

## SUELOS AGRICOLAS VOLCANICOS DE AMERICA CENTRAL

*Mario Blasco Lamenca \**

### Introducción

El istmo constituido por las cinco repúblicas centroamericanas se extiende desde los 8°N–83°O hasta los 18°N–93°O. Su sistema montañoso que, a manera de eje, soporta la estructuración física de las tierras, forma parte del denominado cinturón de fuego del Océano Pacífico. La constante, si bien un tanto decadente, actividad volcánica ha modelado buena parte de la fisiografía de Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador y Guatemala. Debido a que la cadena de volcanes geológicamente jóvenes queda truncada por el Golfo de Fonseca, el territorio hondureño es el que presenta una influencia menor de materiales piroclásticos.

La deposición de materiales, principalmente cenizas, ha ocurrido tanto en dirección hacia el Océano Atlántico como hacia el Océano Pacífico aunque solamente en las regiones que ocupan la vertiente de este último océano, y en algunos valles y mesetas centrales como es el caso típico de Costa Rica, se encuentran los suelos netamente volcánicos. Ello se debe a que las condiciones climáticas reinantes en la vertiente del Atlántico, altas temperaturas y precipitaciones pluviales, han influido decisivamente en la meteorización de los materiales volcánicos dando origen a suelos de pedogénesis muy avanzada (latosoles u oxisoles), cuyas características difieren fundamentalmente de aquéllas que se observan en los perfiles típicos de los suelos volcánicos o andosoles.

La población campesina habita preferentemente las regiones de la vertiente del Océano Pacífico las cuales, no obstante representar 1/3 de la superficie total, concentran más del 70% de la actividad agrícola total

---

\* Especialista en Investigación Agrícola. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Zona Andina. Apartado 11185, Lima, Perú.

de América Central. No sobra recordar que, además, la gran mayoría de las ciudades, incluyendo las capitales nacionales, se encuentran asentadas en esas regiones. Las condiciones climáticas son más propicias para la vida humana ya que la mayor parte del área, según el sistema ecológico de Holdridge (9) pertenece al trópico seco en las partes más bajas (hasta los 600 m. sobre el nivel del mar), y al subtropico húmedo en el flanco de la cordillera, lo cual presupone una temperatura media de 24°C con una precipitación anual de 1000–2000 mm para el trópico seco, con un rango de 16–24°C y pluviosidad de 1000–2000 mm para el subtropico. Así mismo tiene importancia el bosque montano bajo húmedo o premontano que aparece por encima del piso subtropical, cuya temperatura media oscila entre 12 y 16°C y similar precipitación que los anteriores. La superficie aproximada del área en consideración es de aproximadamente 145.000 km<sup>2</sup>.

### **Características generales de los suelos volcánicos de América Central**

En general los suelos más cercanos al Pacífico muestran una reacción neutra que se va acidificando ligeramente a medida que se asciende en la topografía. Puede anotarse que, en conjunto, los suelos costarricenses son un poco más ácidos que en el resto del istmo, mientras que los suelos de reacción o pH relativamente más básica se encuentran localizados desde el norte del lago de Managua hasta los límites de Honduras–El Salvador. Los estudios de Díaz–Romeu y colaboradores (6) demuestran que la acidez de los suelos centroamericanos aumenta con la pluviosidad y el contenido de materia orgánica, debido a la acción de ácidos orgánicos procedentes de la descomposición de los residuos vegetales.

En promedio los suelos volcánicos de Centroamérica presentan un contenido de materia orgánica comprendido entre el 2 y 4%. Este porcentaje tiende a aumentar con las lluvias y la altitud sobre el nivel del mar. En condiciones de las llanuras del Pacífico no debe esperarse que un bosque produzca más de 3–5 toneladas de residuos vegetales por hectárea/año mientras que, por ejemplo, los residuos depositados por un cacaotal situado en la formación subtropical muy húmeda de Turrialba (Costa Rica), equivalen a 9 toneladas por hectárea/año. Las cantidades encontradas en los suelos son un reflejo de estas adiciones. Una característica común de los suelos de cenizas volcánicas es su elevado contenido de materia orgánica en comparación con suelos no volcánicos, explicándose el hecho porque los compuestos orgánicos son retenidos por los minerales amorfos (alófana) derivados de la meteorización de las cenizas, en complejos órgano–metálicos difícilmente atacables por los microorganismos. All respecto Blasco (3) encontró que los materiales orgánicos de los suelos originados por las cenizas depositadas por el Irazú en los años 1963 a 1965, donde la formación

de alófana es incipiente se descomponían fácilmente (25% de la materia orgánica mineralizada en 9 semanas). Por el contrario los compuestos orgánicos encontrados en suelos desarrollados a partir de la colada de lava de Cervantes derramada por ese mismo volcán hace 13.800 años, donde la alófana es dominante, se descomponen muy lentamente (3% de la materia orgánica mineralizada en 9 semanas).

La textura de los suelos propende a ser de clase media. Las investigaciones realizadas por Muller, et. al (11) tienden a sugerir que los suelos guatemaltecos son los más arenosos, a la vez que los suelos costarricenses son los más arcillosos. Con las debidas reservas podría decirse que en el istmo centroamericano el porcentaje de arcillas crece de norte a sur y el porcentaje de arenas de sur a norte. Por otro lado, datos recientes obtenidos en el norte de Nicaragua por el autor de esta publicación, señalan los porcentajes más elevados de arena en las proximidades de los volcanes mientras que el contenido de arcillas aumenta conforme el suelo se aproxima al litoral del Pacífico, lo cual se debe, entre otras causas, a que los materiales más gruesos quedan cerca al volcán y, por el contrario, las partículas finas arrojadas por las erupciones son transportadas por el viento a distancias mayores.

Sobre la capacidad del suelo para intercambiar cationes no existe homogeneidad de datos debido a que la mayoría de las determinaciones se viene realizando con el sistema analítico tradicional del acetato de amonio normal y neutro no aceptable para este tipo de suelos. Métodos más adecuados introducidos en investigaciones recientes parecen indicar que la capacidad catiónica de cambio (CIC) es dependiente de las arcillas en las áreas secas y de la materia orgánica en las húmedas. En una gran mayoría de los suelos situados en el trópico seco la CIC muestra una saturación de bases (suma de los cationes calcio, magnesio, potasio y sodio intercambiables) alta, alrededor de 75%, descendiendo a niveles de 40–50% en los andosoles del subtrópico húmedo. La relativa abundancia de los cationes mencionados es consecuencia de la composición química de las cenizas volcánicas y de las rocas constitutivas del material parental de las tierras del istmo.

Para terminar esta exposición generalista se puede concluir así: Los suelos son de una fertilidad media a buena, mucho mas favorables para el desarrollo de la agricultura que los situados en la vertiente del Océano Atlántico. No cabe duda que, con un mejor aprovechamiento de los conocimientos técnicos existentes, la producción agrícola mejoraría significativamente en el istmo. Algunos detalles específicos de esos conocimientos generados por la investigación se describen en el siguiente punto.

## **Algunas características peculiares de los suelos volcánicos de América Central**

### **Azufre**

La creencia común es asociar el azufre con la presencia de volcanes y, por tanto, presuponer a los andosoles ricos en ese elemento. Si bien es cierto que en muchos casos las cantidades de azufre total son elevadas, su disponibilidad para las plantas es bastante precaria. Las investigaciones realizadas por Muller (10) y Blasco (4) demuestran la deficiencia de azufre como un hecho común en los suelos volcánicos centroamericanos. En el Cuadro 1 se pueden apreciar algunos datos sobre los contenidos de azufre en andosoles típicos de Costa Rica, Nicaragua, El Salvador y Guatemala. Datos experimentales tienden a demostrar que cuando el nivel de azufre intercambiable no llega a los 75–90 kg/hectárea, es incapaz de suplir las necesidades de las plantas, requiriéndose aplicar fertilizante.

Curiosamente en casi ninguna de las prácticas agrícolas realizadas en el istmo se aplican fertilizantes azufrados. Los datos obtenidos en investigación no han sido tomados en cuenta posiblemente porque es difícil vencer la rutina de los agricultores acostumbrados, desde hace tiempo, a utilizar compuestos de nitrógeno, fósforo y potasio. Ciertamente algunas fórmulas producidas por la industria de los fertilizantes llevan azufre pero como elemento de segundo orden, no alcanzando a suplir los niveles requeridos para un buen desarrollo vegetal, como Burbano (5) ha encontrado recientemente en los suelos volcánicos del norte de Nicaragua. Para catalogar la importancia del azufre basta decir que entre otras funciones principales, es requisito necesario para la formación de las proteínas.

## CUADRO N°1

**Cantidades\* de azufre total y asequible a las plantas,  
medido en términos de sulfato, en suelos agrícolas  
volcánicos de Centroamérica. (Blasco 4).**

Lugar	Azufre total Kg/ha	Azufre asequible	
		Kg/ha	% del azufre total
<b>Costa Rica</b>			
Irazú	2.244	46	2,0
Cervantes	3.077	22	0,7
Birrisito	2.749	20	0,7
<b>Nicaragua</b>			
Granada	3.262	15	0,4
Masaya	1.221	21	1,7
<b>El Salvador</b>			
Santa Ana	2.667	37	1,3
Ilopango	1.829	27	1,4
<b>Guatemala</b>			
Quetzaltenango	3.369	31	0,9
Patzité	1.433	22	1,5

\*Calculadas teniendo en cuenta las densidades aparentes promedias.

### Fósforo

De acuerdo con los trabajos realizados por Fassbender y colaboradores (8), los andosoles de América Central son extremadamente deficientes en fósforo asequible para las plantas. En las áreas de suelos más ácidos el fósforo es retenido por los compuestos de aluminio y hierro en formas no asequibles para las plantas. En suelos más básicos el calcio es el encargado de combinarse con el fósforo dando lugar a compuestos de marcada insolubilidad. Al aumentar la influencia volcánica, crece la fracción orgánica del fósforo, el cual al ser transformada por los microorganismos, podría ser una notable fuente fosforada para las plantas. Desafortunadamente el principio anterior no parece aplicable a Centroamérica ya que Alcoforado (1) determinó en los compuestos orgánicos de sus suelos una gran abundancia de inosítoles que, al reaccionar con el fósforo, lo anulan como reserva para las plantas

En el Cuadro N°2 se presentan algunos datos sobre el contenido de fósforo en los suelos en cuestión. Los resultados aparecen en partes por millón (ppm). Para los menos conocedores de cálculos químicos, la medida significa que por cada millón de kilos de suelo hay tantos kilos de fósforo. Por ejemplo en el suelo Quetzaltenango hay 924 kilos de fósforo total por cada millón de kilos de ese suelo. Se advierte que los suelos volcánicos de América Central pesan algo menos de dos millones de kilos por hectárea, considerando una profundidad arable convencional de 25 cms. Las cifras de fósforo asequibles son bien elocuentes acerca de su deficiencia, ya que, según Balerdi et al (2), con el método de Egner–Riehm se considera alrededor de 90 ppm como un nivel suficiente para las plantas.

**CUADRO N°2**  
**Cantidades de fósforo total, orgánico y asequible**  
**para las plantas en algunos suelos agrícolas**  
**volcánicos de Centroamérica Fassbender et al,(8).**  
**Resultado en ppm.**

Lugar	Fósforo total	Fósforo orgánico	Fósforo * asequible
<b>Costa Rica</b>			
Cervantes	2.503	1.814	5,3
Birrisito	2.775	1.921	6,7
<b>Nicaragua</b>			
Granada	838	399	3,6
Masaya	555	41	9,4
<b>Honduras</b>			
Tapotoca	576	19	0,0
Papalón	426	262	1,1
<b>El Salvador</b>			
Santa Ana	1.040	414	1,2
Ilopango	466	100	4,5
<b>Guatemala</b>			
Quetzaltenango	924	270	2,4
Patzité	714	243	2,4

\* Método de Egner–Riehm.

## **Nitrógeno**

El contenido de nitrógeno total tiende a ser mayor a medida que aumentan la pluviosidad y la altitud, así en el trópico seco su valor medio está alrededor de 0,25%, en el subtrópico húmedo se aproxima a 0,5% y en el montano bajo húmedo es fácil hallar montos del 0,7%. Investigaciones no publicadas del autor en suelos de Costa Rica, Nicaragua y Guatemala, señalan que de todo el nitrógeno total sólo aparece como disponible entre 40 y 80 Kg/hectárea lo cual, sin llegar a deficiencias extremas como en el caso del fósforo, es poco para el consumo de las plantas. De los dos procesos que proporcionan nitrógeno soluble, la nitrificación domina en los suelos de la llanura costera del Pacífico, a la vez que la amonificación se impone en los pisos subtropical y montano bajo. En las áreas dedicadas a la ganadería el fenómeno de la amonificación es preponderante.

El problema principal del nitrógeno en las áreas de la cordillera, o durante las épocas lluviosas en el litoral del Pacífico, es su pérdida por lixiviación. Experimentos efectuados en el IICA—CTEI, Turrialba, han probado que cerca del 60% del nitrógeno aplicado en fertilizantes es lavado a profundidades no utilizables por la mayoría de las raíces. El lavado por las lluvias es ayudado por el alto porcentaje de porosidad que caracteriza a los suelos volcánicos.

## **Potasio**

Al contrario de lo expuesto para los elementos comentados previamente, el potasio es abundante en los suelos de la región Pacífico de Centroamérica. Múltiples pruebas realizadas en los cinco países han demostrado la falta de respuesta, en la producción de las cosechas, a la aplicación de fertilizantes potásicos. En una publicación reciente Fassbender (7) se refiere a distintas pruebas realizadas con muestras de suelos provenientes de 94 lugares distintos de América Central; solamente en 9 se presentaron deficiencias no graves de potasio. Los materiales (cenizas, rocas) a partir de los cuales se desarrollan esos suelos son ricos en potasio, no siendo difícil encontrar rocas con un contenido de óxido potásico superior al 5%.

## **Elementos menores**

Se conoce muy poco acerca de las concentraciones totales y grado de asequibilidad del boro, cobalto, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc, existentes en los suelos de Centroamérica. El único trabajo detallado al respecto ha sido realizado por Soto (12) cubriendo la región volcánica del noroeste de Nicaragua.

En dicha investigación se indica que la concentración de los elementos menores u oligoelementos tendió a aumentar con la CIC y el

porcentaje de arcilla, a la vez que disminuyó al incrementarse los porcentajes de materia orgánica y arena.

La zona, en conjunto, no parece tener deficiencias serias y es probable que lo mismo ocurra en otras partes del trópico seco. Sin embargo, el ejemplo no es aceptable para toda la región porque al aumentar la pluviosidad y el contenido de materia orgánica, como es el caso del subtrópico y montano bajo húmedos, se produzcan algunas deficiencias, por ejemplo el cobre por ser un elemento fácilmente retenido por la materia orgánica, o el boro que es considerado como el único elemento menor fácilmente lixiviable por las lluvias.

### **Resumen General**

Los suelos de la región del Pacífico centroamericano tienen una capacidad de uso para la agricultura clasificada como media a buena. Los agricultores deben aprovechar mejor sus recursos económicos, así como aumentar la producción, cambiando la fertilización tradicional de nitrógeno—fósforo—potasio por fórmulas que contengan fósforo—azufre— nitrógeno, no adicionando potasio salvo en los casos indicados por pruebas de investigación o análisis de laboratorio.



## BIBLIOGRAFIA

1. ALCOFORADO C.B. Mineralizaço de fosforo em solos do Pacifico de Costa Rica. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1972. 76 p.
2. BALERDI, F. et al. Estudio de fósforo en suelos de América Central. III. Comparación de cinco métodos químicos de análisis de fósforo disponible. Turrialba 18: 348–360. 1968.
3. BLASCO, M. Efecto de la humedad sobre mineralización del carbono en suelos volcánicos de Costa Rica. Turrialba 21: 7–12. 1971.
4.                   Contenido y metabolismo del azufre en suelos volcánicos de Centro América. In. II–Panel sobre suelos volcánicos de América Latina. Pasto, Colombia, IICA–Universidad de Nariño. 1972. p.i.
5. BURBANO,H. Metabolismo del azufre en suelos agrícolas de Nicaragua. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1973. 93 p.
6. DÍAZ–ROMEU,R. et al. Contenido de materia orgánica y nitrógeno en suelos de América Central. Turrialba 20: 185–192. 1970.
7. FASSBENDER, H.W. Equilibrios catiónicos y disponibilidad de potasio en suelos de América Central. Turrialba 22: 388–397. 1972.
8.                   , et al. Estudio de fósforo en suelos de América Central. II. Formas y su relación con las plantas. Turrialba 18: 333–347. 1968.
9. HOLDRIDGE, L.R. Life zone ecology. San José, Costa Rica, Tropical Science Center. 1967. 206 p.
10. MULLER, L. Deficiencia de azufre en algunos suelos de Centro América. Turrialba 15: 208–215. 1965.
11.                   ,et al. Estudio del fósforo en América Central. I. Ubicación, características físicas y químicas de los suelos estudiados. Turrialba 18: 319–332. 1968.
12. SOTO, C. Estudio de la concentración y distribución de los micronutrientes en un transecto de Nicaragua. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1973. 139 p.