

DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS

DERIVADOS DE CENIZAS VOLCANICAS DE CHILE

ALBERTO VALDES F.

Ingeniero Agrónomo

INDICE

INTRODUCCION

DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y CARACTERISTICA DE LOS SUELOS DERIVADOS DE CENIZAS VOLCANICAS DE CHILE.	Pg.
Cuadro N° 1 - Agrupación de los Suelos	1
Cuadro N° 2 - Clasificación Tentativa de los Suelos más Representativos de cada Agrupación de Suelos.	1
1. <u>Depósitos Volcánicos en Zona Fría</u>	2
1a. Sector con cubierta de cenizas volcánicas	2
1b. Sector con material mixto	2
2. <u>Truncos</u>	
Generalidades	4
Condiciones para su formación	5
Clima: Precipitación	5
Temperatura	5
Topografía	5
Material Generador	5
Vegetación	5
Características Micromorfológicas	6
<u>Propiedades Químicas</u>	7
Cuadro N° 3. Valores de fijación del fósforo(%) para algunas Series Representativas.	7
Cuadro N° 4. Valores de carbón orgánico (%) y Capacidad de Intercambio Catiónico para algunas Series Representativas.	8
Cuadros Nros. 5 - 6. Contenido de los principales macro y micronutrientes de Series Representativas.	8 - 9
<u>Propiedades Físicas</u>	10
Cuadro N° 7. Valores de densidad aparente para Series Representativas.	10
Cuadro N° 8. Humedad Equivalente, en base seca, de algunas Series Representativas.	11
2a. Cordillera de los Andes y Valles Cordilleranos	11
Características Generales	11

	Pág.
2b. Región de Precordillera de los Andes	12
2c. Llano Central	13
2d. Cordillera de la Costa	13
2e. Terrazas Litorales	14
2f. Isla de Pascua	14
Cuadro N° 9. Recopilación Climática de la Isla de Pascua.	15
3. <u>Índi</u>	17
Generalidades	17
Topografía y material generador	17
Clima	17
Vegetación	18
Características morfológicas	18
4. <u>Suelos Rojos Arcillosos de Origen Volcánico</u>	19
Generalidades	19
Características ambientales	19
Morfología	20
Génesis del suelo	20
<u>Características físicas y químicas</u>	22
5. <u>Región de Influencia de Materiales Volcánicos</u>	23
Generalidades	23
Clima	23
Vegetación	23
Suelos	24

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Introducción

Chile es un país, que tal como aquellos que se ubican en la cuenca del Pacífico, presenta una historia geológica caracterizada por la influencia de un intenso volcanismo, cuya actividad se mantiene hasta estos días (Antártica Chilena, erupción en Isla Domopción 1968-1969). Consecuente con esta realidad, es muy amplia la distribución de los materiales volcánicos que han dado origen a los diferentes tipos de suelos de este país. Estos se encuentran desde el límite Norte (Provincia de Tarapacá) hasta el extremo Sur (Provincia de Magallanes) (7) (8).

Esta distribución a lo largo del territorio chileno (19°-56° L.S.) implica que estos materiales volcánicos se ubican en condiciones climáticas muy variables. Luego la ocurrencia de suelos en estas condiciones tan diferentes hace que los procesos de formación sean distintos y, por tanto, los perfiles resultantes presentan variaciones importantes en su morfología, características físico-químicas y mineralógicas.

En la región desértica, al Norte del país, la formación de arcillas es muy incipiente y debido al alto contenido de bases del medio, es incierta la formación de alofán; los perfiles dominantes presentan texturas arenosas.

La presencia de alofán u otros materiales amorfos se hace evidente en la región subhúmeda que se inicia a los 35° L.S. (4). En esta latitud estos materiales se hacen presentes en los valles cordilleranos en donde la precipitación anual es del orden de los 1000 mm y la distribución de las lluvias permite que los suelos presenten humedad en por lo menos ocho meses del año (1).

Hacia el Sur, desde esta latitud (35° L.S.), se hace evidente la dominancia de los suelos que contienen o están constitui-

dos por materiales volcánicos y esta zona presenta un clima subhúmedo y húmedo. La cordillera de este sector se caracteriza por presentar un gran número de volcánes los cuales tuvieron una gran actividad desde el período Cuaternario adelante.

Debe señalarse que en la Isla de Pascua, posesión chilena del Pacífico, ubicada entre los 27° y 28° L.S., también se presentan suelos antiguos de origen volcánico (11) (28).

De lo anterior se desprende que estos depósitos se encuentran cubriendo parte de la Cordillera de los Andes y de la Costa, los sedimentos postglaciales del Llano Central Sur, además de influenciar a la Región Continental e Insular de Aisén y Magallanes.

Agradecimientos

El autor desea agradecer la colaboración de Ingenieros Agrónomos del Departamento de Agrología-Proyecto de Suelos SAG/ONU/FAO Sres: Meléndez, E., Mella, A., Mikenberg, N. y Serrano, E.

**DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y CARACTERISTICA DE LOS SUELOS
DERIVADOS DE CENIZAS VOLCANICAS DE CHILE**

Alberto Valdés F.¹

Para una mejor comprensión de las características que presentan los suelos de origen volcánico, se los ha agrupado basándose en las propiedades que presentan, como resultante de la influencia de los factores de formación.

Cuadro N° 1. Agrupación de los Suelos

Materiales Volcánicos	1.	Depósitos volcánicos en Zona Árida.	- Sector con cubierta de cenizas volcánicas (1a). - Sector con material mixto (1b).
	2.	Trunco	- Cordillera de los Andes y Valles Cordilleranos (2a). - Precordillera de los Andes (2b) - Llano Central (2c) - Cordillera de la Costa (2d) - Terrazas Litorales (2e) - Isla de Pascua (2f)
	3.	Nadie	
	4.	Rojos Arcillosos de Origen Volcánico.	- Llano Central (4a) - Costa (4b)
	5.	Región de Influencia de Materiales Volcánicos	(5)

Cuadro N° 2. Clasificación Tentativa de los Suelos más Representativos de cada Agrupación de Suelos (21)(22)

1. 1a) Ustipsamment y Xeropsamment

¹ Ingeniero Agrónomo, M. Sc., Jefe del Departamento Agrología, División de Conservación de Recursos Agrícolas. SAG-Ministerio de Agricultura, Chile. Coherente Proyecto de Suelos - SAG/ONU/FAO.

- 1b) Ustifluvent, Ustipsamment, Ustorthent.
- 2. 2a) Vitrandept (2a₁- 2a₂- 2a₃- 2a₄)
2b) Typic Eutrandept (veg. natural)
2c) Typic Dystrandept (cultivado)
2d) Typic Dystrandept
2e) Typic Dystrandept
2f) Typic Dystrandept
- 3. 3) Hydric Dystrandept - Hydric Eutrandept
- 4. 4a) Udic Rhodustalf
4b) Udic Rhodustalf
- 5. 5) Glossic Cryoboralf
Typic Cryorthent
Typic Cryumbrept

1. Depósitos Volcánicos en Zona Árida

Este grupo se ha subdividido en:

- 1a. Sector con cubierta de cenizas volcánicas; y
- 1b. Sector con material mixto.

1a. Esta zona está a más de 3000 m de altura, con características muy variables de topografía.

La información climática es muy escasa, aun así se sabe que el 85% de las lluvias se producen en verano (Diciembre, Enero y Febrero) y el otro 15% en Noviembre y Marzo, luego hay 7 u 8 meses secos. La precipitación oscila entre los 200 y 300 mm anuales, registrándose ciclos de años de sequía y lluviosos. Ocasionalmente cae nieve. Las heladas son frecuentes y pueden ocurrir en cualquier época del año. Las oscilaciones térmicas diarias son notables (15°-28° C). El clima según Köppen (10) corresponde al de "Estepa de Altura".

La vegetación ha sido descrita por Pisano (20) como "Formación de Estepa Andina", con llareta (Llareta compacta) y bofedales com-

puesto por *Ephedra andina*, *Atriplex retusa*, Juncáceas y Gramíneas.

El altiplano está cubierto de material coluvial y aluvial que proviene de los cerros colindantes, dando a la topografía un carácter ondulado; en las depresiones hay bofedales. El tipo de roca más común es la riolita. Los suelos del sector derivan principalmente de arena y escoria volcánica, con abundante presencia de material pumicítico fino, proveniente de erupciones relativamente recientes (28).

Los suelos son de texturas arenosas de colores superficiales griseos a pardo pálido; en profundidad el color es pardo a pardo rojizo de texturas franco arenosas y con presencia de gravas pumicíticas.

1b. Esta zona se encuentra a una altura de 2000-3.500 m sobre el nivel del mar y su topografía está compuesta por los siguientes elementos: remanentes disectados de una peniplanicie y faldeos de montaña; con valles angostos y profundos. La cubierta rocosa dominante es de carácter riolítico. También son comunes las gravas pumicíticas mezcladas con sedimentos coluviales.

La información climática es prácticamente inexistente, aun así el clima es menos riguroso que en la zona 1a, y más seco (100-250 mm); las variaciones diarias de temperatura menos amplias. Debido a las características orográficas se presenta una diversidad de microclimas en los valles protegidos.

La vegetación está descrita como de "Matorral andino" o "tolar" (20); en los valles hay matorrales. Hay algunos árboles de baja altura (2 m), la quíboa (*Chuquiragua oppositifolia*).

La especie más común es la tola (*Baccharis tola*) asociada a otras como *Atriplex axillaris*, *Lippia deserticola*, *Fabiana ericoides*, *Senecio graveolens* y representantes de las familias *Opuntia* y *Cactaceae*.

Los suelos presentan una meteorización más avanzada y sus texturas se mantienen dentro del rango franco arenoso a arenosos, de colores pardos en superficie y pardo rojizos en profundidad. Los substratos de arenas pumicíticas y la lava riolítica, son comunes (28).

2. Trumao

Generalidades. "Trumao" es un vocablo de origen araucano que significa amontonamiento de cenizas. Esto implica para estos suelos una serie de características generales:

- Todo el perfil es friable y blando;
- Se distinguen estratificaciones de colores diferentes;
- El horizonte superficial es negro o muy oscuro, aun cuando el suelo esté cultivado persiste este color, pues el contenido de materia orgánica se mantiene;
- Las texturas dominantes del suelo superficial son: franca, con arena y/o limo en cantidades variables; son ligeramente plásticos y ligeramente adhesivos;
- Los subsuelos se presentan de color amarillento - pardo amarillento - rojo amarillento, y las texturas van de franca a franco arcillosa;
- El suelo húmedo, tiene al tacto fluidez y suavidad;
- El subsuelo puede desarrollar estructura indicando edad relativa;
- Densidad aparente baja (0,4 - 0,8 gr/cc), esto se traduce en que el suelo sea blando, los agregados muy porosos y cuando se secan es difícil mojarlos;
- Los horizontes superficiales presentan una gran capacidad para retener agua;
- En los horizontes superficiales existe una gran proliferación de raíces, en el subsuelo son más escasas;
- El pH de estos suelos es ácido y varía entre valores de 4,5 y 6,7;
- Poseen una alta capacidad total de intercambio catiónico, alta capacidad de intercambio aniónico y una gran capacidad de retención de fósforo (fijación);
- Son difíciles de dispersar. Si la dispersión es enérgica la textura será arcillosa, aun cuando la textura de campo sea franca - franco arenosa fina;
- El nitrógeno total es alto aun en el subsuelo, también el carbono;
- Los análisis indican que el alofán es la arcilla dominante en este sistema;

- Presenta una elevada proporción de alúmina de intercambio.

Condiciones para su formación

Clima. Estos suelos se encuentran distribuidos en un amplio rango de latitud (35°-55° L.S.) y, por tanto, del clima. Esto dentro de los siguientes términos:

Precipitación. alrededor de 1000 mm/año en el sector más seco y 5000 mm/año en el sector más húmedo; en algunas áreas cae nieve.

Temperatura. las temperaturas medias anuales varían de 15°C a 8°C, con variaciones en el mes de Julio de menos de 1°C a 8,5°C; en el verano el rango va de 12°C a 26°C. Las heladas son comunes.

Topografía. Estos depósitos se encuentran en la Cordillera de los Andes y sus valles, en la Precordillera y Llano Central, en la Cordillera de la Costa y Terrazas Litorales. Tal como se puede apreciar los Trumases pueden cubrir cualquier tipo de rasgo fisiográfico. Aun así la topografía más característica es la de lomajes. En el valle y en topografía plana, estos materiales corresponden a depositaciones sub-áreas con marcada influencia de redepositaciones por efecto del agua (aluvium volcánico) y viento (loess volcánico).

Material generador. Los estudios efectuados (6) indican que salvo excepciones, la mayoría de estas cenizas corresponden a materiales de tipo ácido o intermedio. La excepción más importante estaría representada por la zona de Los Angeles, en donde la acción volcánica predominante corresponde al volcán Antuco que ha producido lavas de carácter básico.

Vegetación. El elemento vegetal más típico de la zona de Trumases es el roble (*Nothofagus obliqua*), generalmente asociado con el laurel (*Laurelia sempervirens*). Dentro de esta formación hay especies como: canelo (*Drymys winteri*); ulmo (*Eucryphia cordifolia*); en zonas de montaña están el maño (*Podocarpus nabilgenus*); el coigüe (*Nothofagus dom-*

bayi); el alerce (*Pitaroya cupressoides*). Más al sur (42° 5' L.S.) además del coigüe se encuentran el firre, la lenga (*Nothofagus antarctica*) y (*Nothofagus punilo*), respectivamente, y otras especies como *Weinania* y *Saxegothea*.

En el extremo norte (35° L.S.) se hacen presente especies como el espino (*Acacia cavenia*), el boldo (*Boldea boldus*), el litre (*Litrea caustica*), el maqui (*Aristotelia* sp), etc. (20).

Características Micromorfológicas

- Material parental común a todos ellos (cenizas volcánicas de tipo andesítico basáltico).
- Presencia de agregados redondeados en todo el perfil indica mecanismo eólico de transporte (17)(18).
- Estructura de "polvillo" caracterizada por una alta proporción de espacio hueco (0,20 - 0,35%) especialmente en el horizonte superficial. Hay muchos agregados pequeños, estables, redondeados y con hidróxidos de fierro floculados.
- Favorable humificación de tipo "mull".
- Se observa influencia termovolcánica, manifestada por fuerte meteorización del clasto, dando lugar a estructuras densas, de color amarillo intenso debido a la fuerte peptización de los hidróxidos de fierro.
- Los substratum tobíferos de los Trumaos del Llano Central no guardan relación genética con el perfil del suelo y se encuentran relativamente meteorizados.
- Para el caso del Trumao Santa Bárbara (2b) las mediciones de agregados a base de fotogramas estructurales señala que el 40% corresponde a agregados de diámetro del rango 100-200 micrones; 23% al rango de 50-100 micrones; 19% al rango de 200-500 micrones. La diferencia de porcentaje se distribuye entre los diámetros de 20-50 y más de micrones.
- Casi todos los Trumaos muestran en los horizontes superiores materiales que han sido movilizados por la fauna del suelo desde los horizontes inferiores y viceversa.

Propiedades Químicas

La conducta de estos suelos con relación a su productividad ha motivado a la investigación a prestarle su atención. Estos estudios señalan ciertas características de interés: alta capacidad de fijación y retención de fósforo (15)(25); baja disponibilidad de nitrógeno, no obstante su alto contenido de materia orgánica; elevada capacidad total de intercambio y su alto contenido de óxidos hidratados de fierro y aluminio. Con respecto a sus propiedades físicas: baja densidad aparente, alta porosidad y gran capacidad de retención hídrica.

Cuadro N° 3. Valores de fijación del fósforo (%) para algunas Series Representativas.

S e r i e	Ubicación (Provincia)	Porcentaje de Fijación (%)
Arrayán †	Nuble	82,5
Santa Bárbara †	Nuble	93,0
Collipulli ††	Malleco	41,6
Osorno †	Osorno	87,3
Frutillar †††	Llanquihue	91,0
Fresia ††	Osorno	48,5

(*) Método Demolon. Cuando se agrega a un suelo una solución de KH_2PO_4 , equivalente a 20 T de P_2O_5 /há.

† Trumao
 †† Rojo Arcilloso de Origen Volcánico
 ††† Nadi

Se observa que los suelos menos evolucionados presentan una mayor fijación (Trumao-Nadi), esto se debe aparentemente a que en los más evolucionados el alofán ha derivado a formas cristalinas con menor superficie de reacción (Halloysitas, Imogolitas, Caolín) (6).

El contenido de nitrógeno aprovechable es bajo a pesar del contenido en materia orgánica (3).

La Capacidad Total de Intercambio Catiónico es alta y esto es común para los Andosoles.

Cuadro N° 4. Valores de carbón orgánico (%) y Capacidad de Intercambio Catiónico para algunas Series Representativas.

Serie	Ubicación (Provincia)	Carbono orgánico (%)	CTIC meq/100 gr
Arrayán †	Ruble	58,2	37,4
Santa Bárbara †	Ruble	42,3	31,7
Collipulli ††	Malleco	32,2	32,0
Padre Las Casas ††	Cautín	53,8	25,2
Osorno †	Osorno	73,2	42,7
Fresia ††	Osorno	5,2	23,8
Corte Alto †	Osorno	87,5	65,6
Puerto Octay †	Llanquihue	113,5	67,0

† Trumao

†† Rojo Arcilloso de Origen Volcánico

Los Cuadros Nros. 5 y 6 señalan el contenido de los principales macro y micronutrientes de Series Representativas (21a).

Cuadro N° 5. Macronutrientes de Series Representativas.

Serie Representativa	pH	Macronutrientes		
		P ppm-s _a	S ppm-s _b	N ppm-s _c
Arrayán †	6,0	2,0	1,0	2,15
Santa Bárbara †	5,3	1,5	1,0	2,85
Collipulli ††	5,3	6,5	3,0	1,20

Serie Representativa	pH	Macronutrientes		
		P ppm-s _a	S ppm-s _b	N ppm-s _c
Temuco †	5,4	7,2	0,0	1,10
Osorno †	5,6	2,3	0,0	3,20
Frutillar † † †	5,3	1,0	1,0	0,85

- † Trumao
 † † Rojo Arcilloso de Origen Volcánico
 † † † Nadi
 a Método Olsen
 b Difosfato de K
 c Kjeldahl modificado.

Quadro N° 6. Micronutrientes de Series Representativas

Serie Representativa	pH	Micronutrientes					
		Mn Total ppm-s	% Fe Total ppm-s	Mo Total ppm-s	Cu Total ppm-s	Zn Total ppm-s	B Total ppm-s
Arrayán †	6,0	1510	7,5	0,2	114	196	0,15
Santa Bárbara †	5,3	2530	10,3	0,3	137	640	—
Collipulli † †	5,3	2510	10,2	—	94	387	0,17
Padre Las Casas † † -	5,2	3120	9,9	—	108	262	0,4
Temuco †	5,4	1610	8,3	—	93	295	—
Osorno †	5,6	2340	4,9	0,6	116	317	0,5
Fuente Octay †	5,3	2640	5,6	0,1	120	426	0,4
Frutillar † † †	5,3	720	4,9	—	154	1025	—
Paraguay † † †	5,1	510	3,8	0,2	110	695	—

- † Trumao
 † † Rojo Arcilloso de Origen Volcánico
 † † † Nadi

Al determinarse el contenido de Cu, Zn, Mn y Fe disponible en nueve suelos de origen volcánico, no se encuentran deficiencias salvo para el Mn (21).

Propiedades Físicas

Las propiedades físicas más relevantes de los suelos volcánicos chilenos, son su baja densidad aparente, su alta porosidad y su gran capacidad de retención hídrica. Estas características, sin embargo, son más pronunciadas en aquellos suelos de evolución más reciente (Trumao y Nadi).

El Cuadro N° 2 señala algunos valores de densidad aparente para Series Representativas.

Cuadro N° 2 Densidad Aparente de Series Representativas

Serie Representativa	Ubicación (Provincia)	Densidad Aparente g/cm ³
Arrayán †	Huile	0,91
Santa Bárbara †	Huile	0,48
Collipulli ††	Malleco	1,37
Osorno †	Osorno	0,85
Corte Alto †	Osorno	0,80
Fresia ††	Osorno	1,26
Puerto Octay †	Llanquihue	0,83
Frutillar †††	Llanquihue	0,97

† Trumao
 †† Rojo Arcilloso de Origen Volcánico
 ††† Nadi

La baja densidad aparente de los suelos derivados de cenizas volcánicas, en nuestro país, involucra una alta porosidad y, consecuentemente, una buena capacidad de retención hídrica. El Cuadro N° 8 in-

dica algunos valores de humedad equivalente para algunas Series Representativas.

Cuadro N° 8. Humedad equivalente, en base seca, de algunas Series Representativas.

<u>S e r i e</u>	<u>% Humedad en B. S.</u>
Arrayán †	50,20
Santa Bárbara † †	49,35
Collipulli † † -	41,30
Corte Alto †	47,20

† Trumao

† † Rojo Arcilloso de Origen Volcánico.

2a. Cordillera de los Andes y Valles Cordilleranos

Esta amplia zona puede subdividirse en cuatro subzonas:

- 2a1 Provincia de Curicó a Linares;
- 2a2 Ñuble a Cautín;
- 2a3 Valdivia a Chiloé Continental; y
- 2a4 Aisén a Magallanes.

Características Generales

- 2a1 Ligera lixiviación; vidrio volcánico escaso; presencia de alofán; texturas franco arenosas, hay melanización en el horizonte A, el que contrasta con el color del subsuelo que es más claro. Moderado contenido de materia orgánica. pH 6,5. Los suelos pueden estar sobre distinto tipo de materiales e inclusive escoria volcánica, en vecindad de volcanes. Hay diferenciación del horizonte A. Por encontrarse dentro de un área de mayor actividad volcánica los suelos presentan una profundidad mayor. Aisladamente se encuen-

tran depósitos profundos (más de 2 m) constituyendo el piso del valle y los mejores suelos agrícolas de esta área. En topografía de cerro la cubierta de cenizas no tiene gran espesor.

2a2 En esta región se hace más profunda la cubierta de cenizas volcánicas, esta presenta un mayor contraste de color entre el horizonte superficial, oscuro, con abundante materia orgánica y el subsuelo, en donde el vidrio volcánico es escaso. Las texturas son franco arenosas a franco limosas. Los valles presentan suelos que son el producto de redepositación de estos materiales por el agua, los substratum presentan arenas y gravas volcánicas.

2a3 Esta región denota una marcada diferencia en cuanto a la profundidad de los depósitos, según sea la topografía. En condiciones de topografía menos escarpada (Área Puyehue) es posible observar suelos profundos donde se distinguen diversas estratas que corresponden a diferentes depositaciones de material volcánico. El contenido de materia orgánica y alofán le confiere a la textura del horizonte superficial una untuosidad característica. La textura es limosa. El alofán es el mineral de arcilla dominante (4). El grado de melanización es importante. Los valles presentan las mismas características de 2a2. Son comunes los substratum constituidos por arenas gruesas y gravas finas de origen volcánico. Los suelos del sector sur de esta área presentan un mayor grado de lixiviación y la melanización se hace más notoria.

2a4 La región de Aisén participa de las características señaladas en el punto anterior y en Magallanes la presencia de cenizas volcánicas es evidente en las capas que se observan preservadas en las turberas (2). Aun así, no es el alofán el principal constituyente de estos suelos.

2b. Región de Predordillera de los Andes

Esta zona es importante por su potencial agrícola-ganadero

y se le ha denominado con el nombre de "Secano Interior". La ocurrencia de depósitos de cenizas volcánicas dentro de características fisiográficas y climáticas semejantes, que cubren una gran extensión, son importantes para la agricultura y muy en especial desde el punto de vista de clasificación. Esta región se extiende desde el norte, en la Provincia de Ñuble hasta la Provincia de Cautín por el sur (36°-39° L.S.). Aquí se ubica la Asociación de Suelos Santa Bárbara. Estos suelos se han formado por la depositación sub-área de cenizas y la influencia de loess volcánico. La depositación es profunda (más de 150 cm) y sólo se ve truncada por efecto de la erosión.

2a. Llano Central

Esta zona puede dividirse tentativamente en dos: la primera de Linares a Malleco; y la segunda de Cautín a Puerto Montt (36°-38° 38°-42° L.S.). En la primera de estas zonas los suelos presentan una mayor influencia de la redepositación de cenizas volcánicas por el efecto de los ríos. Las diferencias morfológicas entre los suelos de estas zonas son moderadas, salvo el contraste de color entre el horizonte superficial y el subsuelo.

Se aprecia que este material proviene de la cordillera y se extiende en franjas asimétricas de Este a Oeste y que muchas veces no alcanzan a llegar al pie de la Cordillera de la Costa (27).

Las cenizas son de tipo andesítico (17), salvo aquellos provenientes del volcán Antuco en la Provincia de Bío-Bío. La topografía general es plana a ligeramente ondulada, especialmente en las Provincias de Valdivia, Osorno y Llanquihue.

2d. Cordillera de la Costa

Esta zona se extiende desde el Sur de la Provincia de Concepción a Chiloé (37°-43° L.S.). En ella la depositación de loess volcánico es muy poco conspicua en su parte norte ya que por ejemplo, en el Departamento de Coronel de la Provincia de Concepción, en los sectores más altos de la Cordillera de la Costa (660 m sobre el nivel

del mar) se apreciaba una capa delgada de 10 cm de cenizas. En sectores donde el bosque ha sido eliminado y/o la erosión es más activa no se apreciaba este recubrimiento. Aun así y debido a la presencia de suelos de origen volcánico en la terraza y en general la vertiente occidental de esta cordillera es que es lógico pensar que estos suelos de topografía de montaña poseen abundante material de origen volcánico dentro de sus componentes mineralógicos.

Hacia la región al Sur de la Provincia de Arauco (39° L.S.) el recubrimiento con cenizas volcánicas de esta cordillera es más profundo, coadyuva a esto el factor topográfico, que es notablemente más moderado. Se observa que en la Cordillera de la Costa, región de Valdivia y más al sur, no sólo hay recubrimiento de cenizas sino que el batolito presenta potentes capas de materiales volcánicos evolucionados dispuestos en capas de muchos metros de espesor.

2a. Terrazas Litorales

Quizás las más extensas están en la Provincia de Arauco en donde sobre sedimentos de origen marino y fluviales, existen amplias zonas con suelos que o bien son Trumcos típicos y otros cuyo estado de evolución los haría catalogarse en un grupo que describe Wright (28) como "Arcillas Rojas Volcánicas", o como fueron designadas por Díaz, C. (12) con el nombre de "Suelos Rojos Arcillosos", con iguales características morfológicas que aquellos suelos similares pero ubicados en el Llano Central.

2f. Isla de Pascua

Generalidades. En nuestro territorio existen lo que podría llamarse "Trumcos Tropicales", estos son aquellos suelos descritos en la Isla de Pascua por Díaz y Wright (11)(28)

Esta posesión chilena del Pacífico es una isla de forma triangular con tres conos volcánicos. El piso de la isla está constituido por rocas volcánicas. El viento actúa erosionando los acantilados y deposita este material al interior de la Isla, el que se mezcla con el

proveniente de cenizas que existen entre la escoria de los conos volcánicos. El ambiente climático de esta isla (precipitación media anual) ha sido denominado por Heyerdahl (1961) como "semi-tropical"; estos materiales evolucionan de tal manera que no se aprecia diferencia en cuanto a la naturaleza original de estos.

Cuadro N° 9. Recopilación Climática de la Isla de Pascua
(Estación Mataverí)-(27°10' L.S., Long. 109°26' W)
39 m sobre nivel del mar.

Temperatura Media Anual (°C)	20,4
Temperatura Media Máxima Anual (°C)	24,3
Temperatura Mínima Media Anual (°C)	16,8
Temperatura Máxima Absoluta (°C)	31,0
Temperatura Mínima Absoluta (°C)	8,0
Humedad Relativa Media del Aire (%)	82
Nubosidad (0-8)	5
Precipitación Anual (mm)	1.233
Días con lluvia	153
Días con llovizna	4,5
Días con neblina	0,8
Días con nubosidad	113,0
Temperatura del Suelo (°C) (Promedio Anual)	
0 cm - 7 AM - 18,7	<u>Promedio</u> 22,3
- 2 PM - 34,0	
- 9 PM - 18,2	
5 cm - 7 AM - 19,4	23,0
- 2 PM - 28,0	
- 9 PM - 21,5	
10 cm - 7 AM - 21,5	23,0
- 2 PM - 23,8	
- 9 PM - 23,7	
Horas de sol Año -	2443

- Vegetación. Está constituida por una cubierta muy pobre en donde la pradera esta representada por *Sporobolus* y en donde ocasionalmente destacan árboles bajos de carácter arbustivo (*Sophora toromiro*) (11).

- Suelos. En general, las características de los suelos son las siguientes:

a) Suelo superficial

- Colores pardo a pardo rojizo, haciéndose esta coloración más intensa en profundidad;
- Texturas franco arenosas y friables; y
- Bien estructurados.

b) Subsuelo

- Colores rojizos a pardo rojizos;
- Texturas arcillosas a franco arcillosas, plástico y adhesivo; y
- Se hacen más compactos en profundidad.

Es curioso observar que la meteorización de los materiales del subsuelo es intensa y a pesar de ello las texturas superficiales son franco arenosas, esto quizás se deba a este aporte de abrasión eólica al cual ya se ha hecho referencia. Estos suelos están fuertemente lixiviados y poseen las siguientes características:

- El material generador es predominantemente andesítico, si se toma en cuenta que el níquel y cromo están a niveles demasiado bajos como para ser suelos derivados de basalto, aun así el titanio está a niveles demasiado altos; esto indicaría un origen basáltico de los materiales aun cuando hay magmas andesíticos que poseen estas características.
- El fierro total es alto en todos los suelos y el contenido de aluminio varía de bajo a normal.
- Los niveles de calcio, manganeso, bario y estroncio están muy bajos, esto indicaría una fuerte lixiviación.
- El fósforo disponible es menor en profundidad, el contenido de materia orgánica es bajo.
- El pH oscila entre 5,0 y 5,9 (5) (28).

3. Nadi

Generalidades. "Nadi" es un vocablo de origen araucano que implica una condición de drenaje impedido muy característico sin que constituya propiamente un pantano. Estos se encuentran entre los 38°30' y 43° L.S., los que en condiciones naturales invariablemente están cubiertos por bosque.

Estos suelos representan una cubierta de ceniza volcánica sobre un substratum cementado que restringe totalmente el paso del agua de tal manera que con la precipitación del área (sobre 1.300 mm) este material se sobresatura de agua durante un largo período del año (13)(14).

Topografía y material generador

Estos suelos se presentan ocupando la posición más baja y más plana dentro de la fisiografía general del área que es ondulada. Por esta razón están asociados a suelos de cenizas volcánicas que presentan buen drenaje (9).

El material subyacente puede ser de dos clases:

- a) Terrazas fluviales constituidas por gravas y arena; y
- b) Material de relleno fluvio-glacial en donde las gravas no muestran ningún tipo de ordenamiento.

El origen de la depositación de cenizas volcánicas se estima que fué hecha en forma de un loess volcánico sobre las planicies de outwash glacial (Provincias de Osorno y Llanquihue). Además, es probable que hay influido en la redepositación, el ^agua; todo esto ^adespués de la última glaciación.

Clima

Según Almeyda (1) y tomando en cuenta el área de distribución de estos suelos, en su límite norte la precipitación es el orden de los 1200-1500 mm, y de 3000 mm en su sector sur.

La temperatura media anual es de 10°-12°C, en el mes más caluroso, Enero (17,5°C) y el mes más frío, Julio (7°C). La cubierta de nubes es 60% anual.

Vegetación

La vegetación que se encuentra en los Ñadis es de composición variable y está formada por una asociación de árboles, arbustos, juncáceas y ciperáceas además de otras hierbas. El conjunto constituye un bosque denso. Dentro de las especies más características están el canelo (*Drymis winteri*); maqui (*Aristotelia chilensis*); tepa (*Tepualia stipularis*); pitra (*Mirceugenia pitra*); luma (*Myrtus luma*); ulao (*Eucryphia cordifolia*); (*Nothofagus*, *Guevina*, *Saxegothaea*, etc.) y especies como *Verbena*, *Baccharis*, *Juncus*, *Lomaria*, *Spagnum*, etc.

Características morfológicas

Existen dentro de la amplia zona en donde se presentan estos suelos distintos grupos de Ñadis, básicamente diferentes debido a la naturaleza y disposición de las estratas. Aun así, un Ñadi se caracteriza por (9)(13):

- Capa superficial de color muy oscuro en húmedo, con estructura granular bien desarrollada;
- Entre esta capa superficial y el subsuelo hay una zona de transición de color pardo, para luego la coloración tomar un tono amarillento - pardo amarillento muy característico. Este tono se puede hacer pardo grisáceo o grisáceo o rojizo en la parte inferior del subsuelo;
- La estructura en húmedo es débil, en cambio en seco estos suelos se fisuran y la estructura se hace bien definida: bloques y aun prismas bien desarrollados;
- Los moteados son muy escasos;
- Diferencia apreciable de la característica en seco del suelo superficial y el subsuelo;
- En seco difícil mojar los agregados, especialmente de la capa superficial; y
- En la zona de contacto entre el solum y el substratum este último presenta una cementación con sílice y fierro denominada localmente como "Fiorrillo";

Si bien estos suelos están constituidos por cenizas volcánicas, los procesos y por ende sus características generales hacen conveniente tratarlos aparte de los Trumaos.

Por ser suelos derivados de cenizas volcánicas, las características físico-químicas son similares a las de los Trumcos (21).

4. Suelos Rojos Arcillosos de Origen Volcánico

Generalidades. Al igual que lo que se ha señalado para los Cordis, este grupo de suelos se encuentra relacionado geográficamente a los Trumcos y se les llama localmente como "Rojos Arcillosos" (Díaz y Roberts (2)). También han recibido el nombre de Suelos Pardo Rojizo Lateríticos, más bien en atención a sus características morfológicas y no al clima en que actualmente se los encuentra.

Se ha propuesto el nombre de "Suelos Rojos Arcillosos de Origen Volcánico" para hacer un distinguo entre este y el de "Rojo Arcilloso" que es un nombre que implica un concepto demasiado amplio que se aplica tanto a suelos derivados de granito (Serie Lo Vasquos, Cruquenes, San Esteban) como de micaesquisto (Serie Nahuelbuta) y además a los de origen volcánico que cubren áreas importantes de la región Centro y Sur de Chile ($36^{\circ}30'$ y $40^{\circ}30'$ L.S.).

Es este grupo el que nos interesa dentro de esta denominación genérica de suelos "Rojos Arcillosos" y, por lo tanto, se los describirá como "Rojos Arcillosos de Origen Volcánico".

Este material se supone que originalmente fue loam o cenizas volcánicas con un alto porcentaje de vidrio volcánico que formó parte del depósito del "drift" glacial.

Características ambientales

La zona en donde estos suelos se desarrollan presentan variaciones en cuanto a sus características climáticas. En cuanto a la vegetación que ella sustenta ocupa un área transicional, pues en su límite norte de distribución esta asociada a la formación de "Estepa de Acacia cavendishii" (20) y más al sur esta zona biogeográfica merge a la formación de "Parque abierto" con presencia de *Nothofagus* y *Laurelia sempervirens* y en la costa de Osorno y Llanquihue se encuentra/ formación de "bosque valdiviano".

Aparecen estos suelos en la región sur-oriental de la Provincia de Talca y centro-oriente de Linares y Maule, se prolonga a Malleco y Cautín, normalmente ocupando una posición intermedia dentro del valle y con una topografía de lomajes que le es característica y que los hace destacar de los otros suelos. Solamente hacia la precordillera de los Andes la topografía se hace de cerro y en esta situación la vegetación esta compuesta por Nothofagus. En las Provincias de Valdivia, Osorno y Llanquihue, ocupan extensas zonas de la Cordillera de la Costa.

Morfología

Suelo superficial: en los sectores protegidos de la erosión se encuentra evidencia que este suelo ha recibido aportes modernos de cenizas volcánicas. Este aporte reciente hace a este horizonte menos denso, granular y de color pardo rojizo oscuro (24). La textura en estas condiciones es franco arcillo limosa. Este aporte reciente crea una discontinuidad entre este material alofánico y el que le sucede que es abundante en arcillas cristalinas del tipo caolín (24).

Subsuelo: de color superficial, arcilloso, denso, con estructura prismática bien desarrollada, hay recubrimiento de arcilla en los agregados. El substratum está constituido por un conglomerado de origen volcánico, en donde los clastos presentan una fuerte meteorización de tipo orbicular.

Génesis del suelo

Por las características que presentan estos suelos, es aparente que su proceso de meteorización avanzada no corresponde a las condiciones climáticas actuales; esto hace pensar que el material de depósito se meteorizó en condiciones de clima mucho más húmedo y cálido, de tal manera que esta hipótesis nos llevaría a ubicar su existencia durante uno o más periodos interglaciales. Esto no sería extraño pues la acción de los glaciales se hace evidente en las Provincias de Osorno y Llanquihue, en donde en la sección oriental de la Cordillera de la Costa existen Suelos Rojos Arcillosos de Origen Volcánico sobre material glacial.

Según Weischet (26), quien identifica cuatro tipos de materiales glaciales del Período Cuaternario, describe que la primera glaciación llevó materiales hasta la costa y en su retirada dejó materiales de tipo morrénico, glacio lacustrinos y glacio fluviales en los flancos de la Cordillera de la Costa. Los suelos asociados a estos depósitos están altamente meteorizados (Serie Napeco).

Durante el segundo período, la influencia fue similar al de la primera glaciación y así los suelos que a ella se asocian (Series Cudico y Fresia) están altamente meteorizados, con presencia de arcillas caoliniticas. En algunos casos estos suelos se superponen a los de la primera glaciación.

El tercer período glacial influyó sobre las partes bajas y no hasta la costa y estos suelos presentan un menor grado de meteorización y así como hay una mayor proporción de halloysita, poco caolín y algo de alofán. El material que dejó esta glaciación ha sido recubierto por cenizas y, por tanto, sólo la capa en contacto con el material glacial revela el verdadero estado de meteorización del material según el orden cronológico de no ocurrencia de allí hacia la superficie, habían distintas edades según la superposición de capas de cenizas. Durante la cuarta y última glaciación, el hielo sólo alcanzó un poco más allá de los lagos actuales y los depósitos de cenizas o loess volcánicos asociados a estas morrenas han producido arcillas del tipo amorfo. El material fluvio-glacial y las planicies de "outwash", formadas en esta última glaciación son las responsables de la formación de los Nadis.

En esta forma puede proponerse una explicación en cuanto a la génesis de estos suelos y fundamentar la presencia de arcillas del tipo caolín y halloysita, producto de una meteorización acelerada que dataría de una o más períodos interglaciales.

Esta explicación da base para relacionar a estos suelos con sus vecinos, los Trumacos que corresponden a un período postglacial y justifican su asociación geográfica aun con las profundas diferencias de evolución que presentan.

Así pues el material de depósito eólico rico en minerales de origen volcánico fue llevado de la zona periglacial y redistribuido sobre

las formas glaciales debido a la acción de los vientos del oeste, produciéndose el loess volcánico, material generador de los Trumaos.

Para reforzar el aspecto de edad de estos Suelos Rojos, se puede señalar que se evidencian en algunos de estos, estratos de soliflucción, las que estarían correlacionadas con la segunda y tercera glaciación. Esta característica no existe en los Trumaos, pues presentan una gran habilidad para absorber agua y cuando se congelan esta agua forma agujas que atraviesan la masa; en cambio, los suelos Rojos Arcillosos de Origen Volcánico no pueden desprenderse del agua tan fácilmente y así al pasar un período de frío la masa del suelo superficial está húmeda y descansa sobre subsuelo helado lo que hace, en condiciones de pendiente, que este fluya en el sentido de la inclinación produciéndose la soliflucción.

En el caso del límite norte de estos suelos, en la Provincia de Talca, su presencia está asociada a tobas volcánicas y material glacial sin llegar estos depósitos hasta la Cordillera de la Costa. Puede para este caso suponerse redistribución del material por acción del agua y/o ^{acción} acceso glacial.

Características químicas y físicas

- La capacidad total de intercambio disminuye en profundidad (25 meq/100 gr en superficie a 13 meq/100 gr en profundidad) (24).
- pH 5,1 - 4,8
- Las bases de intercambio (meq/100 gr)

	<u>Superficie</u>	<u>Profundidad</u>
Na	0,58	0,39
K	0,96	0,60
Mg	3,93	2,94
Ca	3,51	4,16

- El contenido de arcilla aumenta en profundidad 10%-32,7%.
- Un rango común a tres perfiles estudiados indica una ligera acumulación del calcio entre los 18-68 cm.
- El Mg y Na presenta fluctuaciones irregulares en el perfil.
- El K es la base más constante en el perfil.

- La mineralogía revela la existencia de los siguientes minerales principales: piroxeno, anfíbol (hornblenda), mica, vidrio vesicular, magnetita asociada con vidrio, hematita, microclina, labrador, ortoclase, opalo y cuarzo en proceso de oxidación.

microclina

5. Región de Influencia de Materiales Volcánicos

Generalidades. Esta región comprende la Provincia de Magallanes en su sector central, norte y nor-oriental; en ella las condiciones de clima: baja pluviometría y temperatura crean un ambiente poco favorable para la formación de arcillas amorfas (16)(28). Al oeste de Punta Arenas hay podsoles que están en parte formados por cenizas volcánicas, aun así el porcentaje de arcilla amorfa es muy bajo. En la mayor parte de las turberas, tanto en la región continental como en la Isla de Tierra del Fuego, se aprecian estratos muy bien preservados de cenizas volcánicas (2).

Clima

Corresponde a un "Clima de Estepa Frío" (10) en donde la distribución de las lluvias es homogénea a lo largo del año, con un promedio de 400 mm. Los meses invernales tienen temperaturas bajas (Julio 2,2°C, promedio) y cae nieve. El límite nor-oriental de esta zona es el más árido, con precipitaciones medias anuales de 270 mm.

Vegetación

Esta región corresponde a la Zona Higromórfica y Xeromórfica Patagónica (20) y en ellas se distinguen las siguientes formaciones vegetales: Estepa patagónica, como formación dominante y las de Tundra magallánica, Bosque magallánico caducifolio y Bosque magallánico siempre verde, como secundarias.

La composición florística de la Estepa patagónica está representada por gramíneas que crecen formando campos (Festuca, Poa, Hordeum, Agropyron, etc), y arbustos bajos (Berberis, Empetrum y Baccharis).

Los árboles más importantes son: *Nothofagus betuloides*, *Nothofagus antarctica*, *Nothofagus pumilo*, *Maytenus magallánica*, *Libocedrus chilensis* y *Pilgerodendrum uviferum*. En los sitios más secos estas especies están enanizadas y adquieren un carácter arbustivo.

La vegetación de cojín de la Tundra magallánica está compuesta, principalmente, por *Marsippospermum grandiflorum*, *Sphagnum acutifolium*, *Donatia fascicularis*, etc.

Suelos

Los suelos de este amplio sector han sido descritos por Wright (28) y Díaz y Roberts (12) y ubicados tentativamente dentro de los siguientes Grandes Grupos: Castaños, Pradera y Pradera-Planosol. Como puede apreciarse esta zona no presenta suelos derivados de cenizas volcánicas, pero sí existe evidencia de la presencia de estos materiales y por esto deberá estudiarse su influencia sobre la génesis de los suelos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) ALMEYDA, E. y SAEZ, F. Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. DTICA. Proyecto 14. Ministerio de Agricultura. Santiago-Chile, 1958.
- 2) AUER, V. Las capas volcánicas como base de la cronología post-glacial de Tierra del Fuego y Patagonia. Rev. de Investigaciones Agrícolas. Vol. 3, N° 2. Buenos Aires, Argentina, 1950.
- 3) BARRA, J. Fósforo orgánico en suelos trumaos. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Chillán, 1965. (Tesis mimeografiada).
- 4) BESOAIN, E. Mineralogía de las arcillas de algunos suelos volcánicos de Chile. Agricultura Técnica, Año XVIII, N° 2. pp. 110-165. Santiago-Chile, 1958.
- 5) BESOAIN, E., y LEON, L. y WRIGHT, C. Rapa Nui (Easter-Island) Soil mineralogy and soil genesis relationships-Trans, VIIIth. Int. Cong. Science. Bucharest, 1964.
- 6) BESOAIN, E. Untersuchungen von Böden aus Pyroklastiten (Aschen und Tuffe) Chiles, Japans, Deutschland und Italicus. Inaugural Dissertation. Institut für Bodenkunde der Universität Bonn. 1969.
- 7) ^{Brüggen} BRUGGEN, J. El volcanismo en Chile. Ann. Fac. Ciencias Fis. y Mat. 7: 61-68. Santiago-Chile, 1950.
- 8) CASERTANO, L. Der Vulkanismus in Chile. Petermanns Geogr. Mitt. 106,2 : 106-110. Gotha 1962.
- 9) CORFO Plan Nadi. Informe preliminar sobre la habilitación de terrenos pantanosos en las provincias de Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue. Corporación de Fomento de la Producción. Santiago-Chile, 1961.

- 10) CORFO Geografía Económica de Chile. Corporación de Fomento de la Producción. Santiago-Chile, 1950.
- 11) DIAZ, C. Asociaciones de suelos de la Isla de Pascua. Agric. Técnica, Año IX, N° 2. pp. 115-126. Santiago-Chile, 1949.
- 12) DIAZ, C. y ROBERTS, R. Los Grandes Grupos de Suelos de Chile. Agricultura Técnica. Años XIX y XX, pp 7-36. Santiago-Chile, 1959.
- 13) DIAZ, C. et al. Estudio sobre la habilitación de los Nadis, o suelos húmedos del Departamento de Puerto Varas. Agric. Técnica. Año XVIII, N° 2. pp. 412-486. Santiago-Chile, 1958.
- 14) DIAZ, C. et al. Reconocimiento de Suelos de las Provincias de Osorno y Llanquihue. Primera Revisión. Agric. Técnica. Años XIX y XX, pp 125-205. Santiago-Chile, 1959.
- 15) ESPINOSA, W. Caracterización química de los Suelos Volcánicos de Ñuble. I Parte. Departamento de Suelos W. de Concepción. Fac. Agronomía. Circular N° 19. Chillán-Chile, 1967: 27 p.
- 16) KANNO, I. Génesis and classification of Humic Allophane Soils in Japan. Prov. Int. Soil. Conf. N.Z. Wellington, New Zealand, 1962.
- 17) LEON, L. Clay formation in some chilean soils under natural forest and under pasture. Proc. Int. Conf., New Zealand, Wellington, N.Z., 1962.
- 18) MELLA, A. Estudio micromorfológico de algunos suelos volcánicos chilenos. Agric. Técnica. Año XVIII, N° 2, pp. 166-184. Santiago-Chile, 1958.
- 19) MELLA, A. y VALDES, A. Estudio micromorfológico de siete suelos volcánicos chilenos (en prensa). Santiago-Chile, 1969.

- 20) PISANO, E. Mapa de las formaciones fitogeográficas de Chile. Geografía Económica de Chile. CORFO. Santiago-Chile, 1958.
- 21) SCHALSCHA, E. et al. Elementos traza en suelos derivados de cenizas volcánicas. Agric. Técnica. Vol. 28 N° 4. pp 137-143. Santiago-Chile, 1968.
- 21a) SCHALSCHA, E. et al. Comunicación personal, 1969.
- 22) U.S. SOIL SURVEY STAFF. Soil Classification a Comprehensive System: 7th. Approximation. Soil Conservation Service, U.S.D.A., Washington, U.S.A. 1960.
- 23) U.S. SOIL SURVEY STAFF. Supplement to Soil Classification System (7th Approximation). Soil Conservation Service U.S. Department of Agriculture. Washington U.S.A. - March, 1967.
- 24) VALDES, A. y LUZIO, W. Diferenciación genética de tres Suelos Rojos Arcillosos en la Zona Central de Chile. Tesis mimeo. Fac. de Agronomía U. de Chile. Santiago-Chile, 1965.
- 25) VALDES, A. y ACEVEDO, E. Determinación radioquímica de la fijación e intercambio de fosfato en el horizonte Ap de la Serie Trumao Osorno. Tesis mimeo. Fac. Agronomía U. de Chile. Santiago-Chile, 1964.
- 26) WEISCHET, W. Studien über den glasid bedingten formensdratz der südchilenischen langsenke iss West-Ost-Profil heiderseite Osorno. Sonderabdenck aus Petermanns Geographischen Mitteilungen, 3. Germany 1958.
- 27) WRIGHT, C. Observaciones sobre los suelos de la Zona Central de Chile. Agric. Técnica. Años XIX y XX, pp 65-95. Santiago-Chile, 1959.
- 28) WRIGHT, C. Report to the Government of Chile. The Volcanic ash soil of Chile. FAO. Report N° 2017. Roma, 1965.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS SUELOS DERIVADOS DE MATERIALES VOLCANICOS

CHILE - 1969

