de conservación para mantener y potenciar el papel de las áreas naturales, logrando así una producción ecológica y socialmente sostenible de los agroecosistemas parameros.

Finalmente, el juego de articular escalas mediante temas transversales como los servicios ambientales permite reforzar y enriquecer como una gran estrategia regional el concepto de conservación, desarrollo e investigación que mantienen las Reservas de Biosfera (Batisse 1986), figura que bajo este nuevo enfoque trascenderá los lineamientos clásicos de la conservación, para hacer basar el desarrollo sostenible de las poblaciones humanas locales sobre el aprovechamiento de las interacciones ecológicas entre las áreas naturales y los agroecosistemas. De esta manera, la articulación de escalas mediante temas transversales puede transformar a las Reservas de Biosfera en figuras aún más dinámicas en la conservación y el desarrollo sostenible. Con este enfoque la propuesta de Reserva de Biosfera "Los Páramos de Mérida" en la Cordillera de Mérida plantea conservar y potenciar los servicios ambientales que provienen de ecosistemas estratégicos y que son fundamentales para el funcionamiento de las áreas productivas de la región.

## **CONCLUSIONES**

El enfoque de la articulación de escalas mediante temas transversales como los servicios ambientales puede permitir captar la dinámica entre conservación y desarrollo que se produce a diferentes escalas espaciales y favorecer la comprensión de problemas de manejo de recursos en el que intervienen diferentes actores, ámbitos y políticas. De este modo, será posible comenzar a llevar la conservación de los ecosistemas a la parcela de los productores, e involucrar a las comunidades locales en el mantenimiento de ecosistemas estratégicos como son los páramos andinos. Este enfoque podría también dinamizar el concepto de desarrollo sostenible y conservación contenido en las Reservas de Biosfera para potenciar las interacciones ecológicas y los servicios ambientales entre las áreas protegidas y las áreas productivas.

## **LITERATURA CITADA**

Batisse, M. 1986. La evolución y el enfoque del concepto de reserva de biosfera. *La naturaleza y sus recursos* 22:3

Biodiversity Support Program. 1995. *A Regional Analysis of Geographic Priorities for Biodiversity Conservation in Latin America and the Caribbean*. Biodiversity Support Program, Washington, D.C. USA.

- Chuvieco, E. 1990. Fundamentos de teledetección espacial. Editorial RIALP, Madrid.
- Drost, H., W. Mahaney, M. Bezada, & V. Kalm. 1999. Measuring the impact of land degradation on agricultural production: a multi-disciplinary research approach. *Mountain Research and Development* 19: 68-70
- Hess, C. 1990. "Moving up - moving down": Agro-pastoral land use patterns in the Equatorial Paramos. *Mountain Research and Development* 10: 333-342
- Ives, J. & B. Messerli. 1990. Progress in theoretical and applied mountain research, 1973-1989, and major future needs. *Mountain Research and Development* 10:101-127
- Ives, J., B. Messerli, & E. Spiess. 1997. Mountains of the world. A global priority. Pp. 1-15. En: B. Messerli & J. Ives (eds.). *Mountains of the World. A Global Priority*. The Parthenon Publishing Group.
- Lyon, J. 1998. A change detection experiment using vegetation indices. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 64 : 143-150
- Mittermeier, R., N. Myers & C. Mittermeier. 1999. Hotspots. Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Cemex. Conservation International
- Molinillo, M. & M. Monasterio. 1997. Pastoralism in paramo environments: practices, forage, and impact on vegetation in the Cordillera of Merida, Venezuela. *Mountain Research and Development* 17 : 197-211
- Monasterio, M. 1980a. Las formaciones vegetales de los páramos de Venezuela. Pp. 93-158 En M. Monasterio (ed.). *Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos*. Editorial de la Universidad de Los Andes, Mérida.
- Monasterio, M. 1980b. Poblamiento humano y uso de la tierra en los Altos Andes de Venezuela. Pp. 170-198 En: M. Monasterio (ed.). *Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos*. Editorial de la Universidad de Los Andes, Mérida.
- Monasterio, M., G. Sarmiento & O. Solbrig. 1985. Comparative Studies on Tropical Mountain Ecosystems. Planning for Research. Introduction. *Biology International* 12: Special Issue.
- Monasterio, M. & M. Celecia. 1991. El norte de los Andes tropicales. Sistemas naturales y agrarios en la Cordillera de Mérida. *Ambiente* 68:2-6
- Monasterio, M. & M. Molinillo. 2000. Propuesta de Reserva de Biosfera «Los Páramos de Mérida». Universidad de Los Andes, Mérida. Venezuela. MAB-UNESCO, Montevideo.
- Sarmiento, L. 2000. Water balance and soil loss under long fallow agriculture in the venezuelan Andes. *Mountain Research and Development* 20: 246-253
- Sarmiento, L., M. Monasterio & M. Montilla. 1993. Ecological bases, sustainability, and current trends in traditional agriculture in the Venezuelan high Andes. *Mountain Research and Development* 13: 167-176.
- Verweij, P. 1995. Spatial and temporal modelling of vegetation pattern: burning and grazing in the paramo of Los Nevados National Park, Colombia. PhD thesis. ITC Publication Number 30. Enschede.