

Citar como:

Monasterio, M. 2002. Evolución y Transformación de Los Páramos en la Cordillera de Mérida: Paisajes Naturales y Culturales en Venezuela. En: Mujica, E. (Ed): Paisajes Culturales en los Andes. UNESCO, Lima, pp. 99-109.

EVOLUCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE LOS PÁRAMOS EN LA CORDILLERA DE MÉRIDA: PAISAJES NATURALES Y CULTURALES EN VENEZUELA

Maximina Monasterio

EVOLUCIÓN CONVERGENTE DE LOS PÁRAMOS EN LOS INTERTRÓPICOS MONTANOS

El páramo, en los altos Andes del Norte, es el ecosistema más representativo de la colonización, adaptación y evolución de la flora en un ambiente tropical frío de origen relativamente reciente. El levantamiento final de los Andes y los episodios glaciales durante el Pleistoceno produjeron un nuevo tipo de ecología en Suramérica: la Alta Montaña Tropical Húmeda. Esto se evidencia comparando, a escala de satélite, los topes de la Cordillera: los páramos en el Norte se vislumbran como un piso discontinuo y permanente húmedo que contrasta, en el Centro de los Andes, con el piso continuo de la Puna altiplánica, que posee un ritmo hídrico anual: sequía extrema y humedad en la visión de los pasos estacionales del satélite (Monasterio 2001).

Situaciones ambientales convergentes a las de los páramos andinos evolucionaron paralelamente en las altas montañas tropicales de otros

continentes e islas oceánicas: pisos afroalpinos en el Este de África ecuatorial, altas montañas de Malasia y Melanesia en Asia y el área del Pacífico. En este último caso son particularmente significativas las situaciones en Nueva Guinea, Borneo y Hawai. En los ambientes ecuatoriales del Este de África el páramo emerge con un patrón disyunto en los aislados volcanes de Mont Kenya, Ruwenzori, Virunga y Kilimanjaro, etc. En Asia y en el área del Pacífico (altas montañas de Malasia y Melanesia), todos los páramos se presentan en parches o superficies discontinuas, sobresaliendo en cumbres y/o en los ecotonos emergentes adyacentes a las selvas nubladas montanas (Monasterio y Vuilleumier 1986).

A escala de la evolución terrestre, el ambiente de extrema originalidad de la alta montaña tropical húmeda es muy joven. Desde el punto de vista tectónico surge al final del Cenozoico con los últimos levantamientos de los principales sistemas montañosos en los intertrópicos, dándole un carácter intercontinental y universal a estos eventos, como lo interpretó precursora-

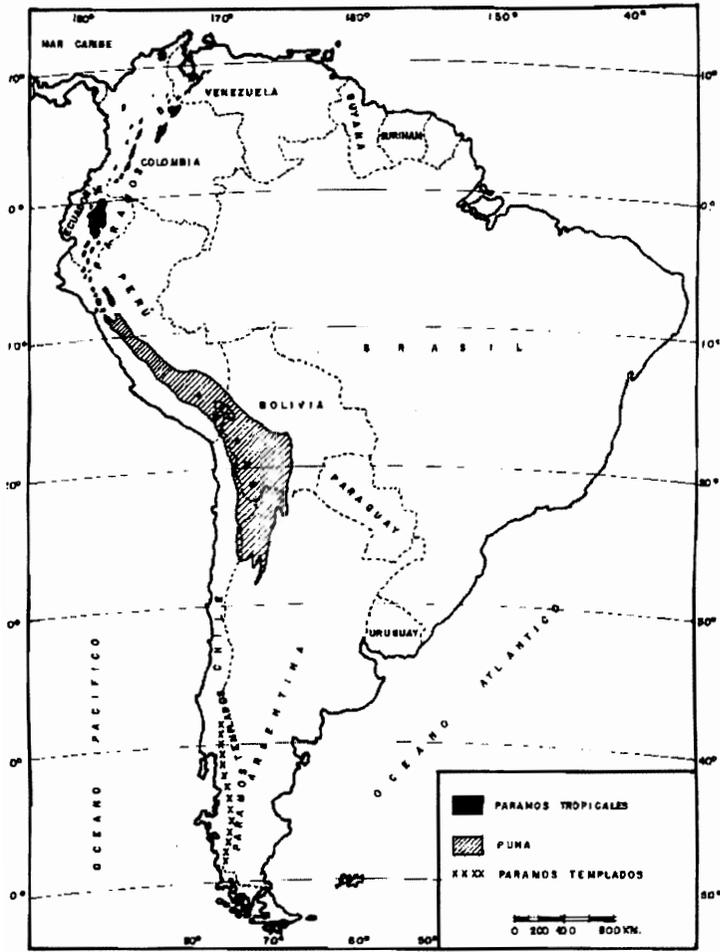


Fig. 1. Mapa esquemático de Sudamérica que muestra la distribución «insular» de los páramos en los Andes Ecuatoriales (11° N - 8° S), y de la Puna geográficamente continua (8° - 27° S). Los «Páramos templados» se encuentran en el extremo Sur del eje andino (40° - 50°). Tomado de Monasterio 1980.

lógicos, en el proceso de colonización biológica de estos ambientes recién surgidos.

La síntesis ecológica de estos acontecimientos es la «creación» de un ambiente nuevo, la Alta Montaña tropical húmeda: el **ambiente páramo**, denominación que se universaliza a nivel intercontinental (Monasterio y Vuilleumier 1986). Este nuevo ambiente combina el régimen tropical (isotermia anual y estacionalidad diurna) con bajas temperaturas, heladas frecuentes y altas precipitaciones, configurando un clima Periglacial Tropical Húmedo, para cuya síntesis ambiental no

había organismos preadaptados. A un nivel comparativo intercontinental la flora de distintos orígenes (australes, boreales, tropicales) que fue colonizando este original ambiente muestra respuestas evolutivas convergentes en morfología y fisiología. Entre los ejemplos más notables podemos citar la Espeletia en los páramos andinos y el Dendrosenecio en la región «Afroalpina» de los volcanes del Este de África ecuatorial (Monasterio y Sarmiento 1991).

mente Carl Troll en su magistral obra (Troll 1968). Las formas de relieve en este nuevo espacio altimontano son consecuencia de los eventos modeladores producidos por las fluctuaciones climáticas durante los periodos glaciales e interglaciales del pleistoceno (Livingston 1967, van der Hammen 1974, Flendey 1979). Es interesante recalcar el carácter tropical de estas glaciaciones, sometidas a un ritmo diario y no estacional, como las ocurridas en latitudes altas (Tricart 1970). Los procesos geomorfológicos incidentes en el modelado del sustrato actúan también en ciclos diarios y tampoco son comparables con los de otras áreas extratropicales, templadas o frías. Asimismo, debemos considerar que los «dramáticos» eventos pleistocénicos actuaron como filtros, puentes o corredores eco-

Es importante resaltar los procesos de globalización convergente implicados en la estructuración de los ambientes del trópico frío y húmedo tomando como escenario evolutivo el espacio comprendido entre los trópicos de Cáncer y de Capricornio (Fig. 2), donde «la Alta Montaña Tropical» se presenta en «parches» disconti-

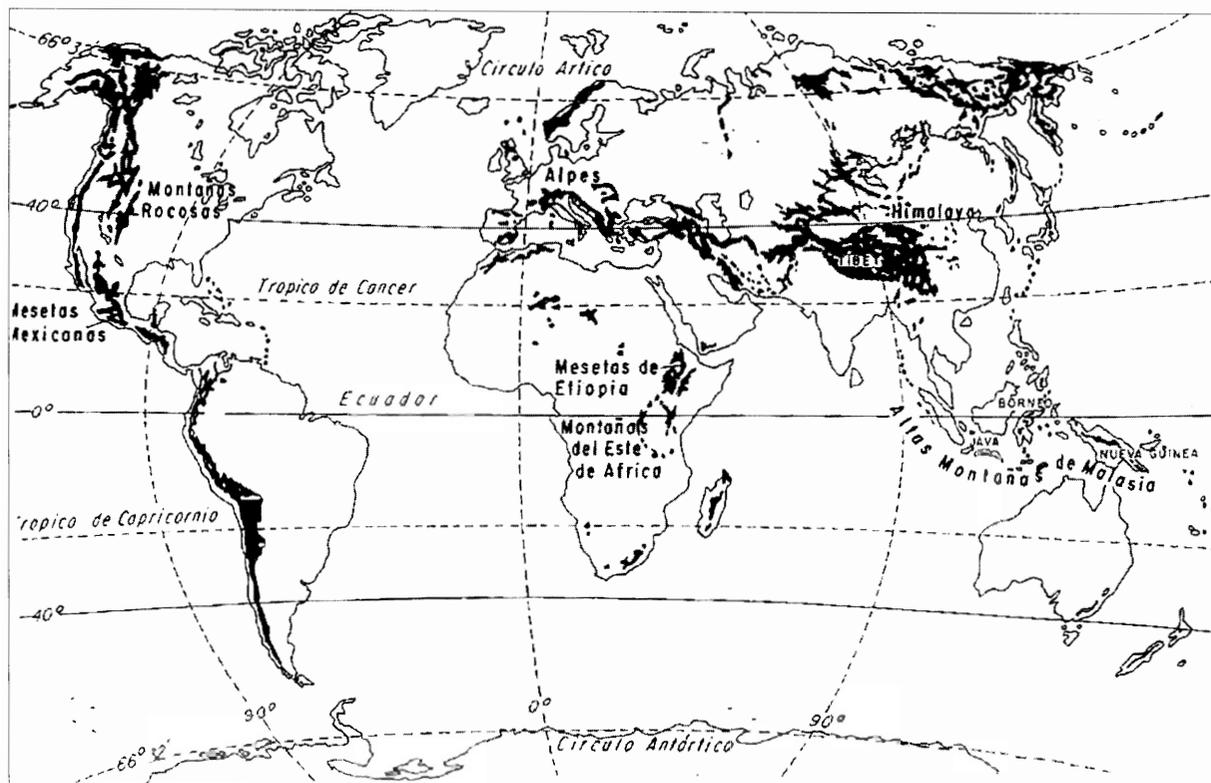


Fig. 2. Distribución de la vegetación de las montañas a nivel intercontinental, que muestra en los intertrópicos montanos el patrón de distribución ecuatorial de la Alta Montaña Tropical Húmeda. Tomado de Monasterio y Vuilleumier, 1986.

nuos formando un archipiélago cuyas «islas» emergen de los continentes o los océanos. Este macroecosistema, que se ubica en las mayores alturas, tiene como ecotono superior la línea de los glaciares y como frontera inferior el límite continuo de las Selvas montanas.

Fisonómicamente los páramos están «dominados» por gramíneas en macolla, arbustos y «árboles» monocaules con rosetas. Sin embargo, existen variaciones regionales y locales, en algunas áreas muy húmedas predominan densos pastizales y en otras serranías a grandes altitudes. Los paisajes están poblados por las rosetas gigantes de la familia de las compuestas (norte de los Andes y este de África ecuatorial). La flora de los páramos ha tenido un doble origen, por una parte están los elementos extratropicales, tanto australes como boreales, preadaptados a las bajas temperaturas pero no a la isoterminia

anual ni a la falta de una definida estación de crecimiento. En contraposición están los elementos de origen tropical, preadaptados a los ritmos continuos de crecimiento y funcionamiento que caracterizan la flora de los trópicos húmedos selváticos de baja altitud y que debieron adaptarse a las bajas temperaturas traspasando el gradiente altitudinal hasta colonizar las grandes alturas. Es en esta flora de origen tropical donde se encuentran las más notables estrategias y adaptaciones morfofuncionales relacionadas con las economías del carbono, los nutrientes y el balance hídrico, lo que le permite a las rosetas gigantes colonizar los hábitat periglaciales más extremos: los páramos desérticos (Monasterio y Sarmiento 1991).

El ambiente páramo se caracteriza por poseer una oferta ambiental permanente durante todo el año en los hábitat de los diversos grupos

taxonómicos y, asimismo, los procesos reproductivos escalonados se interdigitan en un continuo temporal (Monasterio 1986). Esta oferta ambiental contrasta con una oferta netamente estacional en las montañas de las latitudes templadas, los ambientes alpinos, que tienen una prolongada pausa invernal y permanecen improductivos en los largos inviernos boreales y australes. Es por ello que el término alpino para los trópicos altimontanos parece inadecuado (Monasterio y Vuilleumier 1886), y se ha hecho extensivo el vocablo «páramo» para las montañas ecuatoriales de África y de otros continentes e islas oceánicas. La oferta ambiental de los páramos ha permitido a esta biota ser mucho más rica tanto en hábitats como en diversidad específica si la comparamos con la de las montañas de las latitudes templadas, los **ambientes alpinos**. Hay que resaltar que este ritmo continuo persiste en los páramos transformados: agrícolas y ganaderos, e incluso la recreación turística se beneficia durante todo el año de sus impactantes paisajes, pues la producción y las visitas pueden realizarse sin pausas, a diferencia de lo que ocurre en las montañas templadas. También los servicios ambientales, como el agua para riego, permiten una continuidad en el abastecimiento (Monasterio y Molinillo 2000).

LOS PÁRAMOS DE LA CORDILLERA DE MÉRIDA: ESCENARIOS NATURALES Y CULTURALES

En los Andes Tropicales Húmedos, como es el caso de la Cordillera de Mérida, a medida que ascendemos en el gradiente altitudinal, el clima periglacial se hace cada vez más extremo, lo que trae asociado un aumento proporcional de la fragilidad de los hábitats donde se asientan los ecosistemas naturales y sus agroecosistemas de reemplazo. Analizaremos fundamentalmente los pisos más altos a lo largo del gradiente altitérico, desde las cumbres nivales a los ambientes de páramo y las franjas agrícolas parameras. En esta zonación podemos distinguir:

Los Ambientes Periglaciales

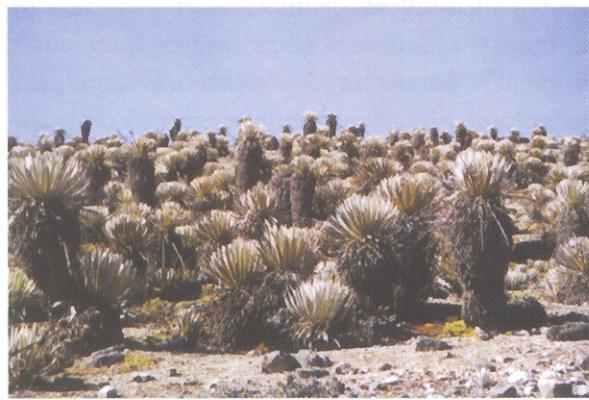
Esta franja se extiende entre 4.000 y 4.800 m de altitud, su cota superior limita con los glaciares actuales mientras que la cota de 4.000 m representa una frontera clave. Por arriba de este límite altitudinal el clima periglacial con ciclos diarios de congelamiento nocturno-descongelamiento diurno impide toda actividad agrícola por las heladas recurrentes. Un modelado de erosión

glacial caracteriza esta franja: valles colgantes, circos, rocas aborregadas. Según Wagner (1979), esta zona no estuvo poblada en épocas prehispánicas y se utilizaba para rituales y ofrendas a los dioses. Actualmente su impactante belleza paisajista sigue manteniéndola como un área mágica.



Ambiente periglacial en el páramo de Piedras Blancas a 4.200 m de altitud.

Rosetal de *Espeletia timotensis* colonizando los ambientes periglaciales en el páramo de Piedras Blancas.



Dos formaciones vegetales, el Páramo Desértico y el Desierto Periglacial, colonizan este ambiente. Su flora de gran endemismo ha desarrollado estrategias y formas de vida espectaculares (Rosetas gigantes de *Espeletia* y cojines acuales de diversos géneros tales como *Draba chiono-phylla*, *Azorella julliannii*, *Montia meridensis*), que acúñan el terreno formando terracetos y áreas de contención de las tierras móviles predominantes en este ambiente, producto de los procesos de cryoreptación derivados de los ciclos diarios de hielo-deshielo y sus impactos sobre el substrato. La franja periglacial es un ambiente de extrema fragilidad, condicionado por su rigurosidad climática, baja productividad y elevada susceptibilidad erosiva.

Postulamos que solo ecosistemas con una flora tan especializada que ha evolucionado *in situ* a lo largo de los periodos glaciales e interglaciales del Plio-Pleistoceno y Holoceno (van der Hammen 1974, van der Hammen y Cleef 1986), es capaz de seguir colonizando, reproducirse y mantenerse con un grado de relativa estabilidad en este ambiente tan frágil. Actualmente esta zona está bajo régimen de Parques Nacionales. Su protección repercutirá en el equilibrio de las cuencas hidrológicas que se originan en los altos Andes y se integran en las tierras bajas adyacentes (cuencas del Lago de Maracaibo y Ori-



Espeletia de gran tamaño en el páramo de Piedras Blancas.

noquia). De ello se deriva la propuesta de creación de la **Reserva de Biosfera: los Páramos de Mérida** (MAB-UNESCO-CYTED 2000), que propone que el ambiente periglacial debe ser manejado como área de conservación para la protección de la biodiversidad, la captación del agua y el equilibrio hidrológico de sus múltiples vertientes, proveyendo servicios ambientales tanto a los pisos más bajos como a las grandes cuencas llaneras. Una serie de trabajos realizados en el páramo avalan esta propuesta integrando enfoques a nivel ambiental, microclimático, poblacional, de biología reproductiva, ecofisiológico y ecosistémico: cadenas tróficas, producción primaria, descomposición, ciclos de nutrientes, etc. (Monasterio y Molinillo 2000).

La Agricultura Paramera

En los Andes de Venezuela la colonización agrícola del páramo se implementó en una franja comprendida entre los 2.800 y 3.800 m de altitud. En ella todavía se reflejan los paisajes agrícolas relictos de la época prehispánica y de la Independencia: la *cultura de la papa* y la *cultura del trigo*, que se influenciaron mutuamente. Estos enclaves culturales se interdigitan con paisajes contemporáneos surgidos durante la intensa transformación del páramo en la Venezuela petrolera, hasta llegar al complejo cultural actual en los albores del siglo XXI (Monasterio 1980a, 1997; Monasterio y Molinillo 2000).

• La cultura de la papa

En la agricultura paramera enfocada a la producción de papa todavía coexiste dos sistemas contrastantes de manejo. Por un lado, el sistema tradicional indígena reajustado durante la Colonia que utiliza largos periodos de descanso durante los cuales se produce una sucesión secundaria que, a lo largo de distintas fases secuenciadas, regenera la vegetación natural del páramo y la fertilidad del suelo; este sistema estuvo basado en el trabajo intensivo familiar y en el trabajo retributivo.

Actualmente todavía persisten y «resisten» en áreas aisladas asentamientos campesinos que conjugan reminiscencias de cultura indígena mestizada «tecnológicamente» durante la Colonia: arado egipcio, fuerza de tracción animal con yuntas de bueyes, muladares para transporte y carga que todavía se utilizan para conexiones entre las áreas más aisladas. Estos sistemas culturales relictuales son recreados y manejados por las comunidades campesinas asentadas en los valles laterales estrechos, que cultivan papa en las laderas de fuertes pendientes. En contraste, existen grandes fincas, cuyos propietarios ma-

nejan un capital intensivo, mano de obra asalariada y altos niveles de insumos provenientes de la industria petrolera (fertilizantes químicos y orgánicos, pesticidas y herbicidas). Este paquete tecnológico ha sustituido el descanso de la tierra para la regeneración de la fertilidad. Las fincas se ubican preferentemente en las «mesas» o altiplanicies con tierras arables de horizontes profundos que pueden manejarse con tractor. Sin embargo, ambas alternativas convergen con la cultura de la papa, que no es solo un cultivo en los Andes de Mérida sino también un sistema social de arraigo cultural aunque polarizado actualmente en el espacio andino: los campesinos en los valles laterales estrechos, marginados del desarrollo regional, los propietarios de las grandes fincas en las altiplanicies fértiles, junto a las vías de acceso a los mercados nacionales.

• El Paisaje Cultural en Gavidia:

Un monocultivo que recrea biodiversidad

La cuenca de la Quebrada de Gavidia ocupa una superficie del orden de las 5.000 ha en la Sierra Nevada de Mérida, localizándose entre los 70° 52' a 8° 45' de latitud Norte y los 70° 52' a 70° 57' de longitud Oeste. Un conjunto de pequeños y estrechos valles fluvio-glaciales integran esta cuenca. La comunidad campesina de Gavidia, formada por unas 500 personas, se ubica en uno de ellos, ocupando una franja entre 3.000 a 3.700 msnm. La vegetación natural es un rosetal-arbustal de *Espeletia schultzii*-*Hypericum laricooides* (Monasterio 1980b). La agricultura está orientada al cultivo de la papa para autoconsumo y comercialización, y en forma complementaria a la producción de cereales (avena, cebada y trigo) que se utilizan localmente, ya sea en la alimentación familiar o como forraje.

El sistema de manejo se caracteriza por incluir largos periodos de descanso de las parcelas, durante los cuales puede llegar a restablecer-

se total o parcialmente la vegetación natural paramera. Es posible definir, entonces, dos periodos complementarios en el ciclo agrícola: el de cultivo y el de sucesión regeneración. El cultivo se inicia al arar una parcela, ya sea de páramo natural o en alguna etapa sucesional. El número de cosechas consecutivas que se realizan depende del estado de la parcela en cuanto a su fertilidad como de la extensión de tierra de que disponga una familia campesina. En condiciones óptimas se cultivaba papa durante tres años consecutivos, finalizando el ciclo agrícola con la siembra de un cereal. Luego la parcela es abandonada y entra en una fase dinámica y activa de sucesión-regeneración y de descanso agrícola.

El Sistema de Uso de la Tierra

• Del barbecho al cultivo

Analizaremos primero las prácticas agrícolas realizadas durante el cultivo insertas en el escenario ambiental de Gavidia y en relación con el bagaje tecnológico integrado a este sistema de producción. La figura 6 es indicativa de una se-

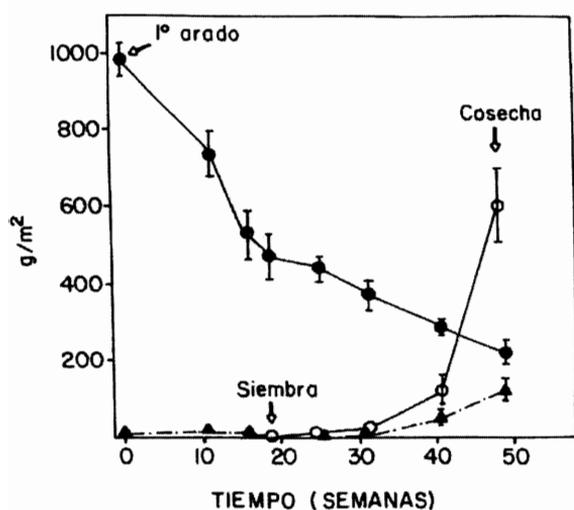


Fig. 6. Esquema del ciclo agrícola en el páramo de Gavidia. Tomado de Sarmiento y Monasterio, 1993.

cuencia cronológica que integra factores climáticos claves, precipitación y heladas. Así, la siembra se realiza al principio de la época húmeda y el desarrollo del cultivo coincide también con la época libre de heladas, con lo cual se aprovechan los recursos hídricos naturales y se evaden los riesgos de congelamiento durante las etapas de producción del cultivo.

Con la yunta de bueyes se realizan una serie de arados, el primero de **rompedura**, que «rompe» la capa arable e incorpora y fragmenta la vegetación natural de los primeros 30 centímetros del suelo. A continuación la parcela entra en un periodo de **barbecho** que dura de 4 a 5 meses, donde la fitomasa semienterrada se va descomponiendo lentamente e incorporándose al suelo como el abono verde que va a fertilizar el desarrollo del cultivo. Esta fase precede al segundo arado para la **siembra**. Por lo tanto, el barbecho es una fase biológica muy activa. Según Sarmiento y Monasterio (1993), existe una asincronía entre la descomposición de los residuos vegetales y el desarrollo del cultivo, pero el barbecho permite sincronizar la mineralización de los nutrientes del abono verde y su absorción durante el cultivo.

Las papas de altura que se cultivan en Gavidia son de ciclo largo y su desarrollo tarda entre seis a ocho meses después de la siembra. Para la **cosecha** el terreno vuelve a ser arado con la yunta, las condiciones de fertilidad del suelo regulan el número de años consecutivos de siembra. Luego el sistema pasa a una nueva fase del ciclo agrícola: **el descanso**.

• La biodiversidad paisajista: Sucesión-regeneración

Durante la fase de descanso, cuya función primordial es recuperar la fertilidad, ocurre una sucesión ecológica que, de prolongarse el tiempo suficiente, permite la regeneración de la ve-

getación natural del páramo. En Gavidia la duración del descanso es variable (entre 3 a 20 años) y depende de la historia y el estado de cada parcela y de la disponibilidad de tierras de cada familia.

En la mayoría de los casos los páramos «regenerados» que se vuelven a cultivar son fases intermedias de la sucesión, que presentan especies claves como indicadoras de almacenamiento de nutrientes en el contexto del conocimiento campesino, tales como la *Espeletia schultzii* y el *Lupinus meridanus*.

La sucesión en Gavidia tiende a la regeneración diacrónica del ecosistema natural paramero pero, asimismo, mantiene de manera sincrónica en el paisaje las diferentes etapas sucesionales que van desde el momento en que se inicia el descanso hasta la reinstalación del páramo.

Se trata, pues, de un sistema global y complejo inducido por las decisiones y los itinerarios del manejo campesino que forma mosaicos en el espacio del valle donde cada parcela del conjunto pertenece a una etapa definida de la sucesión, ya sea en las diferentes fases de regeneración, en el barbecho o en el desarrollo del cultivo, configurando una **diversidad paisajista** donde se interdigitan etapas sincrónicas y diacrónicas del proceso de regeneración, y etapas del ciclo agrícola: barbecho-cultivo, lo cual permite la coexistencia de todas las etapas de la sucesión en un momento dado y su interpretación comparativa. Este modelo de regeneración difiere de los modelos secuenciales lineales o diacrónicos que se desencadenan por fenómenos naturales.

También el páramo natural ocupa una superficie muy importante en el paisaje de Gavidia, pues se encuentra resguardado en afloramientos rocosos, derrubios o pendientes extremas. La presencia del páramo natural, con su alta diversidad, constituye una fuente de semillas y otros propágulos que puede acelerar la regeneración sucesional del ecosistema.

EL SIGNIFICADO ECOLÓGICO DEL SISTEMA DE MANEJO

Por último enfocaremos los aspectos más relevantes tanto del periodo de sucesión como del cultivo, que permitan identificar los procesos ecológicos claves para entender el funcionamiento y supervivencia del sistema tanto desde el punto de vista agrario como de conservación de la biodiversidad.

• El periodo de sucesión regeneración

La sucesión fue estudiada analizando parcelas con diferente tiempo de descanso (1, 2, 6, 12 y 16 años), las cuales fueron caracterizadas sobre la base de su composición florística, cobertura por especies, biomasa de las especies más importantes, contenido de nutrientes en el suelo y la vegetación, biomasa microbiana del suelo, colonización de las raíces por micorrizas vesículo arbusculares, hongos micorrizógenos, etc. (Sarmiento *et al.* 1993). Sintetizaremos algunos de estos resultados claves:

Composición florística: En la parcela de 1 año la especie dominante es *Rumex acetosella*, una hierba perenne rizomatosa que llega como maleza durante el periodo colonial asociada al trigo; esta especie pierde importancia a medida que avanza la sucesión, haciéndose dominante la presencia de otras plantas herbáceas de los géneros *Lachemilla*, *Gnaphalium*, *Senecio* y *Lupinus*, y se introducen también varias gramíneas. Por último, al cabo de 12 años de descanso dominan *Espeletia schultzii* e *Hypericum laricifolium*, dos especies típicas del rosetal-arbustal paramero.

Fitomasa y nutrientes: Analizando el carbono, nitrógeno y nutrientes totales del suelo no se detectaron cambios significativos a lo largo de la sucesión (Aranguren 1998). A nivel del

suelo solo la biomasa microbiana presentó una marcada tendencia a aumentar a lo largo del descanso.

Este compartimiento puede ser considerado como lábil y los nutrientes que contiene estarían potencialmente disponibles para las plantas una vez comenzado el ciclo de cultivo (Sarmiento *et al.* 1993). Es, sin embargo, en la vegetación en la que se produce una importante acumulación de nutrientes a medida que transcurre la sucesión en parcelas con diferente tiempo de descanso: 1, 2, 6 y 12 años, donde observamos una acumulación progresiva de nutrientes, sobre todo en la fitomasa aérea, lo cual representa un papel muy importante en la fertilización, ya que en el manejo tradicional esta vegetación es usada como abono verde.

Micorrizas arbusculares: Con el avance de la sucesión hay un incremento en la micotrofia que se expresa en un aumento de la colonización radical, ocupación fúngica, cantidad y especies de hongos micorrizógenos arbusculares. Las micorrizas, como agentes que optimizan la captación de nutrientes, contribuirán a la acumulación de los mismos en la vegetación que luego será utilizada como abono verde.

• El periodo de cultivo

En el periodo de cultivo se analizó el papel de la vegetación sucesional como abono verde, se relacionó su dinámica de descomposición con la absorción de nutrientes para el desarrollo del cultivo.

Causas de pérdida de la fertilidad: Durante el cultivo se observó una disminución bastante rápida de la biomasa microbiana, la cual actúa durante el primer año como fuente de nutrientes para el cultivo. Después del primer año, la biomasa microbiana disminuye considerable-

mente, lo que trae consecuencias directas sobre la disponibilidad y capacidad de retención de los nutrientes.

El abono verde: Se analizó el papel de la vegetación sucesional como abono verde, relacionándose su dinámica de descomposición con la absorción de nutrientes para el desarrollo del cultivo, como señalamos anteriormente. Sin embargo, la mayor parte del abono verde se descompone antes de la primera cosecha, lo que condiciona una escasa disponibilidad de nutrientes para los cultivos posteriores (Sarmiento y Monasterio 1993).

LOS PROYECTOS ASOCIADOS A ESTA INVESTIGACIÓN

En 1986 se implementó en Mérida un programa enfocado a dilucidar las bases ecológicas de los sistemas de descanso en la agricultura paramera: **Sucesión, Regeneración y Estabilidad de Ecosistemas y Agroecosistemas de Páramo** (UNESCO-MAB), con el fin de interpretar la regeneración de la fertilidad durante las fases de la sucesión. También era clave indagar la capacidad regenerativa de la biodiversidad del páramo asociada a este sistema complejo que integra producción con conservación. Los resultados parciales que se analizan en este trabajo son producto de este primer programa de investigación.

La investigación estaba enfocada a valorar la base científica de este manejo autóctono y experimental recreado por la tradición campesina, que no solo reposa sobre un saber empírico fosilizado, sino que, por su carácter experimental, sigue modelando a través de generaciones en su contexto regional, un paisaje andino que actualmente perdura como paisaje cultural con su acervo ecotecnológico (Monasterio 1994).

La interacción que hemos establecido con la comunidad de Gavidia ha sido la clave para el

avance de este trabajo, estableciéndose una alianza estratégica entre Gavidia y la Universidad de Los Andes de Mérida.

No hemos discutido aquí el futuro de Gavidia y su perdurabilidad en el contexto andino de la Venezuela petrolera, tenemos esta deuda pendiente.

Entre los proyectos que se realizan actualmente en el Páramo de Gavidia mencionaremos el de más reciente implementación: TROPANDES: «Manejo de la Fertilidad en los Andes Tropicales: Bases agroecológicas y sustentabilidad de la agricultura con descanso» (Proyecto INCO 1998).

REFERENCIAS

ARANGUREN, A.

- 1988 *Aspectos de la dinámica del nitrógeno en parcelas con diferente tiempo de descanso en el páramo de Gavidia*. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

ARANGUREN, A. y M. MONASTERIO

- 1997 «Aspectos de la dinámica del nitrógeno de parcelas con diferentes tiempos de descanso en el páramo de Gavidia (Andes Venezolanos)». En: *Desarrollo sostenible de ecosistemas de montaña: manejo de áreas frágiles en los Andes*, M. Liberman y C. Baied, editores, pp. 171-179. Universidad de Naciones Unidas.

FLENDEY, J.

- 1979 *The Equatorial Rain Forest: A Geological History*. London, Butterworths.

GARAY, I., L. SARMIENTO-MONASTERIO y M. MONASTERIO

- 1983 «Le Páramo désertique: éléments biogènes, peuplements des microarthropodes et stratégies de survie de la végétation». *Proceedings of the VIII International Colloquium of Soil Zoology* (Louvain-la-Neuve, Belgium. August 30-September 2, 1982), P. Lebrum, H. André, A. De Medts, C. Gregoire-Wibo y G. Waathy, editores. Bélgica, Louvain-La Nueve.

LIVINGSTONE, D.A.

- 1967 «Postglacial Vegetation of the Ruwenzori Mountains in Equatorial Africa». *Ecological Monographs* 37: 25-52.

MONASTERIO, M.

- 1979 «El páramo desértico en el altiandino de Venezuela». En: *El medio ambiente páramo*, M. Salgado-Labouriau, editor, pp. 118-146. Caracas, ediciones del CIET-IVIC/MAB-UNESCO.

- 1980a «Poblamiento humano y uso de la tierra en los altos Andes de Venezuela». En: *Estudios ecológicos en los páramos andinos*, M. Monasterio, editor, pp. 170-198. Mérida, Ediciones de la Universidad de Los Andes.

- 1980b «Las formaciones vegetales de los páramos de Venezuela». En: *Estudios ecológicos en los páramos andinos*, M. Monasterio, editor, pp. 45-91. Mérida, Ediciones de la Universidad de Los Andes.

- 1986 «Adaptative strategies of *Espeletia* in the Andean Desert Páramo». En: *High Tropical Biogeography*, F. Vuilleumier y M. Monasterio, editores, pp. 49-80. Oxford-New York, Oxford University Press.

- 1994 «Re-evaluation of Traditional Ecotechnologies for the Management of Biodiversity in Latin America». *Biology International* 3.

- 1997 *Los Andes Integrados y los Andes Abiertos: impactos y respuestas a la globalización en los Andes de Venezuela*. Ediciones del Postgrado de Ecología Tropical. Mérida, Universidad de Los Andes.

- 2001 «Sobrevolando las múltiples diversidades andinas: desde los Andes ecuatoriales a los confines australes». En: *Biodiversidad en Iberoamérica: ecosistemas, evolución y procesos culturales*, M. Monasterio, editora. Mérida, Editorial Mérida.

MONASTERIO, M. y L. SARMIENTO

- 1991 «Adaptative Radiation of *Espeletia* in the Cold Andean Tropics». *Trends in Ecology and Evolution* 6 (12): 387-391.

MONASTERIO, M. y M. MOLINILLO

- 2000 *Sostenibilidad Ecológica y Social de la Producción Agrícola en la Cordillera de Mérida: el Flujo de los Servicios Ambientales de los Páramos Altiandinos para la Agricultura Papera*. ICAE, Universidad de Los Andes.

MONASTERIO, M. y F. VUILLEUMIER

1986 «Introducción: High Tropical Mountain Biota of the World». En: *High Tropical Biogeography*, F. Vuilleumier y M. Monasterio, editores, pp. 3-7. Oxford-New York, Oxford University Press.

MONTILLA, M., R. HERRERA y M. MONASTERIO

1992 «Micorrizas vesículo-arbusculares en parcelas que se encuentran en sucesión-regeneración en los Andes Tropicales». *Suelo y Planta* 2 (1): 59-70.

MONTILLA, M. y M. MONASTERIO

1987 Análisis estructural de la vegetación en la sucesión y regeneración de ecosistemas y agroecosistemas de Páramo. Convención Anual de ASOVAC, Maracaibo.

SARMIENTO, L. y M. MONASTERIO

1993 «Elementos para la interpretación ecológica de un sistema agrícola campesino en los páramos venezolanos». En: *El uso tradicional de los recursos naturales en los Andes: tradición y conservación*, M. Rabey, editor. Montevideo, Ediciones de UNESCO-Montevideo.

SARMIENTO, L., M. MONASTERIO y M. MONTILLA

1993 «Ecological Bases, Sustainability, and Current Trends in Traditional Agriculture in the Venezuelan High Andes». *Mountain Research and Development* 13 (2): 167-176.

TRICART, J.

1970 *Geomorphology of cold environments*. Macmillan Press.

TROLL, C.

1968 «The Cordilleras of the Tropical Americas. Aspects of climate, phytogeographical and agrarian ecology». En: *Geo-Ecology of the Mountain Regions of the Tropical Americas*, C. Troll, editor, pp. 13-56. Proceedings of the UNESCO México Symposium.

VAN DER HAMMEN, T.

1974 «The Pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South América». *Journal of Biogeography* 1: 3-26.

VAN DER HAMMEN, T. y A. CLEEF

1986 «Development of the High Andean Páramo Flora and Vegetation». En: *High Tropical Biogeography*, F. Vuilleumier y M. Monasterio, editores, pp. 153-201. Oxford-New York, Oxford University Press.

WAGNER, E.

1979 «Arqueología de los Andes venezolanos». En: *El medio ambiente Páramo*, M. Salgado-Labouriau, editor, pp. 208-218. Caracas, Ediciones CIET-IVIC/MAB-UNESCO.

