

## La cangahua y su rehabilitación

TRUJILLO GERMÁN, ZEBROWSKI CLAUDE

### 1. ORIGEN, GÉNESIS Y LOCALIZACIÓN

La cangahua es un término quichua que significa tierra dura y estéril. Es un suelo volcánico endurecido, de baja fertilidad que cuando se somete a la agricultura da muy bajos rendimientos.

La cangahua, se encuentra también en México, Nicaragua, Colombia y Perú en cada uno de los cuales adquiere nombres locales como tepetate, talpetate, cancahua, etc.

Generalmente los afloramientos de cangahua aparecen, sobre todo, en las formaciones volcánicas piroclásticas del Cuaternario reciente del valle interandino, entre las cordilleras occidental y oriental de los Andes. Se extienden desde Colombia, en el norte, hasta la región de Chunchi, provincia de Chimborazo al sur, entre los 2.200 y 3.200 m de altura.

Vera y López han reconocido y clasificado cinco tipos de depósitos de cangahua, a saber:

1. de caída de cenizas volcánicas consolidadas (toba),
2. de coladas piroclásticas,
3. de coladas barrosas (lahar),
4. pedogenóticas (suelos endurecidos de cenizas volcánicas),
5. mixto-columial (sedimento consolidado de cenizas y suelos)

De estos tipos, las de cenizas consolidadas y las de coladas piroclásticas, constituyen casi el 90%.

La cangahua ha sido recubierta por las cenizas recientes de color negro y luego alterada en clima diferente al actual. Es por ello que ciertos autores piensan que un período anterior más árido habría favorecido la cementación de las cenizas alteradas por el sílice y/o calcáreo. En contraposición, la alteración de cenizas o tobas volcánicas aumenta siguiendo una gradiente topoclimática altitudinal hacia lo alto de las vertientes, en tanto que el endurecimiento aumenta hacia la parte baja del piedemonte, donde la cangahua presenta generalmente una costra calcárea.

Esquemáticamente la cangahua se encuentra en tres zonas:

- 1.600 a 2.800 m, clima subárido, caracterizado por una pluviosidad de 800 a 1.200 mm/año. Esta es la

región de agricultura intensiva (maíz, fréjol, papa, caña, trigo) que actualmente se encuentra más erosionada y desertificada.

- 2.800 a 3.400 m, clima subhúmedo, caracterizado por una estación seca de 3 a 4 meses y una pluviosidad de 1.200 a 1.500 mm. Esta constituye la región típica de pastizales nativos, papa, haba y cebada y está menos erosionada.
- 3.400 a 3.800 m, clima húmedo a prehúmedo, caracterizado por una nubosidad diurna frecuente y una pluviosidad de 1.200 a 1.500 mm/año, presencia de heladas, de muy fuertes variaciones diurnas de temperatura e insolación. Esta es la zona del matorral en las fuertes pendientes y de páramo (pradera) sobre las Areas más planas, ella se encuentra con papas, cebada y pastizales. Los suelos son negros, húmiferos.

### 2. GENERALIDADES SOBRE LA CANGAHUA

#### Vegetación y cultivos

La cuenca interandina bajo los páramos, se encuentra casi en su totalidad cultivada, no importa que existan fuertes pendientes. Solo las pendientes superiores a 100% todavía están cubiertas con vegetación natural. Los cultivos ocupan una superficie total en la sierra de 857.000 ha.

El clima de la cuenca interandina septentrional es tropical de altura. Se caracteriza por una estación lluviosa de octubre a mayo y por dos estaciones secas. El total anual de precipitaciones es inferior a 500 mm en las zonas más bajas y llegan a 1.500 en las altas.

#### Cartografía de la cangahua

Los suelos que presentan un sustrato volcánico endurecido a menos de 70 cm y bajo los páramos han sido considerados como cangahua.

En el presente trabajo se han seleccionado 5 unidades cartográficas

C4 Corresponde a suelos de regiones semiáridas. Los

piroclastos viejos se encuentran poco alterados y no presentan horizonte humífero. Los carbonatos de calcio están presentes en todo el perfil.

- C3 Los piroclastos antiguos están ligeramente más alterados que los de la unidad anterior. Los carbonatos de calcio son más escasos y el pH ligeramente más bajo, 6.8 a 7.5.
- C2 Corresponde a suelos todavía localizados en zonas secas, pero con mayor precipitación. Es ligeramente más arcilloso y negro en profundidad que el precedente. La tasa de materia orgánica está entre 1.5 y 6.0%, el pH entre 6.5 y 7.
- C1 Se localizan en regiones húmedas. El suelo reciente es negro, sobre todo en profundidad, sin calcáreo. El contenido de materia orgánica es alto, superior a 8%, pH 6.5.
- C Corresponde al conjunto de suelos erodados, donde aflora la cangahua dura por erosión de los horizontes superiores. La mayor parte de estos suelos se localiza en las zonas más secas.

Según Gasselin, 1995, en la zona de Cangahua, el incremento de la superficie con cangahua ha aumentado un 300% en los últimos 30 años, lo que probablemente se debe a la mecanización agrícola.

### 3. EL CULTIVO DE LA CANGAHUA EN EL MEDIO CAMPESINO TRADICIONAL

Los suelos endurecidos cubren una superficie de 240.000 hectáreas en Ecuador. De estas, 80.000 ha están completamente erosionadas debido a un sistema continuo de uso agrícola sin medidas de protección, generalmente están localizadas en zonas que antiguamente tenían una alta concentración poblacional.

Mediante encuestas se abordaron los siguientes temas:

*Estructura familiar.*- Las familias tienen un promedio de 5 a 6 miembros por familia. Un nivel de instrucción bajo para los padres, sobre todo en el medio indígena, en el cual más del 70% de las madres no han recibido instrucción alguna. Sin embargo la mayoría de los hijos tiene escuela, colegio y algunos hasta universidad.

*Origen de las tierras.*- Casi la totalidad de los campesinos son dueños de la tierra (93.2%). La renta de la tierra y el trabajo al partir son muy escasos. Algunos campesinos no tienen tierra.

Un alto porcentaje de las tierras son heredadas, 46 al 68%. Solo el 5.5% de los encuestados estarían dispuestos a vender sus tierras.

*Superficies y naturaleza de las tierras.*- Cerca de las ciudades las superficies son más reducidas, 95% de las unidades cercanas a Quito tiene superficies inferiores a 1 ha.

En el norte, Carchi, cerca del 60% de las UPA presentan cangahua y en Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, tienen entre el 74 y 90%. Por ello es que en estas zonas los campesinos han incorporado más cangahua a la producción agrícola, por lo que la rehabilitación es común

en estas zonas mediante técnicas manuales. En las tierras así roturadas, la mayoría de campesinos esparce escasas cantidades de abono de ganado.

*Los medios de producción.*- Son muy escasas las propiedades que disponen de tractor propio o alquilado. La presencia de animales es muy frecuente, aún en las pequeñas unidades, sobre todo de bovinos sin pastizales. Los porcinos y ovinos son para carne y lana y son vendidos para cubrir las necesidades básicas. Las aves de corral y la leche son para autoconsumo.

*Los cultivos.*- Lo más común es el maíz, a veces asociado con fréjol y en menor importancia el trigo, la cebada y la papa. La preparación del suelo por lo general es manual. Un 74 a 92% usan abonos en cantidades muy bajas. Para la papa se usa todos los agroquímicos. El riego es poco común y generalmente se lo realiza por gravedad, lo que provoca problemas altos de erosión.

### Carencia evidente de nutrientes

Con el propósito de evaluar el efecto de los diferentes elementos en el desarrollo de plantas en cangahua rehabilitada, se realizó un estudio mediante la técnica del elemento faltante, en el cual se evaluaron un testigo, con solo nitrógeno y una solución nutritiva completa con N, P, K, Mn, Zn, Fe, Cu, S y Mg.

Los resultados muestran una esterilidad casi completa del testigo, el bajo efecto de la aplicación de solo nitrógeno.

El mayor rendimiento se obtuvo con la solución completa, aunque no es muy significativa en relación a sin Mg, sin S, sin Mn y sin Cu.

Sin fósforo se nota una disminución del 50% en la producción. El potasio y magnesio reportan una cierta disminución a partir del segundo corte de pasto, lo cual se puede deber al pH superior a 8 del material.

En cuanto a los microelementos, no se observa mayor problema. Esto demuestra que la fertilización mineral debe ser en base a nitrógeno y fósforo y para mejorar la producción se requieren pequeños complementos de potasio y magnesio, sobre todo cuando se cultiva durante varios años seguidos.

Para el caso de materiales alcalinos, es necesario aportar materia orgánica sobre todo para reducir la ligera deficiencia de hierro.

### 4. EROSIÓN

Estudios realizados para evaluar la pérdida de tierra en cangahua rehabilitada, reportan valores excepcionales de hasta 250 ton/ha/aho. (De Noni G., Trujillo G.).

El trabajo realizado por Custode E., Trujillo G. en la Tola, para evaluar la erosión en cangahua rehabilitada, en 4 tratamientos dan los siguientes valores de escurrimiento y erosión:

CUADRO 1. ESCURRIMIENTO Y EROSIÓN EN CANGAHUA REHABILITADA

Año	Precipit. mm	Parcela 1		Parcela 2		Parcela 3		Parcela 4	
		Kr %	E t/h	Kr %	E t/h	Kr %	E t/h	Kr %	E t/h
94-95	750	0.6	11.3	0.6	2.2	0.0	1.7	1.1	2.4
95-96	1049	4.6	24.0	8.1	10.0	4.4	11.9	7.7	9.0
media	898	1.9	17.7	3.2	6.1	2.0	0.8	3.3	5.7

Kr = porcentaje de escurrimiento  
E = erosión

Los tratamientos son:

- P1 Pendiente 15% suelo preparado y desnudo
- P2 Pendiente 15% adelanto de la siembra con riego para evaluar el efecto cobertura
- P3 Pendiente 15% con muro de cangahua para evaluar su efecto anti-erosivo
- P4 Pendiente < 2%, para evaluar el efecto de una terraza

El mejor tratamiento constituye el muro de bloques de cangahua donde se dan los más bajos índices tanto de erosión como de escurrimiento en los dos años de observación.

La cangahua recuperada es muy sensible a la erosión.

#### Propiedades físicas de la cangahua cultivada

El enraizamiento constituye un buen indicador de los efectos de las labores culturales, apreciándose además un mejoramiento de las propiedades físicas de la cangahua cultivada.

Cuando se cultiva maíz en cangahua rehabilitada a 1 m de profundidad, las raíces alcanzan 50 cm con una media de 30 a 40 cm. Sin embargo, el maíz asociado con haba penetra sus raíces hasta 100 cm y una media de 60 a 70 cm.

El maíz, la haba y el fréjol necesitan una profundidad efectiva de cangahua recuperada no menor a 40 cm.

Los cereales, trigo, cebada, avena, a 30 cm.

#### Actividad microbiana

La fertilización orgánica sola (40 t/ha) no es recomendable, ya que es bastante cara. La aplicación de inoculante no reporta incrementos significativos en la producción.

La eficacia de la inoculación con *Rhizobium* depende del aporte de materia orgánica en dosis limitadas. Una fertilización mineral sola inhibe el desarrollo de *Rhizobium*, pero asegura una aceptable producción.

Lo recomendable es dar una baja dosis de fertilización orgánica + fertilización de arranque (Starter) + fertilización química o inoculación.

De un estudio agronómico realizado en pequeñas parcelas, en general se puede decir que en cangahua rehabilitada se puede cultivar:

- Cebada, que da rendimientos aceptables a partir del

primer año y su producción se estabiliza a partir del tercer año.

- El maíz comienza a producir después del segundo año, pero su rendimiento es el 50% del normal por lo que antes del tercer año no se debería cultivarlo económicamente.
- La asociación maíz-leguminosa no reporta datos confiables de que incrementa los rendimientos, si antes no se mejora el nivel de nitrógeno.
- El haba comienza a producir desde el primer año, a partir del segundo año la producción es normal.
- La producción de arveja se estabiliza a partir del tercer año.
- La avena forrajera con abono orgánico constituye una alternativa interesante, aunque la producción mejora a partir del segundo año. No se aconseja pastoreo directo.

## 5. REHABILITACIÓN DE LA CANGAHUA

### Agrícola

De los métodos evaluados (mecanizado, manual y con explosivos), se ha descartado el de explosivos y se trata solamente el manual y el mecanizado.

### Método manual

En Ecuador es bastante común este sistema de recuperación:

- Desfonde o roturación de la cangahua con pico hasta 30 cm de profundidad, labor que se realiza generalmente al inicio de la estación lluviosa.
  - Período de desagregación (pudrición) de los bloques de cangahua por exposición a las primeras lluvias (1 o 2 meses).
  - Fraccionamiento de los bloques con pico y azadón, dejando bloques gruesos de hasta 12 cm de diámetro.
  - Incorporación de estiércol en dosis de 1 a 2 t/ha y mezcla con el material recuperado.
- Así queda listo el terreno para la siembra, con una profundidad efectiva de máximo 20 cm.

### Método mecanizado (recomendado)

Es común en México y recientemente se está implementando en Ecuador. El desfonde consiste en:

- Subsoleo con tractor tipo caterpillar D7, con diente mínimo de 80 cm de largo para obtener una profundidad de roturación efectiva de 60 cm que es la recomendada (1996). Con el uso de tractores más pequeños se hace difícil alcanzar esta profundidad. Además y con el uso de cualquiera de los dos tipos de tractor se debe pisar los bloques para romperlos.
- Fraccionamiento de los bloques de cangahua con un tractor agrícola provisto de un arado de discos, dejando bloques de hasta 5 cm de diámetro.

- Incorporación de materia orgánica + fertilización de arranque (100-60-0) + de ser posible, inoculante (*Rhizobium*) + abonaduras de mantenimiento con N-P-K. En algunas regiones se está desarrollando la lombricultura, lo cual es bastante recomendable como materia orgánica.

## 6. COSTOS DE RECUPERACIÓN

### Agrícola

El costo/hora de alquiler/tractor es de 30 US\$/h para un D5 y 60 US\$/h para un D7.

En condiciones normales de trabajo, los costos de subsoleo están entre 350 y 550 US\$/ha.

Los costos de desfonde manual son difíciles de evaluar, pero algunos estudios como CESA indican que para rehabilitar 1 ha se requieren 100 jornales. El salario es de 3 US\$/hombre, lo que da un total de 300 US\$. Otras medidas señalan que un hombre puede trabajar 3 m<sup>2</sup>/día, por lo que el costo es de 1.200 US\$/h. Otros indican que un hombre desfonda 20 m<sup>2</sup>/día, lo que equivaldría que para 1 ha (10.000 m<sup>2</sup>) se requerirían 500 jornales.

### Desfonde y terraceo

El precio por subsoleo mecanizado con terraza sobre una pendiente de 15% (México), está entre 1.600 y 21.000 US\$/ha en 1992.

El costo de terraza progresiva (subsuleo mecanizado+pircas manuales) es de 830 a 1.050 US\$/ha (CESA-Ecuador).

### Preparación del suelo antes de la siembra

Se debe dar uno o dos pases con pulverizador con tractor agrícola provisto de arado de discos, a fin de fraccionar los bloques grandes que quedan después de la roturación con el tractor grande. El costo calculado es de 20 a 30 US\$/ha.

### Forestal

Al igual que para la agricultura, también implica:

- Desfonde o roturación del material, protección contra la erosión y abonadura.

En Ecuador para sembrar árboles ha sido común hacer huecos de 20 x 20 x 20 cm, donde se sembraba la planta, con lo que se han obtenido rendimientos inferiores al 60%. Algún autor menciona de la existencia de 500 ha con cangahua forestada, sin embargo, es a partir de la década

del 90 que se comienza a sembrar más intensamente en cangahua, por ejemplo empresas exportadoras de trozas de eucalipto como EMDEFOR y ALPACA.

CUADRO 2. COSTOS DE REHABILITACIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL DE CANGAHUA

Trabajo	Precio US\$/ha		
	México	Ecuador	
<b>Agricultura</b>			
Desfonde	mecanizado	360	330 a 550
	manual		300 a 1.200
Desfonde + terraza plana	mecanizada	1.600 a 2.100	2.100 a 2.200
	manual		22.500
Subsuleo			330 a 550
Terraza formación progresiva (p = 20%, 4 muros)			500
<b>Total</b>			<b>830 a 1.050</b>
<b>Forestación</b>			
Subsuleo + terrazas		810 a 1.080	
Costo de plantas (1000/ha)		135 a 200	
<b>Total</b>		<b>945 a 1.280</b>	
Tinas ciegas		160 a 200	
Costo de plantas (400)		95 a 110	
<b>Total</b>		<b>255 a 310</b>	

## 7. MÉTODOS ANTIEROSIVOS

Es poco común encontrar cangahua rehabilitada con prácticas de conservación de suelos, sin embargo de que la cangahua rehabilitada es muy frágil al escurrimiento y se puede decir que constituye uno de los suelos más deleznable una vez que ha sido alterado su estado natural.

Los mejores tratamientos para conservar cangahua rehabilitada con fines agrícolas son:

**Terraza manual.**- Los bloques que aparecen en el proceso de roturación de la cangahua, son colocados en curva a nivel, hasta una altura determinada, formando una especie de barrera, luego de lo cual se procede a rellenar con cangahua fina y con tierra negra.

**Terraza progresiva.**- Consiste en formar un muro, colocando los bloques de cangahua en curva a nivel, a una altura de 1 a 1.5 m de altura. La diferencia con el tratamiento anterior es que no se rellena abruptamente con tierra apenas se construye la terraza, sino que por acción mecánica de las labores de preparación de los suelos y del escurrimiento, los materiales se van depositando y acumulando detrás del muro de año en año.

También la *terrazza mecanizada* constituye un buen tratamiento, sin embargo, se debe poner mucho cuidado con su estabilización y conservación.

# **III Simposio Internacional de Desarrollo Sustentable de Montañas:**

**ENTENDIENDO LAS INTERFACES ECOLÓGICAS  
PARA LA GESTIÓN DE LOS PAISAJES CULTURALES  
EN LOS ANDES**

**Fausto O. Sarmiento  
Juan Hidalgo A.  
EDITORES**

Asociación de Montañas Andinas, AMA

Centro de Estudios Latinoamericanos y Caribeños,  
Universidad de Georgia, CLACS

Centro Panamericano de Estudios  
e Investigaciones Geográficas, CEPEIGE

Corporación Editora Nacional

*Memorias del*  
**III Simposio Internacional  
de Desarrollo Sustentable de Montañas:  
ENTENDIENDO LAS INTERFACES ECOLÓGICAS  
PARA LA GESTIÓN DE LOS PAISAJES CULTURALES  
EN LOS ANDES**  
*Quito 9-14 de diciembre de 1998*

**EDITORES**

**Fausto O. Sarmiento**

*Associate Director, Center for Latin American and Caribbean Studies,  
Adjunct Graduate Faculty, Institute of Ecology, The University of Georgia, Athens.*

**Juan Hidalgo A.**

*Director del Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas, CEPEIGE.  
Director del Departamento de Ciencias Geográficas y Estudios Ambientales,  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, PUCE.*

**ISBN:**

9978-84-260-8

*Derechos de autor:*

*Inscripción: 013401*

*Depósito legal: 001459*

*Diseño gráfico y diagramación:*

*Taller de la Corporación Editora Nacional*

*Cubierta:*

*Quinche Ortiz Crespo*

*Fotografías de cubierta:*

**Portada:** *Eventos espectaculares, como la actividad volcánica, son el indicio de que coexistimos con un planeta viviente. El Guagua Pichincha, en cuyas faldas se asienta la ciudad de Quito, nos muestra que los enigmas suscitados por la liberación de su energía interior inducen el interés de especialistas y de la comunidad en general.*

*Fotografía propiedad del CEPEIGE, tomada por Francisco Caizapanta Jurado.*

**Contraportada:** *El nevado del Chimborazo, considerado como el lugar natal de la Ecología por los trabajos pioneros de Alexander von Humboldt sobre la relación del medio ambiente, la biota y el hombre. La variación ecológica en sus pisos climáticos es un buen ejemplo de los paradigmas convencionales de la montología. Los cuadros insertos identifican muestras de las diferentes zonas ecológicas de la montaña, a la cual se la debe considerar como un solo ecosistema sustentable.*

*La fotografía del Chimborazo es propiedad de Alfonso Ortiz Crespo.*

*Corrección de textos:*

*Rita Camacho, Fernando Vera*

*Impresión:*

*Fausto Reinoso, Av. América Oe 414 y Mañosca, Quito-Ecuador*

*Noviembre, 1999*

**INSTITUCIONES PATROCINANTES**

- AMA: Asociación de Montañas Andinas  
CAF: Corporación Andina de Fomento  
CEPEIGE: Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas  
CIESPAL: Centro Latinoamericano de Comunicaciones Sociales  
CLACS: Centro de Estudios Latinoamericanos y Caribeños, Universidad de Georgia  
CLIRSEN: Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos  
COX: Centro Cox de Investigación y Capacitación de Periodismo Internacional y Comunicaciones Sociales, Universidad de Georgia  
ECOCIENCIA: Fundación Ecuatoriana de Estudios Ecológicos  
ECOPAR: Proyecto Páramos y Bosques Andinos. Centro de Investigaciones Geoecológicas  
ECORAE: Instituto para el Ecodesarrollo de la Región Amazónica Ecuatoriana  
FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Oficina Regional de Latinoamérica  
SANREM: Proyecto de Agricultura Sustentable y Manejo de Recursos Naturales  
SUBIR: Uso Sostenible de los Recursos Biológicos-CARE  
TMI: El Instituto de Montaña, Oficina Regional Andina  
UGA: Universidad de Georgia, Athens

*Entendiendo las interfaces ecológicas para la gestión  
de los paisajes culturales en los Andes*

# **III SIMPOSIO INTERNACIONAL DE DESARROLLO SUSTENTABLE DE MONTAÑAS**



**FAUSTO SARMIENTO, JUAN HIDALGO**  
*editores*