

## PELIGROS Y RIESGOS VOLCÁNICOS EN BIOGEOGRAFÍA: EFECTOS SOBRE LA VEGETACIÓN

Elena González Cárdenas

Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio

Universidad de Castilla-La Mancha

Facultad de Letras. A/ Camilo José Cela s/n, 13071, Ciudad Real.

e-mail: Elena.Gonzalez@uclm.es

### Resumen

Las erupciones volcánicas afectan a la biosfera en función de sus características específicas. No puede decirse que unas u otras tipologías eruptivas causen un daño mayor en el entorno, pero sí que sus efectos alcancen un mayor o menor radio de acción. Así las erupciones efusivas tendrán como máximo riesgo la emisión de fuentes y coladas fluidas de lava que afectarán a la vegetación de forma puntual, bien por el paso directo de la lava sobre ella, bien por los incendios forestales derivados de las altas temperaturas que se irradian desde los flujos lávicos. Salvo en tasas muy altas de emisión de lava, las coladas afectan a extensiones de terreno de unos centenares de metros de anchura y algunos miles de longitud. En erupciones explosivas, la emisión de flujos piroclásticos, el desencadenamiento de avalanchas y la caída de tefra van a ser los eventos que causen un mayor daño en la cobertura vegetal. Erupciones en las que se emiten columnas de varios kilómetros de altura, la formación de aerosoles puede dar lugar a la presencia de lluvia ácida, con lo que los resultados nocivos afectarán a un territorio mucho más amplio, comúnmente de carácter regional o en grandes erupciones de carácter global. La dispersión de la ceniza por los vientos dominantes, va a ser un factor crucial a la hora de delimitar áreas de impacto, y también de evaluarlo zonalmente. De una forma o de otra los efectos de las erupciones van a depender tanto de su dinámica, como de las características de la vegetación afectada, así como de circunstancias locales que pueden disminuir o acrecentar dichos efectos.

Estos factores locales van a influir de forma determinante en la regeneración y recuperación de las áreas forestales afectadas por los fenómenos eruptivos.

### Introducción

*« L'atmosphère est grise et la vue ne s'étend pas au-delà de dix mètres; le vent souffle violemment et fait tomber, des arbres, des gouttelettes solides de poussière noirâtre...Des champs de canne couverts de cendre se déroulent à nos yeux...son épaisseur sur le sol et sur les feuilles des arbrisseaux est de 1 centimètre et demi...partout ce n'est que cendre; le Morne Bardury qui est à notre gauche en est couvert, les arbres sont très hauts et leurs branches sont courbées vers le sol. A droite, le soleil montre de timides rayons qui viennent augmenter encore la blancheur tranchante de la cendre sur la verdure des arbres et des sommets »*

*« A droite et a gauche, l'herbe du chemin, les branches des arbres ployaient sous une épaisse couche gris. De temps en temps, on entendait un craquement et on voyait une branche de cacaoyer ou de cocotier se rompre sous le poids de la cendre »*

Escritos de Odilon Darsieres y de Emilie Decomis. Erupción de la Montagne Pelée. Mayo de 1902

Las erupciones volcánicas son, sin duda, el fenómeno natural que provoca un mayor impacto sobre el territorio al que afecta y sobre la actividad de los grupos humanos que lo pueblan.

El impacto de las grandes catástrofes volcánicas que se han producido en la segunda mitad del siglo XX, sobre todo a partir de la erupción del monte Saint Helens ha creado en el gran público una conciencia de la existencia y dimensiones del riesgo volcánico, magnificado

por los medios de comunicación, la literatura y el cine. En épocas anteriores de la historia de la humanidad ha habido erupciones mucho más violentas y desastrosas que las vividas por el hombre a lo largo del siglo XX y XXI. Laki en 1783, Tambora en 1815 o Krakatoa en 1883, superan en magnitud o en la intensidad de sus efectos a las violentas erupciones del Vesubio (año 79), Montagne Pelée (1902), Saint Helens (1980), Chichonal (1982) y Pinatubo (1991).

Pequeñas erupciones como la del Nevado del Ruiz (1985) causan más de 25.000 muertos por una mala gestión del riesgo volcánico (Bruce, 2002). La erupción de la isla de Thera (1400 AC), aceleró la caída de la civilización minoica, y dio origen a los relatos bíblicos de las plagas de Egipto y al mito de la Atlántida. Una pequeña explosión en el volcán Galeras (1993) provocó la muerte de una decena de personas. El impacto en la comunidad científica fue inmenso. Nueve volcanólogos que estaban realizando un trabajo de campo rutinario en el ámbito de un congreso internacional, y tres turistas resultaron muertos o gravemente heridos. Erupciones de supervolcanes en la Era Secundaria contribuyeron a la desaparición de los grandes herbívoros.

## **1. Peligros volcánicos**

Se denomina peligro volcánico a un proceso que puede representar una amenaza potencial para la vida del hombre y para sus propiedades, el cual se espera que ocurra en un determinado período de tiempo, afectando a una determinada área del territorio, generalmente próximo, en el que se ubica el volcán. El elemento de riesgo que nos ocupa, en este caso es la vegetación que puede resultar adversamente afectada como consecuencia de la incidencia del evento eruptivo. La mayoría de los autores distinguen entre riesgos primarios o directos y riesgos secundarios o inducidos. Los peligros volcánicos directos son: coladas de lava, caída de piroclastos, flujos piroclásticos y avalanchas. Entre los peligros volcánicos secundarios se encuentran los lahares o flujos de lodo, movimientos sísmicos, movimientos de ladera posteruptivos, tsunamis, inundaciones por alteraciones en la red de drenaje, y efectos atmosféricos (disminución de la radiación solar, lluvias torrenciales, lluvia ácida, descenso de las temperaturas medias...) La erupción del volcán Pinatubo provocó un descenso global de la temperatura de 0'5°C (Fiocco et al. 1995):

### **1.1. Coladas de lava**

En las erupciones volcánicas caracterizadas por bajos índices de explosividad, se emiten importantes volúmenes de lavas con diferente grado de fluidez, dando lugar a la formación de domos, fuentes de lava y coladas. Las coladas de lava generan un impacto directo de destrucción total sobre las formaciones vegetales que encuentran en su camino. Como los flujos lávicos se desplazan por las laderas de los edificios volcánicos y se encauzan en áreas topográficas deprimidas, es la vegetación que se localiza en vaguadas y hondonadas la que sufre con mayor intensidad los efectos de los derrames lávicos. Las altas temperaturas que se generan, así como los gases liberados de las lavas causan importantes daños indirectos. Los incendios forestales son una consecuencia habitual que extiende a grandes áreas los efectos del paso de las coladas. La erupción del Nyamuragira en 1938 (Blong, 1984) quemó miles de hectáreas de vegetación, las coladas del Kilauea en 1955 (Macdonald and Eaton, 1964) arrasaron más de 1.000 hectáreas de bosque. Erupciones del Etna en 1971 y 2003, destruyeron, respectivamente, magníficos bosques de abedules y gran parte de la pineda de Linguaglosa. Ocasionalmente, y coincidiendo con pequeños resaltes topográficos y barreras naturales o artificiales pueden quedar islas de vegetación totalmente intactas que se constituyen como reservas para una futura regeneración de los espacios arrasados. Este hecho se observa en las coladas de la pequeña erupción lateral del Etna en año 1981 cerca de Randazzo.

El borde de destrucción en las coladas puede ser neto o gradual. La vegetación colindante con la zona arrasada puede estar directamente quemada por los incendios que se generan, o agostada por el calor y los gases que se irradian desde la lava.



Fig. 1. Islas de vegetación. Coladas de Randazzo, 1981



Fig.2. Coladas con bordes netos. Zaferana 1991

## 1.2. Caída de piroclastos

En erupciones explosivas se emiten piroclastos de diferente tamaño y volumen, y con distinto grado de intensidad. Cenizas, lapilli bombas y bloques afectan a la vegetación de manera distinta. El territorio recubierto, total o parcialmente, depende de la magnitud de la erupción. Cuanto menor es su tamaño, la dispersión de los piroclastos va a ser mayor. Así las cenizas (menores de 2 mm) caen a una considerable distancia del cráter. Cenizas expulsadas en las grandes erupciones cuaternarias de los estratovolcanes y megavolcanes del noroeste de los Estados Unidos, recubrieron buena parte de su territorio del sur de Canadá. Los efectos sobre la vegetación responden a la potencia del depósito y a la proximidad del elemento de riesgo al cráter. Los daños provocados por la caída de piroclastos van a estar condicionados tanto por el volumen, temperatura y grado de humedad, velocidad de caída y tamaño de las partículas del material que se deposita, como por las características de la propia vegetación. La densidad del follaje, la forma y distribución de las hojas en las plantas, el período del año en el que se desarrolla la erupción, son factores condicionantes del daño infligido. Donde alcanzan su máxima potencia, los depósitos de piroclastos pueden enterrar completamente la vegetación, sobre todo si esta es de bajo porte. El peso de la ceniza acumulada sobre ellas puede doblar y romper las ramas de los árboles, sobre todo si estos (áreas tropicales) tienen hojas de gran tamaño capaces de albergar importantes cantidades de tefra. Cerca del cráter la caída de piroclastos calientes puede quemar directamente la vegetación como se ha visto en algunas exhalaciones del Popocatepetl. La velocidad de caída provoca la pérdida de hojas y ocasionalmente la completa defoliación de áreas boscosas. La permanencia sobre las hojas de cenizas compactadas por situaciones favorables de humedad acarrea la muerte de las plantas por imposibilidad de realización de la función clorofílica. De forma indirecta, y en zonas relativamente alejadas del punto de emisión, la presencia de espesores de cenizas de muy baja potencia, si esta está compactada provoca a la larga el agostamiento de la vegetación por falta de aireación de las raíces.

La dispersión de la ceniza alrededor del volcán o en una dirección determinada por la influencia de los vientos dominantes, da lugar a una zonación en las zonas afectadas en la que disminuyen los efectos a medida que nos alejamos del cráter. En la erupción del Parícutín de 1944 (Rees, 1979) señala zonas de destrucción total de vegetación natural y cultivos en las proximidades del punto de emisión, con espesores comprendidos entre 150 y 50 cm. También se señalaron pérdidas de hojas en los frutales a 12 Km de distancia, y con espesores de ceniza de 1 cm. En la erupción del Pinatubo de 1991, 550.000 ha de cultivos y bosques fueron recubiertas con una capa de más de 5 cm de ceniza (Benson, 2005), resultando gravemente afectadas cerca de 400.000 ha.

## 1.3. Flujos piroclásticos

Los flujos piroclásticos se asocian a erupciones volcánicas explosivas en las que se emiten magmas ricos en  $\text{SiO}_2$  aunque también pueden desarrollarse en erupciones freatomagmáticas (oleadas piroclásticas basales) con magmas básicos. Los flujos piroclásticos se desencadenan de forma súbita, se mueven ladera abajo a altísimas velocidades, encajándose en barrancos y vaguadas. Pueden ir precedidos de una onda de choque

(velocidad supersónica inicial) lo que acrecienta su poder de destrucción, y alcanzar temperaturas internamente elevadas (se han evaluado temperaturas del orden de 700°C para algunas coladas piroclásticas). Los flujos piroclásticos causan la destrucción instantánea de todo lo que encuentran en su camino, incluida la vegetación. Cuando van precedidos de una onda de choque, la vegetación puede ser arrancada de raíz, o tronchados los troncos de los árboles a ras del suelo. En la erupción del Saint Helens de 1980, más de 3.000 Ha. de bosque maderable sufrieron la rotura o el arranque de los árboles como consecuencia de las ondas de choque que precedieron a las avalanchas y coladas piroclásticas generadas. En esta erupción (Richard, 1981) los flujos piroclásticos arrancaron y desplazaron árboles a más de 12 kilómetros del lugar en el que se produjo la explosión dirigida. Entre 12 y 25 kilómetros de distancia, los árboles fueron tumbados pero no desplazados. Algunos ejemplares quedaron en pie fuera de la zona de destrucción total, estando sus troncos completamente descortezados. Los árboles fueron arrancados y cayeron de forma radial alrededor del volcán, aunque en algunas zonas de mayor pendiente su posición era oblicua, e incluso puntualmente se los veía vueltos hacia el volcán, movidos por las turbulencias que se generaban en el interior de un flujo controlado, en su desplazamiento, por la topografía. (Moore y Sisson, 1981). Bajo los depósitos de la erupción del Vesubio de agosto del año 79, se han hallado troncos de ciprés rotos por la base y brutalmente astillados como consecuencia de la acción de las oleadas piroclásticas desencadenadas. El mismo fenómeno se constató en el Saint Helens, en troncos de abetos hallados a 8 Km del volcán.

La temperatura de los flujos piroclásticos puede mantener en combustión la madera arrastrada durante varios días, a considerable distancia del punto de emisión. Moore y Sisson (1981) constataron la presencia de fuegos a 15 kilómetros del cráter en las laderas norte, noroeste y nordeste del Saint Helens, 11 días después de la gran explosión del 18 de mayo. Madera, intensamente carbonizada, se encontró entre las diferentes capas de los depósitos de esta explosión.

La vegetación afectada por el paso de coladas y oleadas piroclásticas puede presentar un borde neto de destrucción, siempre que la intensidad del flujo no sea suficiente como para rebasar los límites de las vaguadas o barrancos a través de los que se desplaza. Si el flujo desborda, pueden darse zonas de borde poco neto donde el grado de destrucción va a estar controlado por las características térmicas que tenga el flujo, el tipo de vegetación y la topografía de la zona. Remitiéndonos, de nuevo, a la erupción del Saint Helens, a lo largo del límite de árboles tumbados, en el flanco este del volcán, hubo árboles que estaban doblados hacia fuera de este límite, pero no fueron ni arrancados, ni tumbados, ni desplazados. Sus troncos no estaban más que débilmente afectados por el calor, adquiriendo tonalidades amarillentas, pardas o negruzcas, pero no fueron descortezados. Esto indicaría que el flujo era relativamente frío. Sin embargo, en el lado oeste, el límite estaba marcado por una zona de vegetación quemada. En los flancos oeste y sudoeste, árboles ubicados en pequeñas vaguadas próximas a la zona más intensamente dañada, fueron afectados por flujos calientes canalizados por las cabeceras de estos valles. Los árboles no fueron abatidos, pero sí descortezados.

#### 1.4. Avalanchas

Las avalanchas directamente relacionadas con erupciones volcánicas (Blast) se producen por el desplome parcial de los flancos del volcán, debido al desencadenamiento de sismos o a la explosión de domos. La descompresión súbita del gas contenido en el magma provoca una violenta explosión lateral que se comporta en un movimiento como un flujo piroclástico. Su efecto sobre la vegetación se basa en el arrastre que produce por dicho desplome sobre todo lo que se encuentre en las laderas del flanco afectado. La vegetación que no es directamente arrancada y arrastrada puede quedar recubierta por millones de metros cúbicos de roca y perecer de igual manera. Otras avalanchas susceptibles de causar daños a la vegetación instalada en los flancos y al pie de volcanes puede deberse a la desestabilización de las laderas aún cuando el volcán no esté en actividad.

En muchas erupciones se combinan varios peligros primarios, siendo afectadas las formaciones vegetales por derrames lávicos, caída de piroclastos, flujos piroclásticos, avalanchas, pudiendo unirse sus efectos a los derivados de peligros secundarios o inducidos por los anteriores, sumándose a los efectos destructivos de aquellos, los derivados de la formación de lahares, flujos de lodo, deslizamientos del terreno, incendios, emanaciones de gases, lluvias torrenciales, lluvia ácida, riadas, etc.

## 1.5. Lahares

Los lahares son flujos de fango que se generan como consecuencia de la fusión de la nieve o el hielo que cubre la cima de los grandes estratovolcanes, a favor de las altas temperaturas provocadas por la erupción, por las fuertes lluvias que acompañan a las erupciones, o por el derrame de lagos que ocupan cráteres de volcanes activos. Los lahares se mueven a gran velocidad por los barrancos que tienen sus cabeceras en las laderas de los edificios volcánicos. Según las propiedades del flujo (velocidad, densidad, capacidad de portar bloques de considerable tamaño, temperatura...) variará su capacidad de destrucción. Lahares de gran magnitud pueden arrasar no solo la vegetación instalada en los cauces, siempre que haya transcurrido un periodo de tiempo adecuado entre flujo y flujo para permitir la repoblación, sino la que se ubica a la salida de los mismos, que puede quedar total o parcialmente recubierta por los depósitos. Algunos autores atribuyen temperaturas elevadas a los flujos laháricos. En la erupción de la Montagne Pelée, en la Isla de La Martinica en 1902, se observó (Chrétien y Brousse, 2002) la salida chorros de vapor de agua de la superficie del potente lahar que destruyó la fábrica de ron de Guérin. (Los lahares pueden remover y arrastrar depósitos formados por otros procesos volcánicos. Así en la barranca de Huiloac, Volcán Popocatepetl, depósitos de lahares recientes contienen troncos de árboles en parte carbonizados que no pueden atribuirse a la temperatura del flujo, sino a otros fenómenos eruptivos. Los lahares extienden su capacidad de destrucción a decenas de kilómetros de su punto de inicio. Alguna vegetación de elevado porte puede sobrevivir al paso y a los depósitos del lahar. Árboles aislados o en grupo sobresalen de la superficie de los lahares. Su capacidad de supervivencia de la vegetación va a depender de su capacidad de resistencia y de la naturaleza del depósito (potencia y compactación). Los lahares pueden afectar a sistemas de irrigación al alterar el trazado y los perfiles de las corrientes fluviales, causando graves perjuicios en zonas agrícolas (arrozales de la isla de Luzón tras la erupción del Pinatubo y la formación de lahares como consecuencia del paso de ciclones tropicales que removieron y arrastraron ingentes cantidades de cenizas)

**Tabla nº 1: Impacto de eventos volcánicos sobre la vegetación**

Peligro volcánico	Área afectada	Intensidad del daño	Daño causado	Duración efectos
Coladas lávicas	Pequeña-Media	Alta	Enterrada o quemada	Centurias
Caída de piroclastos	Grande	Alto-Bajo	Enterramiento	Décadas-años
Flujos piroclásticos	Pequeña	Alta	Enterramiento	Centurias-décadas
Avalanchas	Media	Moderado-bajo	Enterramiento	Centurias-décadas
Lahares	Media	Moderado-bajo	Enterramiento	Años

Tomado de: Dale, Delgado-Acevedo y MacMahon (2005). Simplificado



Fig. 3. Tronco arrastrado por un lahar. Popocatepetl.



Fig. 4. Molde de árbol. Coladas de la ladera este. Etna

## 2. Efectos inducidos de las erupciones

Las erupciones producen efectos indirectos que también repercuten sobre la vegetación: Formación de tsunamis asociados a la formación de calderas o a grandes deslizamientos, cambios de diferente duración en el clima, en el suelo, en la cantidad de CO<sub>2</sub> y SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub> en la Atmósfera esto causa daños, fundamentalmente en las cosechas, por falta de luz solar, disminuciones de las temperaturas que provocan heladas tempranas y tardías, lluvias abundantes y nevadas fuera de temporada, y en consecuencia, disminución del crecimiento de algunas especies y falta de maduración.

### 2.1. Emisiones de gas y lluvia ácida

Durante las erupciones volcánicas se emiten a la Atmósfera ingentes cantidades de gases contenidos en el magma. Estos gases forman parte de las columnas eruptivas, son el elemento imprescindible en la formación y desplazamiento de los flujos piroclásticos, y están contenidos en las lavas que se desplazan sobre la superficie, escapándose de ellas de manera más o menos violenta a lo largo de su recorrido. Los que se inyectan a partir de potentes columnas (decenas de kilómetros de altura) en violentas erupciones plinianas, incrementan el contenido global en CO<sub>2</sub> y en compuestos de azufre. Estos últimos llevan a la formación de ácido sulfúrico. La presencia de aerosoles en la Atmósfera puede provocar una disminución de la radiación solar que llega a la superficie, necesaria para la vida de las plantas. También pueden dar lugar a descensos de hasta medio grado en la temperatura durante años. Los efectos de la lluvia ácida provocan efectos nocivos en el crecimiento y normal desarrollo de la vegetación a largo plazo. En regiones volcánicas activas y en las que, aunque no se hayan producido erupciones a lo largo de miles o cientos de miles de años, pero exista una emanación difusa y continuada de gases, incrementos puntuales en la emisión de los mismos, pueden llegar a afectar de forma negativa al normal desarrollo de la vegetación y los cultivos en los espacios próximos al lugar de salida.

### 2.2. Cambios en las condiciones edáficas

El territorio afectado directamente por la deposición del material emitido en una erupción volcánica sufre unos cambios que repercuten en el proceso de regeneración de la vegetación afectada. En el suelo se llevan a cabo unas transformaciones drásticas y duraderas. De hecho el suelo existente antes de la erupción es recubierto por el nuevo material, en ocasiones con potencias de decenas de metros. Este material queda sometido a los procesos de meteorización, que será más o menos activa en función de las condiciones climáticas, topográficas y de la naturaleza de los depósitos, pero que posiblemente tarde varios siglos en lograr el desarrollo de las condiciones edáficas que permitan la colonización de esos depósitos por nuevas especies vegetales u otras similares a las que allí existían antes de que la erupción tuviera lugar. Las coladas de lava son las que oponen más dificultades a los procesos de restauración vegetal, si bien hay que distinguir entre las que presentan una superficie lisa, con meteorización uniforme y lenta, y las que tienen una superficie escoriácea, cuyas oquedades pueden estar recubiertas de piroclastos (cenizas y lapilli fino) o material arrastrado por el agua o el viento sobre el que puede producirse un rápido enraizamiento de las plantas. En este sentido es destacable la repoblación de algunos sectores de las coladas del Parícutín, aunque también puede ocurrir que la topografía local favorezca un arrastre de material fino susceptible de una pronta meteorización lo que retrasaría la colonización. En otras ocasiones, y aunque hayan transcurrido varios siglos desde el emplazamiento de los flujos lávicos, las condiciones ambientales solo han permitido la aparición de líquenes como en algunas lavas de la erupción de 1730-36 en la isla de Lanzarote. En otras ocasiones, en las diaclasas y los bordes de las coladas, puede formarse el suelo necesario para permitir el desarrollo de la vegetación.

Sobre los depósitos de ceniza, de flujos piroclásticos poco consolidados, de avalanchas y lahares, las condiciones de generación del suelo pueden ser localmente favorables a la regeneración vegetal relativamente rápida. Aparición de especies en menos de una década se ha observado sobre los depósitos de fango de la erupción del Saint Helens (Benson, 2005)

## 3. La recuperación de la vegetación natural

Después de una erupción, y en un periodo de tiempo generalmente largo, se lleva a cabo una recuperación de la vegetación. Esta puede producirse a partir de las especies que existían antes del evento, o con especies nuevas procedente de áreas alejadas del espacio

afectado. En este último caso puede producirse una sustitución, al menos parcial, de las especies tradicionales por otras. Esto lleva a que después de un tiempo unas especies son sustituidas por otras. Las plantas, en el primer año de rebrote, es posible que tengan una menor altura, hasta un 75 % menor, (Dale y Adams, 2003), así como una floración más pobre.

### 3.1. Factores que afectan a la supervivencia

Las propiedades de cada erupción, el clima, la distancia al punto de emisión y las propias características de la vegetación afectan a la habilidad de las plantas para sobrevivir a un evento de este tipo. La temperatura de las lavas y gases emitidos, su composición química, la potencia del recubrimiento, la dureza de la nueva superficie y la fuerza del agua y del viento, son condicionantes de la resistencia de las especies vegetales, y factores que afectan a su supervivencia (Dale et al. 2005). Si en una erupción se emiten lavas y gases muy calientes, cualquier organismo vivo perece sin excepción. Los gases asociados a las erupciones (dióxido y monóxido de carbono, hidrógeno, compuestos de azufre, cloro, amoníaco, etc. causan la muerte o graves daños en la vegetación. La potencia y dureza de los depósitos de piroclastos y de los lahares tiene un claro efecto sobre la recuperación de la vegetación enterrada y sobre su supervivencia. Más de 30 cm de espesor en un depósito supone un grave impedimento para la supervivencia de la mayoría de las plantas. Factores topográficos locales y formaciones boscosas con un determinado tipo de ramaje, favorecen o dificultan la acumulación de ceniza (la vegetación herbácea del sotobosque se ve menos afectada por la caída de piroclastos que la que se encuentra al aire libre). Especies bulbosas que no hayan sido recubiertas por depósitos demasiado potentes y calientes, pueden rebrotar en la primavera del año siguiente a la erupción.



Fig. 5. Colonización de las coladas del Parícutín. 2004



Fig. 6. Destrucción de árboles. Etna, 2003

Sin duda, los condicionantes climáticos van a ser fundamentales a la hora de acelerar los procesos de meteorización del nuevo sustrato litológico, y de formación de un suelo capaz de soportar una cubierta vegetal con diferente grado de desarrollo.



Fig. 7. Suelo potente sobre depósitos de lahar. Clima de alta montaña. Popocatepetl, 2000 BP



Fig. 8. Suelo esquelético sobre depósitos de caída. Clima mediterráneo. Etna, 160.000 años

También las características del espacio concreto favorecen el proceso de recuperación de la vegetación. Así los cráteres que no tienen actividad fumarólica con gases nocivos, experimentan una más rápida recuperación que las laderas externas y por supuesto que las coladas. Los cráteres de los volcanes de San Antonio y Arenas Negras en La Palma y Tenerife, respectivamente, muestran un crecimiento rápido de ejemplares de pino canario. El cráter del Vesubio, alberga ejemplares de abedules y sus fumarolas de vapor de agua, helechos endémicos.



Fig. 9. Cráter de La Solfatara



Fig. 10. Helecho endémico. Vesubio

### 3.2. Recuperación de las especies vegetales

Transcurrido el tiempo adecuado desde una erupción la vegetación habitual empieza a recuperarse sin que se sigan los patrones de colonización ni los procesos estacionales. La sucesión primaria se inicia sobre el nuevo sustrato geológico y edáfico que carece de plantas que hayan sobrevivido. En este nuevo sustrato, la capacidad de retener agua, el intercambio de nutrientes, el tamaño de las partículas que lo integran es fundamental. La tasa de recuperación es lenta, sobre todo en coladas de lava poco meteorizadas, y de forma puntual. La mayor parte de los autores destacan que el proceso de restauración de la vegetación tras una erupción volcánica es el más lento de los que se llevan a cabo tras cualquier otro desastre natural. Buena parte de los árboles con diámetro superior a 20 cm. sobreviven a los lahares y flujos de barro. En lahares poco potentes del volcán Popocatépetl se han reconocido rebrotes masivos y colonización de plantas por dispersión de semillas en menos de una década.

### 4. Efectos de las erupciones sobre la agricultura

Las especies agrícolas son también gravemente perjudicadas por las erupciones. De hecho, y debido a la bondad de los suelos generados sobre rocas volcánicas, el entorno de los volcanes suele estar densamente poblado, dedicándose la mayor parte de esta población a las prácticas agrarias, precisamente en la proximidad de los volcanes más activos y peligrosos del planeta. Con temperaturas comprendidas entre 50 y 60 °C (Blong, 1984) la mayor parte de los cultivos sufren procesos de deshidratación. En consecuencia, todos los eventos eruptivos que interfieran a un territorio en el que se desarrollen prácticas agrícolas, son susceptibles de provocar su destrucción o de dañarlos gravemente. En siglos anteriores, erupciones como la del volcán Laki, en 1783, y la del Tambora, en 1815, fueron causa indirecta de la muerte de 9.000 y 80.000 personas, respectivamente, a causa de las hambrunas provocadas por la destrucción de las cosechas y la inutilización de las tierras de cultivo. En la actualidad erupciones como la del volcán Pinatubo, en 1991 y la de La Soufrière de Montserrat, en 1995 (Benson, 2005) han provocado grandes pérdidas económicas no sólo por la destrucción de cultivos y pérdida de suelos, sino también por el desplazamiento forzoso de la mano de obra en los períodos de evacuación.



## Conclusión

En cualquier caso, la recuperación del paisaje vegetal tras una erupción volcánica es un proceso lento que depende de factores de toda índole, y al que el hombre contribuye en un porcentaje mínimo. Pasarán cientos de años hasta que los bosques que rodeaban al volcán Saint Helens vuelvan a recuperar su pasado esplendor y su rentabilidad económica. Sin embargo el nuevo paisaje creado, ha llevado hacia la zona a un nuevo tipo de visitante y también una nueva economía basada en la explotación turística de las consecuencias de un fenómeno natural traumático para buena parte de los habitantes de los territorios del noroeste de los Estados Unidos. La vertiente sur del Etna es periódicamente afectada por derrames lávicos. La vegetación de este espacio está sometida a un continuo estrés. La falta de interés económico de su posible explotación hace que la paulatina desaparición de la misma pase desapercibida para el gran público. No ocurre así cuando las erupciones de este mismo volcán afectan a espacios en los que la vegetación juega un papel fundamental de cara a la explotación turística del territorio como fue el caso de los incendios de la pineda de Linguaglossa. El crecimiento de especies invasoras en los piroclastos de los conos de la erupción del siglo XVIII, en Lanzarote, causa un grave problema a las autoridades del Parque Nacional de Timanfaya que ven como el "paisaje lunar" puede deteriorarse a causa de una repoblación vegetal, espontánea, no deseada.

*" mais le plus typique, c'est que la cuvette qui, de temps immémorial était à sec, s'est remplie d'eau et forme un lac... La profondeur de cette pièce d'eau doit être assez sérieuse, car on y voit émerger les cimes d'arbres qui dénotent un certain développement et dont le feuillage roussi, les branches dépouillées et come calcinées, donnent au paysage sous la brume constante des nuages enveloppants, un aspect d'hiver ou d'automne avancé des pays d'Europe."*

Paul Merwart. Descripción de l'Etang Sec (cima de la Montagne Pelée). Carta fechada el 28 de abril de 1902, y enviada a A. Lacroix.

## Bibliografía

- BENSON, V. (2005): *Volcanoes and the economy*. En: *Volcanoes and the Environment*. Cambridge U.P. Pp. 440-468
- BLONG, R.J. (1984): *Volcanic hazards. A Sourcebook on the Effects of Eruptions*. ACADEMIC PRESS. Sydney
- BRUCE, V. (2002): *Sin peligro aparente*. RBA, Bogotá
- CHRÉTIEN, S. BROUSSE, R. (2002). *La Montagne Pelée se réveille*. Ed. Boubée. Paris.
- FIOCCO et al. (1995): *The Mount Pinatubo eruption. Effect on the Atmosphere and Climate*. NATO ASI Series.
- MACDONALD, G. EATON, J. (1964): *Hawaiian volcanoes during 1955*. USGS, Bulletin 1171
- MACÍAS, J.L. CAPRA, L. (2005): *Los volcanes y sus amenazas*. Fondo de Cultura Económica, México
- MOORE, J. SISSON, T. (1981): *Deposits and effects of the May 18 pyroclastic surge*. En: *The 1980 eruption of Mount St. Helens, Washington*. G.S. Professional Paper 1250. Pp. 221-239
- REES, J.D. (1979): *Effects of the eruption of Paricutin volcano on landforms, vegetation, and human occupancy*. En: *Volcanic activity and human ecology*. Academic Press. New York, pp.249-292
- WAITT, R. (1981): *Dewasting pyroclastic density flow and attend air fall of may 18. Stratigraphy and sedimentology of deposits*. En: *The 1980 eruption of Mount St. Helens, Washington*. G.S. Professional Paper 1250. Pp. 439-486