

- by different tillage and sequence treatments. *Journal of the America Society of Agronomy* 34 (7): 628-645. 1942.
8. LUGIBILL, P. Jr. and McNEAL, F. H. Effect of fertilizers on the resistance of certain winter and spring wheat varieties to wheat stem sawfly. *Agron. Jour.* (in press). (Original no consultado; citado por McNeal, F. M. and Davis, D. J. *Agronomy Journal* 46 (8): 375-378. 1954).
9. McNEAL, F. H. and DAVIS, D. J. Effect of nitrogen fertilization on yield, culm number and protein content of certain spring wheat varieties. *Agronomy Journal* 46 (8): 375-378. 1954.
10. Mc VICKAR, MALCOLM, H. *et al.* Fertilizer technology and usage. Madison, Soil Society of America, 1963. pp. 75-129, 155-187.
11. QUISSENBERRY, K. S. Some plant characters determining yields in fields of winter and spring wheat in 1926. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 20: 492-499. 1928. (Original no consultado; citado por McNeal, F. H. and Davis, D. J. *Agronomy Journal* 46 (8): 375-378. 1954).
12. RUSSELL, SIR E. JOHN y RUSSELL, E. WALTER. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Traducción de la 8ª edición inglesa y nota preliminar por Gaspar González y González. Madrid, Aguilar, S. A., 1954. pp. 36-68.

LITERATURA CONSULTADA

- HEADY, EARL O. and DILLON, JOHN, L. Agricultural production functions. Ames, Iowa, Iowa State University Press. 1961. 667 p.
- LECLERG, ERWIN, L. *et al.* Field plot technique. Minnesota, Burgess Publishing Company. 1962. 373 p.
- TEJEDA S., HERNÁN. Determinación de superficies de respuesta del trigo a la fertilización NPK en base a ensayos de campo con diseño triple cubo. Tesis Ing. Agr. Chillán, Chile. Universidad de Concepción. 1962. 99 p. (Mimeografiada).
- WAHHAB, A. and HUSSAIN, ILTAF. Effect of nitrogen on growth, quality, and yield of irrigated wheat in West Pakistan. *Agronomy Journal* 49 (3): 116-119. 1957.

Análisis mineralógico de cinco suelos derivados de cenizas volcánicas¹

Walter Luzio L.²

INTRODUCCION

Los suelos derivados de cenizas volcánicas, en Chile, tienen una amplia distribución. Entre ellos, el grupo de los trumaos se encuentra desde Curicó por la precordillera de los Andes (las primeras manifestaciones no típicas) hasta la provincia de Aisén, es decir, abarcan desde el paralelo 36 hasta el paralelo 46, aproximadamente.

La gran superficie ocupada por estos suelos determina que ellos tengan una gran importancia agrícola en Chile y que, debido a la amplia gama climática que abarcan, sean muy variados los cultivos que en ellos se desarrollan.

Uno de los principales problemas en el manejo de los trumaos reside en la alta retención de fósforo, de manera que un elevado porcentaje de este elemento no queda a disposición de las plantas para su posterior aprovechamiento.

Se realizaron análisis mineralógicos y de estado de meteorización, con el fin de aportar antecedentes a la caracterización del horizonte superficial (Ap) de estos suelos. Se estima que un análisis integral permitirá obtener conclusiones de un mayor valor para una interpretación lógica sobre su comportamiento.

MATERIAL Y METODO

MATERIAL.

Se estudió la mineralogía de la fracción arena, de muestras de los 30 primeros centímetros de un perfil representativo de las siguientes series de Suelos: Osorno, Arrayán, Santa Bárbara, Mirador y Nueva Braunau. Las muestras comprenden el horizonte superficial de cada

¹Trabajo realizado en Convenio entre el Departamento de Suelos de la Facultad de Agronomía, Universidad de Chile y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, en el Proyecto Fijación de Fósforo en Suelos Volcánicos.

El autor desea agradecer sinceramente la colaboración prestada por el geólogo señor Juan Varela, durante el desarrollo de esta investigación.

Recepción manuscrito: 16 de mayo de 1967.

²Ingeniero Agrónomo (UNDP/SF Proyecto de Estudios y Reconocimiento de los Suelos Chilenos), Profesor Auxiliar de la Cátedra de Geología, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.

suelo. Estos suelos corresponden a trumaos, a excepción de la Serie Mirador, que es rojo arcilloso.

METODO.

Se obtuvo la fracción arena sometiendo las muestras a una dispersión con NaOH 1N (30 cc.) durante 10 minutos. Mediante sucesivos lavados, se eliminó la fracción fina (limo más arcilla) y la arena ya seca se tamizó a las siguientes fracciones: sobre 60 mallas, sobre 140 mallas y bajo 140 mallas.

Para mayor seguridad de limpieza de los minerales, las muestras se sometieron al vibrador ultrasónico, con lo que se eliminó la totalidad de la fracción fina (limo más arcilla).

En el binocular (desde 8 a 100 x) se observó la fracción más gruesa (sobre 60 mallas) e intermedia (sobre 140 mallas). Con la fracción inferior a 140 mallas se hicieron preparaciones permanentes en bálsamo de Canadá y en líquidos índices para determinar índices de refracción. Las observaciones se realizaron en un microscopio petrográfico de luz polarizada.

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presenta la frecuencia de minerales en los suelos.

En todas las muestras el cuarzo se presenta en pequeñas cantidades y también difícil de identificar como sucede especialmente en la Serie Mirador.

Las plagioclasas son abundantes y de acuerdo con los diferentes ángulos de extinción se puede determinar que van desde la albíta a la anortita. Algunos cristales, en la Serie Osorno, se encuentran alterados. En la Serie Nueva Braunau presentan signos evidentes de epidotización.

Las ortoclasas se presentan como accidentales y en su mayoría los cristales están muy alterados.

Las anfíbolos están presentes, siendo la más importante la hornblenda. En los suelos Mirador y Nueva Braunau aumenta ligeramente la cantidad de estos minerales.

Las piroxenas aparecen como minerales comunes en todos los suelos, siendo la más importante la hiperstena. En la Serie Mirador, además de la hiperstena, se presenta también en forma abundante la augita.

En las Series Osorno y Santa Bárbara se detectaron solamente vidrios ácidos que son tan abundantes como los feldespatos. En todas las muestras estos vidrios tienen vesículas (algunas orientadas en un sentido preferencial) y amígdalas.

Cuadro 1 — Frecuencia de minerales en los suelos.

MINERALES	S U E L O S				
	OSORNO	ARRAYAN	STA. BARBARA	MIRADOR	NUEVA BRAUNAU
Cuarzo	P	R	R	R	P
Plagioclasas	A	A	D	A	A
Ortoclasas	R	—	P	—	—
Anfíbolos	P	P	P	C	C
Piroxenas	C	C	C	C	P
Vidrios ácidos	A	C	A	P	C
Vidrios básicos	—	C	—	P	C
Opalos vegetales	P	—	—	—	P
Ferromagnésicos	—	A	P	C	C
Epidota	—	R	R	P	—
Clorita	—	—	R	—	—
Augita	—	—	—	A	—
Rutilo	—	—	—	P	—
Magnetita	C	P	P	P	C
Hematita	C	P	P	C	R

D = Dominante.
A = Abundante.
C = Común.
P = Presente.
R = Raro.

En las Series Arrayán, Mirador y Nueva Braunau hay mezclas de vidrios básicos y ácidos, siendo estos últimos dominantes.

Magnetita y hematita se describen para todos los suelos, y en general están presentes o llegan a ser comunes.

Otros minerales con menor incidencia como epidota, clorita, augita y rutilo se presentan sólo en algunos suelos y en forma ocasional.

DISCUSION

FELDESPATOS.

En los cinco suelos estudiados los feldespatos se presentan en cantidades importantes, siendo las plagioclasas las que predominan. Tanto el ángulo de extinción como el grosor de las estrías de las plagioclasas permite deducir que está representada toda la serie desde la albíta hasta la anortita.

Solamente en la fracción arena de la Serie Osorno se observa una leve alteración de estos minerales que se manifiesta por una deformación de la estructura cristalina, lo que concuerda con el estado amorfo de que hablan Fieldes y Swindale (5) como una etapa intermedia antes de un arreglo hacia una estructura de láminas propia de minerales arcillosos.

En la escala de meteorización propuesta por Fieldes y Swindale, los feldespatos se encuen-

tran inmediatamente antes del cuarzo, de manera que la resistencia a la meteorización es alta y, por lo tanto, la formación de óxidos hidratados amorfos es lenta.

CUARZO.

El cuarzo se presenta como un mineral escaso en todas las muestras, lo cual permite establecer que el material generador ha sido pobre en sílice. No es posible deducir una transformación o alteración del cuarzo, porque, en primer lugar, los cristales se presentan con su estructura intacta y, en segundo lugar, no se puede pensar en una alteración del cuarzo en circunstancias que los feldespatos prácticamente no han sido degradados.

MINERALES MAFICOS.

La anfíbola que predomina es la hornblenda y la piroxena más importante es la hiperstena. Ambas se presentan en pequeñas cantidades en estos suelos y no manifiestan síntomas de alteración por meteorización. En general son cristales frescos.

En la Serie Mirador, además de la hiperstena aparece otra piroxena: la augita, en cantidades relativamente abundantes, lo que significa un aumento en el contenido de Fe y esto se puede comprobar con los análisis de sesquióxidos donde, para la Serie Mirador, el Fe_2O_3 alcanza el valor más alto después de la Serie Santa Bárbara.

Estos minerales, que se meteorizan antes que los feldespatos, como productos finales darán minerales de arcilla que quedan en el suelo; ácido silícico y sales de Ca y Mg, que están sujetas a pérdidas y a lixiviación, y, finalmente, óxidos de Fe hidratado.

VIDRIOS VOLCANICOS.

La presencia de vidrio volcánico en las muestras de arena constituye un hecho que es necesario analizar en más detalle.

En ninguna muestra existe una tendencia bien definida hacia la predominancia de un vidrio ácido o básico. Se puede decir que se trata de una mezcla. Este hecho permite deducir como más probable la hipótesis que los aportes de ceniza volcánica provendrían de diferentes centros volcánicos y que estas depositaciones se habrían producido en épocas relativamente cercanas entre sí, pues no es posible determinar una estratificación clara.

Con relación a la degradación de los vidrios está demostrado que los vidrios básicos se meteorizan con mayor rapidez que los feldespatos y el cuarzo y que, antes de llegar a la formación

de minerales de arcilla, se generan estados amorfos (5). El proceso de meteorización de los vidrios volcánicos ácidos es más lento que el de los vidrios básicos, pero ambos degradan a óxidos hidratados amorfos.

Yoshinaga y Aomine (8), en Japón, han encontrado, en algunos suelos Ando, otro mineral, la imogolita, como un estado intermedio entre un material amorfo (alofán) y un mineral de arcilla cristalina. La incidencia de la imogolita en la naturaleza parece ser regular y amplia. Además se puede deducir la formación de óxidos hidratados amorfos como etapa intermedia antes de un arreglo en estructuras de láminas propias de minerales arcillosos.

Es probable que esta etapa intermedia coincida con la descrita por Aomine y Miyauchi (1), que en trabajos realizados en Kyushu, estiman en 8.000 a 9.000 años el tiempo necesario para que en la naturaleza se genere haloisita hidratada, a partir de mineral amorfo de tipo alofán.

Con relación a la arcilla de estos suelos volcánicos, es probable que, además del alofán, esté constituida en parte por metahaloisita o haloisita hidratada. Estas suposiciones están basadas en la riqueza en feldespatos que posee la fracción arena; estos minerales son los que dan origen, en una primera etapa, a estados amorfos, que posteriormente evolucionan a metahaloisita, haloisita y caolín.

Bcsoaín (3) al referirse a los trumaos establece que la composición mineralógica de las arcillas está constituida principalmente por alofán y que, en muchos casos, se ha encontrado haloisita asociada con alofán.

Por otra parte, Egawa (4) determina que los vidrios volcánicos son muy inestables a la meteorización, de manera que el contenido de vidrio disminuye mucho a medida que aumenta la meteorización.

Este mismo autor considera que en el caso de estos suelos volcánicos tanto los vidrios volcánicos como las plagioclasas son los principales materiales generadores de las arcillas del suelo, dando origen a diversos tipos de arcillas de acuerdo a las condiciones ambientales.

Los trabajos realizados en Chile por Bcsoaín (2), determinan que predominan el alofán en el caso de los trumaos y, en algunas ocasiones, haloisita hidratada, conjuntamente con óxidos cristalinos y amorfos de aluminio y fierro. En cambio en los suelos rojos arcillosos, probablemente también derivados de cenizas volcánicas, pero en una etapa de evolución más avanzada (Luzio 6), predominan los minerales cristalinos del grupo de los caolinoídes, especialmente caolinita y haloisita hidratada.

ELEMENTOS ACCESORIOS.

Solamente en las Series Osorno y Nueva Braunau aparecen pequeñas formaciones cilíndricas, translúcidas, opacas, rectilíneas o curvas.

Estas estructuras opalinas han sido descritas por Witty y Knox (7) como sílice precipitada en las células de las plantas, que adquiere las formas y tamaño de la epidermis y porciones vasculares de las plantas. De manera que cuando la vegetación muere estas estructuras son liberadas y acumuladas en el suelo.

Es poco lo que se sabe sobre estas formaciones, pero se estima que pueden ser un indicador efectivo sobre la historia de la vegetación de un área, siempre que se tengan mayores antecedentes sobre porcentajes actuales de producción y destrucción de estos ópalos vegetales.

CONCLUSIONES

—Se establece que en estos suelos predominan los vidrios y los feldespatos. Los vidrios volcánicos son ácidos y básicos sin que exista una tendencia a la dominancia de uno u otro, sino más bien se encuentran constituyendo una mezcla. En cuanto a los feldespatos se encuentra representada toda la serie de las plagioclasas, siendo las ortoclasas muy escasas y los cristales que se encuentran, en su mayoría están alterados. La degradación de estos minerales, importantes en cantidad, deriva a la formación de minerales de arcilla, principalmente del tipo alofán, haloisita y caolín.

—La escasez en anfíbolos y piroxenas y el contenido relativamente alto en óxidos de hierro hidratado (que tiene tendencia a acumularse) de estos suelos, permite considerar la idea que, en cierto porcentaje, estos minerales han sido degradados y transformados y ésta puede ser la razón de las coloraciones pardo rojizas y rojizas que son típicas de estas concentraciones.

—Todos los antecedentes permiten establecer que estos suelos se encuentran en las primeras etapas de un proceso de meteorización que se verá más o menos acelerado de acuerdo a las condiciones ambientales que predominan en cada caso.

—El análisis mineralógico desarrollado en este trabajo, ha tenido un carácter semicuantitativo, es decir, las pequeñas diferencias que existan entre materiales de igual procedencia no podrán ser apreciadas. Considerando este hecho es que se ha pretendido hacer una descriptiva y un análisis del estado de degradación de los principales minerales constitutivos.

—Esto permitirá correlacionar en mejor forma los antecedentes sobre los minerales dominantes de cada suelo, su evolución y los materiales finales a que darán origen, para así, con una información más completa, establecer la conexión con los elementos que juegan un papel importante en la fertilidad de los suelos.

—Este análisis se estima como inicial y se recomienda una descriptiva más detallada especialmente para feldespatos, vidrios volcánicos y minerales máficos, considerando en este caso el aspecto cuantitativo.

RESUMEN

Se estudió la mineralogía de la fracción arena de las siguientes Series de Suelos: Osorno, Arrayán, Santa Bárbara, Mirador y Nueva Braunau, considerando solamente el horizonte superficial.

Se hicieron preparaciones permanentes montadas en bálsamo de Canadá. Para las observaciones se usó un microscopio de luz polarizada.

Se concluye que en estos suelos predominan los feldespatos y los vidrios volcánicos. Estos últimos son ácidos y básicos y se encuentran constituyendo una mezcla. Los minerales máficos, en general, son poco abundantes.

Es un estudio preliminar y se recomienda una descriptiva más detallada.

SUMMARY

Mineralogy of the sand fraction of the following soil Series is being studied: Osorno, Arrayan, Santa Barbara, Mirador and Nueva Braunau; only the top horizons are taken into consideration.

Permanent glass slides were mounted with canada balsam. Observation were carried out with polarized light.

In these soils feldspars and volcanic glasses are dominant. The latter are mixed and of acid and basic nature. Mafic minerals are not abundant.

This is a preliminary study and more detailed descriptions are recommended.

LITERATURA CITADA

1. AOMINE, SHIGENORI and MIYAUCHI, NOBUFUMI. Age of the youngest hydrated halloysite in Kyushu. *Nature*, 199: 1311. 1963.
2. BESOAIN, EDUARDO. Mineralogía de las arcillas de algunos suelos volcánicos de Chile. *Agricultura Técnica* (Chile). 18 (2): 111-165. 1958.
3. ————. Volcanic ash soils of Chile. Roma. FAO. Report 14. 1965. pp. 92-93.
4. EGAWA, T. Mineralogical properties of volcanic ash soils in Japan. Roma. FAO. Report 14. 1965. pp. 89-91.
5. FIELDS, M. and L. D. SWINDALE. Chemical weathering of silicates in soil formation. Soil Bureau, Department of Scientific and Industrial Research. 1954. pp. 140-154.
6. LUZFO, WALTER. Diferenciación genética de tres suelos rojos arcillosos en la zona central de Chile. Tesis Ing. Agr. Santiago. Universidad de Chile. 1965. 111 p. (Mimeografiada).
7. WITTY, JOHN E., and KNOX ELLIS, G. Grass opal in some chestnut and forested soil in North Central Oregon. *Soil Sc. Soc. Am. Proc.* 28 (5): 685-688. 1964.
8. YOSHINAGA, N., and AOMINE, S. Imogolite in some Ando Soils. *Soils Science and Plant Nutrition*. 8 (3): 114-121. 1962.

Incorporación de cochayuyo (*Durvillea utilis* Bory) a raciones de pollos en crecimiento. Determinación de iodo-proteína sérica y estudio histopatológico de tiroides y testículos.¹

Samuel Goldzveig M.², Carmen Visconti P.³, Ulises Guajardo G.²

INTRODUCCION

En Chile, país de más de 4.000 kilómetros de costas, debe ser preocupación preferente aprovechar todos aquellos recursos que el mar pone a nuestra disposición y que puedan utilizarse tanto en la alimentación humana como animal.

Las algas marinas son, en general, buenas fuentes de vitaminas C, D, E y K y, en general, adicionadas a las raciones, satisfacen hasta en un 10% los requerimientos de proteínas del ganado. No contienen vitamina A, pero sí betacaroteno y un pigmento llamado fucoxantina, que son precursores de la vitamina A.

Se sabe que las algas difieren de la composición de las plantas terrestres y soportan una gran variedad estacional; que no son balanceadas respecto a proteínas e hidratos de carbono, y que tienen un alto contenido mineral.

Las algas marinas no deben ser miradas como fuente de proteínas, sino que su valor alimenticio debe ser atribuido especialmente a los minerales, oligoelementos, vitaminas y factores de crecimiento que se ha demostrado contienen en buena proporción. Para este uso pueden ser cosechadas durante cualquier estación del año, lo que no sucede con los granos, que tienen períodos de cosecha bien defi-

nidos. Las algas contienen gran cantidad de yodo, sodio, potasio, magnesio, calcio, fósforo, sílice, cloro y sulfato y, fundamentalmente, cuatro hidratos de carbono o azúcares: lamarina, ácido alginico, manitol y fucoidina.

La harina de algas se está produciendo actualmente como un producto comercial en Canadá, Dinamarca, Francia, Gran Bretaña, Holanda, Irlanda, Noruega, Sudáfrica y Estados Unidos de Norteamérica, mientras Alemania importa una considerable cantidad. El total de producción en estos países (datos del año 1963) es cercana a las 100.000 toneladas anuales (3) y esa cantidad debe haber sido superada en el curso de los últimos años.

En nuestro país no hay todavía un desarrollo de la comercialización de algas marinas destinadas a la alimentación de aves y animales. Sin embargo, es común observar en nuestro litoral cómo los animales (principalmente vacunos, ovejunos y cerdos), se alimentan con "huiros" (*Macrocystis integrifolia* Bory), y algunas variedades que son también apetecidas por los habitantes de esas regiones: "luche" (*Ulva lactuca* L.), y "cochayuyo" (*Durvillea utilis* Bory) o del disco taloso o de fijación de esta última, conocido vulgarmente como "hulte", "huiltte" o "coyofe".

La importancia de esas mismas algas —o de otras— en la alimentación animal, no ha merecido la consideración necesaria.

En Chiloé los cerdos son habitualmente alimentados con cocimientos, en el cual entra en

¹Recepción manuscrito: 21 de septiembre de 1966.

²Médicos Veterinarios, Instituto de Investigaciones Veterinarias, Departamento de Ganadería, Ministerio de Agricultura.

³Químico Farmacéutico, Instituto de Investigaciones Veterinarias, Departamento de Ganadería, Ministerio de Agricultura.