

# EXOGENESIS TROPICAL DEL RELIEVE DEL ARCHIPIELAGO CUBANO Y SUS IMPLICACIONES CON RESPECTO AL MEDIO AMBIENTE

José R. Hernández Santana, Jorge A. Luis Machin y Antonio R. Magaz García.  
Instituto de Geografía, Academia a Ciencias de Cuba.

## RESUMEN

En los últimos años, las investigaciones geomorfológicas en Cuba presentan atención especial al análisis exogenético del relieve, a la tendencia dinámica de su desarrollo, a la evolución de su estado y funcionamiento actuales, al pronóstico de su evolución, así como a las interrelaciones con el medio ambiente.

En el presente trabajo se distinguen algunos de los factores geográficos que determinan el tipo, la intensidad y la distribución de los procesos geomorfológicos exógenos actuales, en condiciones del trópico húmedo variable. Al mismo tiempo se ofrecen algunos resultados cuantitativos de las observaciones exodinámicas en condiciones estacionarias.

Finalmente se enfoca la influencia recíproca relieve-medio ambiente a través de las interrelaciones entre los subsistemas naturaleza-sociedad- economía.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las investigaciones geomorfológicas en Cuba prestan atención especial al análisis exogenético del relieve, a la tendencia dinámica de su desarrollo, a la evaluación de su estado y funcionamiento actuales, al pronóstico de su evolución, así como a las interrelaciones con el medio ambiente.

La exogénesis tropical se manifiesta en la dinámica de los procesos hidrotérmicos del trópico húmedo variable, determinando intemperismo químico intenso y una denudación fuerte del relieve.

El tipo, la intensidad y la distribución de los procesos geomorfológicos exógenos actuales dependen de un gran número de factores geográficos entre los cuales se distinguen: las variaciones espacio- temporales de las precipitaciones, su cantidad e intensidad, fundamentalmente durante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos externos (huracanes, ondas tropicales, entre otros); el régimen estacional y diurno, las peculiaridades del escurrimiento superficial y subterráneo, y estados hidroquímicos; la diferenciación litológica territorial; la zonación vertical del intemperismo; la longitud y el ángulo de inclinación de las pendientes, así como su grado de estabilidad tectónica; las características de la cobertura vegetal y su nivel de modificación antrópica; entre los principales.

En Cuba, las mediciones instrumentales y dendrocronológicas han mostrado que las velocidades de la denudación promedio actual en los parteaguas montañosos y en las alturas alcanzan de 2 a 3 cm/año; en las pendientes entre 3 y 7 cm/año;

yen las llanuras hasta 0,5 y 1 cm/año. Otros geoindicadores de la denudación intensa del relieve cubano lo constituyen la capa delgada de sedimentos sueltos en las superficies de planeación, mesetas y llanuras, rara vez mayor de 0,5 a 1 m, y la modificación fuerte y lavado parcial o total de los horizontes edáficos superficiales (Riverol, 1989).

El estudio de la dinámica erosiva en sectores estacionarios arrojó velocidades de crecimiento en las cabeceras de cárcavas y barrancos de 1 a 1,5m/año, mientras que en los bordes es del orden de algunos centímetros por año. Según las observaciones instrumentales realizadas por J. Hylsky (1973) en Cuba nororiental, acerca de la profundidad de disección erosiva, la velocidad media de cortamiento alcanza valores medios de cm/mes y máximos de 10 cm/mes.

Las mediciones geodésicas de los procesos fluviales de cauce recientes (erosión-acumulación) en el Río Carpintero (Hernández et al., 1987), situado en la vertiente meridional del macizo montañoso de la Gran Piedra, señalan una estrecha correspondencia entre el régimen hidroclimático, las categorías del relieve, el tipo de proceso, las variaciones de su intensidad y los elementos morfológicos del cauce.

Las mayores amplitudes de erosión y acumulación corresponden a los cauces principales, mientras que las amplitudes mínimas corresponden a los planos de inundación bajo y alto. En su curso inferior, en las llanuras, se comprobó la tendencia a la acumulación y una alternancia del tipo de proceso siguiendo el ritmo hidroclimático, con erosión de 2cm en el periodo seco (noviembre-abril) a +13 cm. de acumulación en el período lluvioso (mayo-octubre). Para el curso medio, premontañoso, es característica la conservación de la tendencia erosiva con la variación de su intensidad en función del periodo climático, desde 5 cm. en el período seco hasta - 20 cm. en el período lluvioso. En el curso superior, montañoso, la tendencia es siempre creciente y su magnitud alcanza valores de hasta -80 cm. en el período lluvioso.

El carácter de mosaico de la constitución geológica de Cuba, define una variedad notable en estructura y tipos de rocas carbonatadas, con edades mezo cenozoicas, que bajo condiciones tropicales (de bosques periódicamente húmedos, con una estación seca y otra de altas precipitaciones), determina la organización diversa y la gran extensión espacial de los territorios bajo los efectos de los procesos cársticos. Esta situación natural se traduce en la gran variedad morfológica y morfogenética de su relieve. Los valores de denudación química obtenidos por J. Rodríguez et al. (1989) para el sistema autóctono Ancón, en las montañas de Guaniguanico, Cuba Occidental, alcanzan magnitudes de 112 m<sup>3</sup>/km/año, las cuales, según estos autores, resultan solamente comparables con los valores externos reportados para climas templados en sistemas cársticos europeos.

En los países insulares tropicales, los huracanes constituyen uno de los fenómenos naturales más catastróficos, representando un fenómeno geográfico

único(Hernández et al., 1976), que ejerce un papel significativo en la modelación y exodinámica de su relieve. En Cuba, se forman principalmente durante el verano y el otoño (de junio a noviembre), con el cambio estacional de la circulación atmosférica, caracterizándose por abundantes lluvias intensas y duraderas, con la presencia de vientos de gran velocidad, cuya combinación provoca notables transformaciones del paisaje.

En dependencia de la velocidad del viento M. Rodríguez Ramírez (1986) destacó tres categorías de huracanes: de débil intensidad (100-150 km/hora), de moderada intensidad (151-200 km/hora) y de gran intensidad, en ocasiones catastróficos (más de 200 km/hora, en algunos casos 275-300 km/hora). Según este destacado meteorólogo cubano, durante un periodo de 200 años, desde 1786 hasta 1985, en Cuba fueron registrados 108 huracanes (47 de intensidad débil, 39 de intensidad moderada y 22 catastróficos).

Las precipitaciones ciclónicas dependen, en gran medida, de la humedad absoluta del aire, de los procesos termohidrodinámicos complejos y de la velocidad de traslación. Atendiendo a estos aspectos, durante el pasó de los huracanes de octubre de los años 1926 y 1944 , en la ciudad de La Habana se registraron cerca de 500 mm. y 200 mm. de precipitaciones en 24 horas respectivamente.

En Cuba, uno de los huracanes más catastróficos fue el Flora, cuya trayectoria atravesé el territorio de Cuba Oriental, del 4 al 8 de octubre de 1963. con precipitaciones de hasta 1000- 1700 mm. en las montañas, durante 4 días. Como resultado de su actividad, en muchos lugares de las pendientes montañosas fueron eliminados parcialmente bosques con una superficie de varios miles de km<sup>2</sup>, lo cual a su vez generó una intensa erosión areal y lineal. En las pendientes se produjeron deslizamientos y procesos de barranco, los cuales cambiaron sustancialmente sus micro y mesoformas.

Como consecuencia de las intensas precipitaciones localizadas en los valles de la macropendiente septentrional de la Sierra Maestra y en la depresión del Cauto, surgieron avenidas catastróficas. Por ejemplo, en la región de Cauto Cristo, en la porción occidental de la mencionada depresión, el gasto medio del río Cauto generalmente es de 30-40 m<sup>3</sup>/seg, pero durante el huracán Flora el nivel del río ascendió casi 20 m y en las llanuras deltaicas bajas el flujo alcanzó una altura de 5-7 m. El gasto máximo llegó a alcanzar valores del orden de los 1600 m<sup>3</sup>/seg (Nadir Fernández, común. pera.). Tales avenidas destruyeron y modificaron el plano de inundación y el espectro de terrazas fluviales bajas en los estrechos valles encajados del río Cauto y sus afluentes.

En el año 1973, las mediciones geodésicas de los espectros de terrazas fluviales realizadas por .1. R. Hernández et al. (1989) reflejaron la completa desaparición de algunas terrazas bajas (1,6-2; 3-5; 6-7; 10-15 m), como consecuencia de la acción del huracán Flora. Según los datos de la red hidrométrica, todos los enclaves de cauce fueron transformados y muchos puestos hidrométricos desaparecidos.

Durante los huracanes, en los valles cortos abruptos de la macro pendiente meridional fuertemente inclinada de las montañas de la Sierra Maestra, surgen torrentes de fango y rocas, de carácter catastrófico, únicos por sus dimensiones en todo el territorio del archipiélago cubano. Estos flujos fango-pedregosos (mudflows) e hidro-pedregosos, transforman en general, toda la morfología del cauce y del plano de inundación.

Bajo la influencia del rehumedecimiento de los suelos en las pendientes surgen deslizamientos de grandes volúmenes de productos del intemperismo, de deluvios y coluvios, que se convierten en los residuos transportados por los flujos fango-pedregosos. Estos torrentes suben, en áreas de meandros encajados, por las pendientes en los bordes de los valles hasta 5-8m, como en el río Guamá del Sur ; y en los cursos bajos de algunos ríos; entre los depósitos de estos flujos se encuentran grandes detritos, con un volumen de cerca de 200 m' y mayores.

Otras evidencias de transporte de grandes bloques durante los huracanes, pero en este caso desprendidos por el mar de los acantilados costeros y transportados hacia el interior de la isla, se encuentran al Oeste de Punta Guanabacoa, en la llanura sur de la Isla de la Juventud. Sobre la terraza holocénica de Seboruco, en una franja de entre 40 y algo más de 100 m de la costa, aparecen acumulaciones de bloques de tormenta. A 40m de la costa actual, alcanza hasta 492 toneladas; entre 40 y 60m, llegan a pesar de 458 tn y entre los más alejados, el mayor medido es de unas 228 tn; lo cual sugiere una fuerza de empuje del oleaje no menor de 18 a 26 tn/m<sup>2</sup>( Portela, 1992). Similares efectos, pero de escala menor, han sido observados en Cayo Coco, en el archipiélago septentrional Sabana-Camagüey.

En la vertiente meridional de la Sierra Maestra, los ríos Guamá del Sur, Papayó, Grande, Bayamita, Vijas, Avispero, Peladeros, La Bruja, La Mula, Palma Mocha La Plata, Magdalena, y otros, terminaban en amplias ensenadas poco profundas, que resultaron llenas completamente de azolves provenientes de torrentes fango-pedregosos desencadenados por el huracán Flora, pasando a constituir amplias llanuras acumulativas litorales, lo cual demuestra la profunda transformación morfológica del litoral.

En las llanuras altas de las depresiones del Cauto y de Guatánamo, sobre las terrazas fluviales de 10 a 15 m de altura, se formaron camellones de fango de 2 a 3 metros. Si en los años normales el volumen de azolves suspendidos en estos dos es de 250-300 gima, durante el paso de los huracanes se han registrado valores muy superiores del orden de los 4000 hasta 5000 g/m<sup>3</sup> (Batist 1976).

Los datos históricos revelan que los siglos XVI al XVIII, la parte inferior del valle de do Cauto era navegable hasta la confluencia con el río Bayamo. En la actualidad esta comunicación fluvial es imposible, debido al azolvamiento del cauce, producto de la acción ciclónica fundamental mente.

La energía del viento destruye fuertemente no sólo a los bosque naturales, sino también extensas plantaciones (de plátano, café y otros), que en ocasiones son dañadas hasta en un 60-80%. El desplome de grandes y potentes árboles en las pendientes montañosas, forma en ocasiones, oquedades con un diámetro de hasta 5- 10 m, los cuales se transforman rápidamente en formas erosiva, debido a los procesos de erosión lineal. A esto podemos añadir la ocurrencia de algunos derrumbes cuyo colapso ha tenido lugar bajo la fuerza de empuje de los vientos huracanes (Iturralde, com. pers.). Durante el paso del huracán "Kate" por el macizo montañoso de Guamuhaya, en Cuba Central, ocurrido en el año 1985, las mediciones instrumentales revelaron un incremento del ancho de las cárcavas de 13cm y de 26 cm/día en sus cabeceras remontantes (Beuza, coniu. pera.). Esta dinámica erosiva es extrapolable a las montañas de este macizo con pendientes de 3'-S', formados sobre substrato esquistoso mesozoico.

Otras formas del relieve, como los deslizamientos, fueron originados por el huracán Flora en la región montañoso de Pino del Agua, con el desplazamiento de u, volumen de varias decenas de miles de metros cúbicos.

En las regiones cársticas, la obstrucción de conductos subterráneos por causas intrépidas imposibilita el drenaje natural de estos sistemas, originando peligrosas inundaciones en la zona de alimentación y territorios circundantes. Esta situación ha dado lugar tanto al surgimiento de nuevos cauces erosivos superficiales como a la activación de paleocauces. Así ocurrió con el h. Frederick en el año 1979, en la llanura carsificada de San Antonio de los Baños, en la provincia La Habana. Tales fenómenos son conocidos en las premontañas cársicas de Charco Redondo Los Negros, en el curso superior de los valles de los ríos Guisa y Cautillo en Cuba Oriental; en el valle del río Cuyaguatete en las montañas de Guaniguanico, en Cuba Occidental, durante el ciclón Alberto en el año 1982; y en el valle de .Jíbacoa, en las montañas de Trinidad, Cuba centro-meridional.

El papel de los huracanes en la destrucción y formación del relieve se manifiesta en cortos períodos de tiempo y de forma catastrófica similar a la ocurrencia de los grandes terremotos, y su acción produce cambios sustanciales en la superficie terrestre, lo cual hasta el presente, no se ha considerado en las reconstrucciones paleogeográficas tropicales. Los cambios cualitativos y cuantitativos del relieve, originados por la acción de los huracanes, no se ha estudiado lo suficiente, no sólo en Cuba, sino también en el trópico en general, lo cual requiere de investigaciones futuras.

A partir de los siglos XVI y XVII el desarrollo exogenético del relieve cubano se encuentra bajo una fuerte influencia antrópica. El desarrollo de la economía de plantación condujo a la deforestación de los bosques y a la transformación de las sabanas en pastizales y terrenos agrícolas, lo que ha originado el brusco aumento de la erosión laminar y lineal, el aumento de la densidad y profundidad de disección del relieve, o sea la alta inestabilidad de su desarrollo.

Esto es así hasta tal punto que se ha considerado que “en ningún otro país de la zona climática a la que pertenece Cuba, se han realizado tantos cambios y experimentado tantos impactos sobre el medio natural”. (Planos y Pribyl, 1983); y por otro lado existe el criterio generalizado entre los especialistas que estudian el medio ambiente cubano, de que actualmente las transformaciones más significativas del relieve en Cuba, están determinadas en mayor o menor medida por la acción del hombre.

Esta tendencia desfavorable se mantiene también en el presente, en condiciones de una nueva activación de la asimilación económica, aunque en ocasiones se estabiliza como resultado de la creación de una alta red de embalses locales y de la implantación de medidas agrotécnicas antierosivas.

El relieve en Cuba actúa como uno de los geocomponentes rectores y más dinámicos de la diferenciación, transformación y evolución del medio ambiente, como componente que sustenta a los suelos, la vegetación, los asentamientos poblacionales y a los diferentes tipos de economía, por lo cual su importante papel como condición natural requiere de una evaluación compleja y de un pronóstico de su desarrollo especial en condiciones de modificación, que permita conocer las consecuencias exactas de la intervención del hombre sobre el relieve, el estado actual de las características propias y las posibilidades de explotación que nos ofrece, sin daños significativos de las condiciones naturales y a la actividad humana.

Todo lo hasta aquí apuntado, revela obviamente que la morfogénesis exógena en Cuba se caracteriza entre otros aspectos, por cambios frecuentes y notables del modelado, favorables para la degradación acelerada del relieve bajo la acción antrópica irracional o desmedida; resultando doblemente importante en estas condiciones conocer a cabalidad las interrelaciones que se establece entre la sociedad y la naturaleza, en el objetivo de minimizar el impacto ambiental y propiciar una adecuada utilización de nuestros recursos naturales.

Pero si bien en Cuba el relieve ocupa el lugar principal en la escala jerárquica de la dependencia entre los geofactores (Kirdner et al., 1986) se le ha prestado muy poca atención al estudio de su influencia en la calidad del medio ambiente, lo que unido a la notable asimilación socioeconómica y al papel preponderante de la acción antrópica sobre la degradación del relieve determina que actualmente existan problemas en el desarrollo acelerado de los procesos físicos-geográficos exógenos, que afectan condiciones del medio ambiente cubano y repercuten negativamente sobre actividades socioeconómicas cardinales como la agricultura y el turismo, entre otras.

Por tal motivo resulta imprescindible abordar, mediante un enfoque sistémico, el estudio de las interrelaciones, primero del tipo naturaleza-naturaleza, que se establecen entre el relieve y los demás geofactores naturales, los que se han mencionado anteriormente.

En segundo lugar, se deben estudiar las relaciones del tipo naturaleza- sociedad, donde se esclarecen la actitud funcional y el potencial natural del relieve, para las distintas posibilidades de manejo territorial que se consideren, y en tercer término, deben estudiarse las relaciones del tipo sociedad- naturaleza, donde se analizan las principales transformaciones que ha provocado el hombre directa o indirectamente sobre el relieve.

Investigaciones realizadas en diferentes localidades del territorio nacional, reflejan las importantes implicaciones de las características geomorfológicas en la acción antrópica sobre el medio ambiente.

En la agricultura, por ejemplo, las características morfométricas del relieve, tal como el ángulo de la inclinación, la longitud de las pendientes y los niveles de disección vertical y horizontal, juegan un papel primordial, ya que los procesos geomorfológicos exógenos determinan, entre otras cosas, características específicas de los suelos y del escurrimiento superficial y subterráneo, que constituyen factores favorables o desfavorables para un desarrollo agrícola adecuado; y en sentido general, predominan en Cuba las extensiones abarcadas por llanuras de condiciones entre favorables y muy favorables, desde el punto de vista geomorfológico, para la agricultura.

Con relación al turismo, resultan frecuentes los contrastes del relieve de montañas con llanuras y los cambios microclimáticos y de vegetación, determinados por las peculiaridades geomorfológicas del país, todo lo cual determina el desarrollo de las actividades turístico-recreativas.

La barrera orográfica del relieve para la accesibilidad a algunos territorios, ha permitido la subsistencia de geosistemas naturales y seminaturales, de gran interés turístico e imprescindibles para el logro de un sistema territorial de estabilidad ecológica del paisaje, que respalde el desarrollo sostenido del país.

Las industrias y asentamientos pueden ser interconectados sin grandes costos en el diseño de las vías de comunicación, gracias a la no continuidad de los sistemas montañosos y a su posición latitudinal acorde con la configuración de la Isla, permitiendo el diseño de carreras y caminos de grandes desvíos o sin que tengan necesariamente que atravesar áreas montañosas.

Sin embargo, la no existencia de potentes vías por la causa anteriormente expuesta (configuración de Cuba y de sus principales sistemas montañosos), así como la lógica aparición de zonas de silencios en las transmisiones de la radiodifusión, son algunas de las limitantes que imponen las características del relieve cubano a la actividad transformadora del hombre.

Desde el punto de vista de las relaciones del tipo sociedad-naturaleza, las mayores afectaciones al relieve cubano están dadas, en ocasiones, por el uso agrícola inadecuado en territorios con pocas condiciones geomorfológicas (fuertes pendientes, disección significativa y otros aspectos) o por el empleo inadecuado

de la agrotécnica, que incluye desde la mala orientación en el roturado de los campos, hasta un cálculo impreciso de las necesidades, posibilidades y modalidad de aplicación de técnicas de regadío.

Otra actividad socioeconómica de significativo impacto en el relieve de Cuba, lo es sin lugar a dudas, el sobrepastoreo en áreas premontañas, donde los procesos erosivos pueden ser acelerados o fácilmente desencadenados.

La minería, fundamentalmente a cielo abiertos, y la extracción de áridos, si bien no alcanzan la misma extensión areal de la agricultura, en cuanto a los daños producidos alteran localmente de forma irreversible a la naturaleza, además de implicar la pérdida de importantes elementos morfoestructuro-morfoesculturales, en ciertos casos con cambios bruscos en la configuración y morfología del relieve.

Otras actividades del hombre, también de repercusión para el relieve en el caso de Cuba, son la deforestación por talas o desbroces, la modificación del relieve en áreas urbanizadas y la existencia de redes viales que pueden provocar y acelerar la denudación.

De modo que los problemas de la exogénesis tropical del relieve del archipiélago cubano y sus implicaciones con respecto al medio ambiente adquieren hoy una posición cimera en la necesaria e impostergable conciliación entre la protección de nuestra naturaleza y el vertiginoso desarrollo socioeconómico del país. Así como en la relación de las leyes que rigen el desarrollo de los procesos geográficos tropicales en condiciones insulares de transición, en el caso de Cuba.

## **REFERENCIAS**

BATISTA SILVA, V. L. (1976). Esgurrimiento sólido. Rey. Vol. Hidr., 37: 62-66.

HERNÁNDEZ SANTANA, SR., S. L. MAZ DIAZ (1976). La geomorfología y la conservación del paisaje natural. Ed. Academia Inf. Cient-Téc., 72: 16 pp.

HERNANDEZ SANTANA, SR., R. GONZÁLEZ ORTIZ, A. VENEREO MORALES, J. AVILA HERNANDEZ (1987). Estudio de los procesos fluviales de cauce recientes del Río Carpintero (Cuba) mediante métodos geodésicos. Rey. Cienc. Tierra y Espacio, 13:39-55.

HERNÁNDEZ SANTANA, SR., S. L. DIAZ MAZ, O. BOUZA ALONSO, R. GONZALEZ ORTIZ (1989). Influencia de las particularidades morfoestructurales de Cuba Sudoriental en la formación de los valles y terrazas fluviales. Ed. Academia, Rep. Invest., 2: 20 pp.

HYLSICY, 5. (1973). Erosión en cárcavas. Rey. Serie Oriente, 8:50 pp.

KIRCHNER,K.,J.L. DTAZDIAZ(1986). Algunos aspectos básicos de la protección del relieve en Cuba. Ed. Zpravy OGU, CSAV, ROZ. 23, Zis. 1, 7 pp.



RIVEROLROSQUET, M. (1989). Erosión actual. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Ed. Inst. Geogr. Nac. España, Madrid, IX 1.4.

RODRIGUEZ RUBIO, S., F. CUTIE, C. M. CRUZ, E. FRANCO, J. R. FACUNDO (1989). Hidrología cárstica del macizo del Pan de Guajaibón, Sierra del Rosario. Ed. Academia, La Habana, 60 pp.

RODRICUEZ RAMIREZ, M. (1986). Huracanes. Rey. .Juv. Técn, 229: 10-19.