

OBSERVACIONES SOBRE LOS SUELOS DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE (1)

Por A. CHARLES S. WRIGHT (2)

I N T R O D U C C I O N

Las similitudes geográficas que existen entre Chile y Nueva Zelanda son conocidas por todos. Los científicos que han trabajado en ambos países en diferentes épocas, hacen notar la similitud existente entre los suelos y los problemas del uso de la tierra.

El presente trabajo muestra algunas de las impresiones del primer Edafólogo neozelandés que visita Chile. El autor es Edafólogo Jefe de la Oficina de Suelos del Departamento de Investigación Científica e Industrial de Nueva Zelanda y su visita a Chile se efectuó entre Noviembre de 1954 y Enero de 1955.

Este estudio ha sido posible gracias a la cooperación del Ministerio de Agricultura de Chile y el trabajo de terreno fue realizado bajo la dirección de los señores Manuel Rodríguez Zapata y Carlos Díaz Vial del Departamento de Conservación de Recursos Agrícolas.

Durante la estadía de 3 meses se efectuaron visitas a cada una de las brigadas de terreno que trabajan entre Santiago y Puerto Montt y se realizó una visita adicional a la Isla Grande de Chiloé, área en la que Charles Darwin encontró una semejanza notoria con la isla sur de Nueva Zelanda.

PARTE I

SUELOS ESTUDIADOS EN UN CORTE TRANSVERSAL DE COSTA A CORDILLERA, ENTRE LAS LATITUDES 33° L. S. Y 34° L. S.

Este corte transversal se hizo en la región entre Valparaíso y San Antonio por la costa y se extendió tierra adentro hacia la frontera chileno-argentina. Santiago la capital de Chile, ocupa una posición más o menos central en este corte.

Condiciones del ambiente.

El *clima* se caracteriza por las temperaturas invernales (Mayo a Septiembre) decrecientes desde la costa hacia el interior; pero desde

Octubre a Marzo el Llano Central (en el cual está Santiago) experimenta a menudo temperaturas de 3 a 4,5° C. más altas que las localidades de la costa. La gradiente de la temperatura media anual, muestra una ligera alza hacia el interior hasta los faldeos de la Cordillera. Considerando la variación estacional, la costa es más calurosa que el Llano Central en invierno, y este último es más caluroso que la región de la costa en verano. La precipitación media anual es superior en algunos lugares de la costa, comparada con el Llano, por tener inviernos más lluviosos. En gran parte de la costa la precipitación anual excede entre 50 a 75 mm. a la de Santiago.

Los cerros de la costa reciben alrededor de 750 mm. por año y una cantidad similar cae sobre los cerros bajos al pie de los Andes, pero al aumentar la altitud, la precipitación aumenta lentamente a un máximo aproximado de 1.500 mm. Gran parte de esta cae en invierno en forma de nieve. El aire de la costa es sensiblemente más húmedo que en el interior durante todo el año. La región de la costa tiene una humedad media anual de un 80%, con variación estacional, probablemente, no superior al 10%. La humedad en la costa está muy influenciada por un banco de nubes y neblinas, que a menudo se internan desde el mar al enfriarse la tierra durante la noche. Los cuadros de humedad para Santiago muestran una humedad media anual inferior al 70%, con variaciones del 56 al 80%. Los datos de humedad pueden ser, por lo general un factor importante en la formación de suelos en regiones donde la precipitación es relativamente escasa.

La *vegetación natural* a lo largo de esta línea transversal ha sido modificada a lo menos por 8 siglos de actividad humana bastante intensa. Los incendios de las tribus nómades destruyeron probablemente gran parte de la vegetación natural, siglos antes del arribo de formas de cultivo más estables introducidas por los colonizadores incásicos. Sin embargo, a pesar de estas grandes modificaciones causadas en esos siglos por los incendios intermitentes, los botánicos parecen concordar en que hay huellas de 5 zonas principales de ambiente, que son:

- 1) Una franja de bosques siempre verde, o casi siempre verdes, que se extiende hasta 9 Kms. desde la costa hacia el interior.
- 2) Terrenos con arbustos xerófitos, y sectores de bosques abiertos, ricos en especies xerófitas, en las pendientes N. y E. de la Cordillera de la Costa; hay además, un tipo de bosque bajo, más compacto, de especies xerófitas mixtas, incluyendo árboles de hojas persistentes y de hojas caducas, en la ladera S. y O. de la Cordillera de la Costa.
- 3) Terrenos con praderas y sectores boscosos de *Acacia cavenia* que ocupan la mayor parte del Llano Central.
- 4) Terrenos con matorrales xerófitos, densos, a lo largo de los cerros bajos al pie de los Andes, emergiendo de un matorral bajo y ve-

getación herbácea en el cinturón sub-alpino sobre el cual comienzan los suelos de praderas alpinas y sub-alpinas.

- 5) Bosques en forma de galería, acompañan los cursos de los ríos a través del Llano Central, y también a través de la Cordillera de la Costa. Fuera de estos bosques y aquellos de la faja de árboles de hoja persistente a lo largo de la costa, es posible, que muy pocos bosques "cerrados" existieran en la región cubierta por el corte transversal.

El *materia! generador* de los suelos que se encuentran a lo largo del corte transversal, varía desde granítico y otras rocas muy antiguas, tanto ígneas como sedimentarias, estas muy metamorfoseadas, hasta sedimentos marinos cuaternarios. Estos se encuentran solo junto a la costa. La mayoría de las tierras de poca elevación están cubiertas por detritos glaciales, no disturbados desde el último ciclo de glaciación, pero en muchos lugares redistribuidos y redepositados junto con materiales aluviales y coluviales recientes; también se encuentran en esta región terrazas y restos de terrazas, de materiales volcánicos pumicíticos.

A lo largo del corte transversal, se observa una gran diversidad topográfica. Las áreas de tierras de poca elevación son de relieve plano a ligeramente ondulado y están a menudo flanqueadas por franjas correspondientes a terrazas maduras, disectadas y de contornos redondeados. Cerros aislados se levantan en el Llano Central, pero los terrenos de topografía de cerros se encuentran confinados principalmente a la región de la Cordillera de la Costa y a los pies de la Cordillera de los Andes. Algunas de las cimas más altas de la región de la Cordillera de la Costa, forman en algunos casos parte de un sistema bien definido de mesetas disectadas. Las pendientes abruptas se acentúan con el ascenso de la Cordillera de los Andes, y muchos de los pequeños pueblos al pie de la cordillera están ubicados en una topografía montañosa.

Es evidente que el factor *tiempo* en la formación de suelos, ha sido de efecto comparativamente reducido en la mayor parte del corte transversal. Es probable que ninguno de los suelos al pie de los Andes o los del Llano Central, sean más antiguos que el último período glacial y ninguno de los suelos de las tierras bajas a lo largo de la costa pueden anteceder al solevantamiento de principios del cuaternario. Por lo tanto, los suelos más antiguos probablemente se encuentren en los restos de las mesetas de la Cordillera de la Costa.

Evidencia de señales zonales en los perfiles del suelo.

Un especialista en suelos que entra en un medio ambiente desconocido, necesita ubicar aquellas evidencias por las cuales, pueda juzgar la fuerza y dirección de los actuales procesos en la formación de suelos. Debe buscar en los suelos más antiguos, de paisajes más estables, la expresión máxima de la influencia zonal, y comparar esos perfiles, con otros de menor estabilidad y más recientes, poniendo especial atención

a los aspectos del perfil usualmente asociados con los procesos de lixiviación e intemperización. La experiencia le ha enseñado a circunscribir, si es posible, sus investigaciones a una variación relativamente estrecha de materiales generadores, y donde sea posible, a considerar solamente a aquellos de naturaleza silíceo (ej. excluyendo materiales muy ricos en minerales ferro-magnésicos). Debe también, cuidarse de excluir de los análisis iniciales a los perfiles policíclicos (perfiles en los cuales los cambios producidos por los actuales procesos de formación de suelos, están total o parcialmente enmascarados por características de ciclos ambientales anteriores). Con una lista de restricciones tan grande, frecuentemente se adapta sólo una pequeña parte del paisaje para estudios de este tipo. Ocasionalmente, como en el caso de muchas islas pequeñas del Pacífico, formadas de materiales volcánicos básicos, no se dispone de suelos realmente convenientes para una estimación fácil de la fuerza y dirección de las impresiones zonales corrientes, pero aún en estos casos la experiencia y la interpretación cuidadosa del suelo, por el examen de campo, permitirán una estimación razonable. Esta estimación es de gran importancia, debido a que contiene la mayoría de las relaciones dinámicas, críticas, entre las plantas y los suelos, (desde producción de cultivos, consideraciones sobre el uso de suelo, etc.).

En el caso del corte transversal en discusión, la variación de los materiales generadores de los suelos es amplia, pero desafortunadamente, los materiales generadores de bajo contenido de hierro-magnesio ocurren sólo en una pequeña parte de la variación de este medio ambiente. Más aún, cualquier sitio comparativamente estable, localizado al pie de la Cordillera, deberá tener suelos no más antiguo que la última glaciación, mientras que esos suelos en sitios equivalentes en la Cordillera de la Costa, pueden haber sido desarrollados en un período de tiempo más largo. Así es, como muchos de los suelos estables derivados de las rocas graníticas, muestran características del perfil que sugieren un paleoclima, más cálido, y por lo tanto, pueden ser policíclicos en su origen. Existen, por lo tanto, pocas posibilidades de hacer una evaluación estrecha de los procesos de formación de los suelos actuales a lo largo de este corte transversal, usando solamente los suelos estables. La alternativa es procurar una estimación aproximada, basada en un estudio de los suelos algo menos estables, desarrollados en uno de los tipos de materiales generadores más frecuentes, de preferencia, que se extienden a través de toda las variaciones del medio ambiente del corte transversal.

Por esto se trató de hacer una comparación de suelos formados a partir de rocas sedimentarias metamorfoseadas que tienen cenizas volcánicas de contenido ferro-magnésico moderado (principalmente hiperseno y augita). A fin de obtener una variación amplia de suelos para este estudio, fue necesario incluir suelos de relieve fuertemente ondulados y de cerros (pendientes entre 16 y 24°). Este estudio permitió estimar que existen a lo menos 5 regiones pedogénicas a lo largo del corte transversal. Junto a la costa y extendiéndose unos 3 a 5 kilómetros al interior, la intemperización es de grado medio a moderado y la lixiviación mo-

derada, y es probable que esté fuertemente influenciada por la presencia de sales de un proceso cíclico. Por ejemplo, en gran parte de la Cordillera de la Costa, la intensidad de la intemperización es levemente más baja que en la costa, pero la intensidad de la lixiviación es algo más alta. Esta última parece disminuir violentamente en la vertiente occidental de la Cordillera (antes de llegar al Llano Central). En gran parte del Llano Central, la intemperización es débil a muy ligera y la lixiviación es la más débil de todo el corte transversal, excluyendo los suelos regados. Condiciones similares existen a lo largo del borde del Llano y junto al pie de los cerros; pero con el aumento de la altitud, la intemperización aumenta ligeramente, para decrecer en los terrenos más altos. Por el contrario, la lixiviación es leve en los cerros bajos al pie de la Cordillera, pero se hace más y más pronunciada en los cerros más altos del pie de la Cordillera (ej. sobre 825 m.).

La variación que incluye la totalidad de los perfiles en la secuencia entre los menos lixiviados y los más lixiviados, y entre los menos intemperizados, y los más intemperizados, es pequeña y solamente se comparan, a los miembros de la secuencia, diferencias pedológicas relativamente pequeñas. Con el aumento de la altitud, los suelos de los cerros al pie de los Andes muestran un aumento de los agregados finos y a mayores alturas, el suelo se hace suelto y polvillento en la superficie y desarrolla colores pardos fuertes a pardo amarillento en el subsuelo. La fuerte diferenciación de colores entre la superficie y el subsuelo se encuentra sólo en las elevaciones más altas de la cordillera. En partes más bajas, tanto la superficie como el subsuelo, son pardos a pardo oscuro.

Debe tenerse presente que estos estudios de campo fueron hechos principalmente en suelos desarrollados en terrenos con pendientes moderadas, donde no hay estabilidad suficiente para verificar la huella de los procesos de formación de suelo. El examen de perfiles más estables, sugiere que los suelos de esta secuencia pueden ser correlacionados de un modo muy aproximado con las "arcillas granulares pardas" de Nueva Zelanda que presentan una intemperización que varía entre débil y semi-moderada, estos suelos se encuentran en la mitad oriental de la isla Sur de Nueva Zelanda y están desarrollados sobre rocas andesíticas. Otros suelos que presentan algunas semejanzas con los ya indicados se encuentran al noreste de la Columbia Británica, donde predominan las rocas intermedias a básicas, y se clasifican como Suelos Pardo Forestales en Canadá; en cambio, en California, suelos similares han sido incluidos en el Grupo de los Pardo No Cálculos.

Presentación exterior de los suelos en el paisaje de los suelos.

El análisis de la intensidad de los factores zonales en la formación de suelos es un objetivo y otro, el obtener un cuadro exacto de la presentación exterior de los suelos. En el corte transversal en referencia, el área de los suelos considerados aptos para el análisis pedogénico es probablemente menor del 1% del área total. En la mayoría de los casos,

los perfiles estudiados representan suelos que ocupan áreas demasiado pequeñas para ser delineadas como unidades en los mapas de suelos. El análisis pedogénico tiene corrientemente muchas dificultades, pero el problema de la síntesis pedológica, es aún, un desafío mayor al conocimiento del que reconoce suelos debido a que es necesario juntar muchas unidades de suelos detectables en el paisaje, de manera que el mapa definitivo presente un resumen cuidadoso de las condiciones del suelo en cualquier área. En muchos paisajes de Chile, hay una variedad tan grande de topografía y de materiales generadores, como también, una disparidad tan enorme entre la edad de los suelos, que cualquier signo regional producido por el clima, y su aliada la vegetación, resulta casi totalmente opacado en el mapa final de suelos, salvo que la leyenda empleada sea cuidadosamente confeccionada para mostrar las relaciones regionales encubiertas, que muy a menudo son de un gran significado para la agricultura práctica.

Si consideramos, por ejemplo, la presentación exterior de los suelos ubicados en la parte más elevada del corte transversal, en la precordillera, los suelos dominantes son litosoles y suelos de tierras escarpadas inestables. Esto persiste sobre un amplio sector de los cerros más bajos ubicados al pie de la Cordillera de los Andes; tanto en la región alta como en la baja, la característica más significativa que modifica la apariencia del perfil del suelo, es la presencia o ausencia del carbonato de calcio en la roca de origen. Esto es particularmente importante en la parte baja de la precordillera, donde los suelos de tierras escarpadas y de cerros, ocupan proporcionalmente más superficie del paisaje que los litosoles, además presentan una gran cantidad de abanicos aluviales y materiales coluviales que dan origen a suelos en el fondo de los valles y en la base de sus pendientes.

Muchos de los suelos formados por depositaciones sucesivas contienen gran cantidad de calcio libre, como resultado de la lixiviación desde las estratas superiores. La región, como un todo, puede caracterizarse como de intemperización y lixiviación débil a ligera (como la que está normalmente asociada al desarrollo de los suelos Pardo No Calcícos), pero debido a la ocurrencia esporádica de rocas calcáreas en el paisaje y debido a la concentración de los productos de la intemperización por accidentes de topografía, la presentación de los suelos actualmente muestra un área muy extensa ocupada por suelos de alto contenido calcáreo.

La presentación exterior de los suelos en la parte menos elevada de la precordillera andina, en el corte transversal, muestra una asociación compleja de litosoles calcáreos y no calcáreos; suelos muy escarpados; suelos de cerros, con abanicos aluviales; aluviones y antiguas terrazas aluviales, muchas de las cuales son de naturaleza parcial o totalmente calcárea.

En el Llano Central, son comunes tanto los suelos calcáreos como los alcalinos. Hay manchones de suelos más lixiviados donde hay terrazas pumicíticas, o con gravas, pero los suelos ondulados que los rodean

y los terrenos de cerro son a menudo altamente calcáreos. Hay con frecuencia, una catena de suelos topográficamente bien marcada, integrada por suelos pardos oscuros en la parte más alta de la pendiente, pasando en forma gradual a un pardo gris, luego gris oscuro y al negro en la base de sus pendientes. Es probable que el calcio liberado por solución de la piedra caliza, que se encuentra presente en el material acarreado por los glaciales o por la intemperización de los minerales básicos, se mueva pendiente abajo con el agua de drenaje para reaparecer como carbonato de calcio, en los miembros más bajos de la catena cuando el suelo se seca en verano. En regiones con intemperización débil y con lixiviación débil, esas ocurrencias deben anticiparse. Pueden encontrarse suelos Pardo No Cálcidos, pero sólo como un pequeño integrante de un cuadro general de suelos.

Parte del Llano Central próximo a los ríos, está ocupado por suelos aluviales recientes, constituidos comunmente por arenas con grava de color gris claro, o gris parduzco, que descansan sobre gravas redondeadas depositadas por los ríos; estos suelos son similares a los encontrados en los llanos de Canterbury en Nueva Zelanda y donde son muy productivos bajo riego. Asociados en forma compleja a los suelos aluviales de buen drenaje existen otros de drenaje más lento que muestran un moteado ligero a prominente. También existen suelos gleizados con texturas más pesadas que ocupan parte de las depresiones del terreno, siendo la mayoría de estos muy alcalinos. (Ej. Batuco).

Entre los suelos más interesantes de esta parte del Llano Central están aquellos formados en las terrazas de pumicita. El origen de la pumicita no está bien dilucidado, pero como los materiales han sido asociados con los valles del Mapoco y Maipo, este material parece haberse originado de una fisura volcánica cercana al nacimiento de los ríos de estos valles. Cerca de Melipilla, el subsuelo pumicítico está cementado, formando una tosca o "pan" duro en seco, que aparece siguiendo las ondulaciones menores de la superficie de la terraza y es presumiblemente un aspecto pedológico, el cual no estaba presente cuando los materiales pumicíticos fueron distribuidos, aunque otros aspectos, (por ej. falta de correlación entre el espesor del suelo y el espesor del "pan") sugieren un proceso geológico. La naturaleza del material cementante no es bien conocida, aunque parece incluir a la sílice como agente aglutinante, complementada por la acumulación de hierro y manganeso (derivados de la lixiviación del suelo) como una delgada capa inmediatamente encima de la tosca.

Gran parte de la Cordillera de la Costa está formada por granodiorita. Los túneles hechos en la roca confirman que los primeros estados de su destrucción han penetrado a profundidades mayores de 83 m. Las capas más externas de esta zona de intemperización están fuertemente descompuestas y dan lugar a la formación de suelos cuyo subsuelo de color pardo rojizo es muy visible. Estos perfiles de colores rojos pálidos, considerados, en conjunto, con la profundidad de penetración de la intemperización de la roca, sugieren que, si la Cordillera de la Costa

escapó a los últimos períodos de glaciación, los suelos se han formado por procesos pedogenéticos asociados a períodos en que el clima fue más caliente y más húmedo que el actual. De todos modos, debe recordarse, que el granito es en la mayoría de los casos una roca muy antigua, y que por su estructura cristalina áspera se podría esperar que se desintegrara profundamente con el transcurso del tiempo, haciendo abstracción de las condiciones climáticas. Además, que la aparición de colores rojos en los suelos podría deberse a la adición de pequeñas cantidades de polvo volcánico básico en la superficie del suelo. Los suelos superficiales son corrientemente franco arenosos o franco arcillo arenosos de color gris a gris pálido, que contrasta con los subsuelos arcillo arenosos de color pardo rojizo o pardo amarillento, que son compactos y que con frecuencia tienen estructuras prismáticas y columnares. Estas características superficiales de muchos de los suelos graníticos de Chile, se parecen a los rojos amarillos mediterráneos del Estado de Rios de Janeiro en Brasil.

En la región de la costa, se encuentran algunos suelos muy interesantes en las antiguas terrazas marinas. Los sedimentos marinos que forman estas terrazas parecen ser una mezcla de detritos de origen granítico y volcánicos básicos. Los suelos desarrollados en estas, muestran una clara diferenciación entre la superficie del suelo que es franco, sin estructura, de color pardo grisáceo apagado y el subsuelo que es de arcilla densa y de color pardo. Es probable que investigaciones posteriores puedan demostrar que los materiales del suelo superficial y del subsuelo, no son siempre de origen idéntico. En algunos casos el subsuelo está fuertemente moteado. Además, la influencia de las sales arrastradas por el viento, desde el mar, han tenido una fuerte influencia en la evolución de los suelos.

PARTE II

SUELOS ENTRE TALCA (35° 30' L. S.) Y LOS ANGELES (27° 30' L. S.)

Cuando se visitó el área existía un mapa general de reconocimiento de suelos, exceptuando las vecindades de Linares que se encontraban en procesos de elaboración.

El detalle de estos mapas de suelos y el standard requerido para los reconocimientos generalizados es bastante similar al usado en Nueva Zelanda. Los mapas de reconocimiento de Chile pueden ser fácilmente comprendidos por un edafólogo Neo-zelandés. En ambos países, los límites de suelos en el mapa de reconocimiento, abarcan unidades que son en muchos casos, más grandes que los tipos de suelos y a menudo mayores que las Series de suelos. Las unidades cartográficas están a veces compuestas de suelos genéticamente relacionados, pero muy a menudo, ellos representan un conjunto de suelos relacionados solamente a través de su distribución geográfica en un tipo de paisaje particular. Al igual que en Nueva Zelanda, la escala de publicaciones es de 1:250.000, lo que supone una considerable condensación de los conocimientos de suelos. En Nueva Zelanda las unidades cartográficas publicadas han sido designadas como "set de suelos" por estimar que son agrupaciones de conveniencia. En

los mapas de reconocimiento generalizados, es prácticamente imposible representar los suelos exactamente como son debido a que los suelos se presentan en forma demasiado compleja y las variaciones topográficas en cualquier área dada de suelos son muy grandes. En esas regiones, el uso de agrupaciones tales como los "set de suelos" es casi obligatoria en mapas de escala generalizada. La Columbia británica en Canadá, está enfrentando el mismo problema. Ambos, Nueva Zelanda y Chile, al constituirse los sets de suelos han mantenido el criterio siempre que es posible, de establecer una correlación en las afinidades genéticas.

Dos signos convencionales, usados generalmente en Nueva Zelanda, podrían utilizarse en Chile para hacer los mapas de suelos de mayor efectividad gráfica y ellos son: (1) el uso de punteado básico para indicar suelos de cerros en pendientes que son demasiado escarpadas para ser aradas, y (2) la separación de litosoles de los suelos ubicados en terrenos escarpados con pendientes muy fuertes, como grupos de suelos totalmente diferentes. En los mapas anteriores a 1954 los límites de las "Series de Cordillera" realmente representaban los límites en los cuales la delimitación de suelos terminaba, aún cuando en las "Series de Cordillera" hay un área considerable de fondos de valles, laderas de cerros, mesetas altas, suelos, sub alpinos y alpinos, todos elementos que deberían delimitarse y muchos de los cuales están actualmente en cultivo. Si los suelos de cerros de la precordillera fueran punteados para mostrar su relación con los suelos normales desarrollados en tierras adyacentes de relieve más suave, y los suelos verdaderamente escarpados de la cordillera fueran separados (quizás como set litosólico de cordillera), se obtendría un cuadro más completo. También es importante mostrar la presencia o ausencia de cenizas volcánicas en la superficie de los set litosólicos. El mismo problema debió resolverse cuando se delimitó la cordillera de la Isla Norte de Nueva Zelanda y la técnica de la delineación que se adoptó, se aprecia en la lámina 4 del mapa provisional de suelos de esa isla.

Los suelos de cenizas volcánicas de la región.

Para un neo-zelandés lo más interesante de la región es la presencia de cenizas volcánicas como un material generador de suelos muy difundido. Las cenizas dan origen a un grupo de suelos conocidos en Chile con el nombre de suelos de "Trumao". Son indudablemente similares al grupo de suelos "Franco. Pardo Amarillento" de la clasificación de suelos de Nueva Zelanda. Los neo-zelandeses debieran tener un nombre más adecuado para este grupo y la palabra "trumao" sería muy aceptable. "Trumao" es una palabra araucana que indica acumulación de cenizas.

Los suelos de trumao reconocidos en Chile están formados por acumulaciones de cenizas volcánicas muy recientes, livianas y pulverulentas. Sin embargo, no son los únicos suelos de cenizas volcánicas

en Chile. Se ha hecho referencia (en la parte I) a la presencia de pumicita riolítica en el área de Santiago; hay también otros de materiales volcánicos más antiguos, de textura más pesada que los trumaos en su estado actual de intemperización y de matiz más rojo. Suelos de estos depósitos pertenecen a un conjunto amplio (suite) conocida como "Collipulli". Los suelos Collipulli se han descrito como derivados de loess, de depósitos fluvio-glaciales y aluviales que contienen mucha ceniza. De todas maneras, muchas características asociadas a los suelos Collipulli, están relacionadas con el origen común del polvo volcánico, cuyo principal período de acumulación parece haber sido contemporáneo con el término del último período de glaciación. Es evidente que este polvo se acumuló en la época en que muchas de las laderas de la cordillera estaban libres de hielo, pero cuando muchos de los valles estaban aún con hielo. En algunos lugares los materiales glaciales y los grandes bloques están sepultados por cenizas típicas, mientras en otros (Ej. en las laderas bajas de algunos valles) hay sedimentos glaciales y bloques, pero no hay cenizas. Ocasionalmente, uno puede encontrar una lengua de sedimentos glaciales entre estratas de cenizas Collipulli típicas.

Muchas de las cenizas tipo Collipulli, parece que fueron lavadas de las laderas de la cordillera y por lo tanto contribuyeron a los depósitos coluviales en los llanos y se mezclaron con otros materiales aluviales, o bien, con depósitos aluviales y aún, con depósitos lacustres. Todas tienen un color pardo rojizo brillante, muy característico y están relacionadas con los suelos delimitados bajo el nombre de Collipulli, Mirador, Fresia, etc. A veces la delimitación de los suelos Collipulli y los que están relacionados con ellos, ha sido algo difícil. La presencia de las cenizas Collipulli en las laderas más altas de la cordillera cerca de Bulileo (Parral) justificaría la creación de una categoría de suelo de cerro, dentro del conjunto (suite) Collipulli. Igualmente la presencia de una capa de cenizas Collipulli de igual profundidad siguiendo fielmente el relieve de las laderas fuertemente onduladas cerca de Los Angeles, justificaría una sub-categoría "loma".

El origen de las cenizas Collipulli no es bien conocido. Podrían representar antiguas acumulaciones de polvo de muchos volcanes en acción, más o menos simultáneas, a lo largo de la cordillera; cada cual habría contribuido con su cuota de ceniza. El volcán Chillán parece haber contribuido fuertemente, pero algo del material puede haber sido originado por una o más de las siguientes 5 a 6 fisuras volcánicas que se encuentran inmediatamente al Sur como ser: Antuco, Copahué, Tolhuaca, Lonquimay y Llaima. En la actualidad debido al avanzado estado de intemperización hay pocas evidencias en el campo, que indiquen si hubo alguna diferencia significativa entre las cenizas de los diferentes volcanes, si es que alguna vez existió esa diferencia.

Volviendo a los suelos de ceniza menos intemperizados, conocidos como trumaos, parece que hay pequeñas diferencias en la naturaleza de las cenizas de las diferentes troneras. Lo que se necesita es una in-

vestigación petrográfica de las fracciones arena. Sin embargo, las diferencias pueden resultar tan pequeñas que sería posible observar que muchos trumaos pertenecen a una "suite" común; o por otro lado que se necesitaría reconocer muchas "suites".

Se observan interesantes presentaciones exteriores de los suelos cerca del límite Oeste de los suelos de trumao, particularmente donde las capas de cenizas de Collipulli, se extienden hacia el poniente más allá del límite de ellos. Los mapas de suelos chilenos, corrientemente, muestran a los trumaos terminando en el punto donde la ceniza es todavía de un espesor uniforme de 30 a 50 cm. Hay una buena razón para esto; pues, una capa más delgada de cenizas de trumao no es fácil de diferenciar de la parte superficial de un suelo Collipulli. Más aún, en pendientes de 50°, el polvo liviano parece haberse lavado tan rápidamente como cayó; así, hacia el Este de Parral los suelos de trumao no existen en las laderas de la cordillera que están cubiertas con cenizas Collipulli hasta con un metro de espesor, aún cuando los trumaos pueden encontrarse en tierras de relieve suave en la misma área. En Nueva Zelanda es costumbre tratar de localizar los límites de 7,5 cm. y los de 15 cm. de cada lluvia de ceniza, pero en Chile estos límites se hacen altamente dudosos sin los servicios de un experto en mineralogía. Es, sin embargo, necesario encontrar alguna forma de marcar en el mapa de suelos el límite o la zona de transición de los suelos de trumao, particularmente donde estos limitan con una región de suelos Collipulli. En la forma más simple, esto puede hacerse en los mapas de suelos, usando símbolos dobles, o números, pero es a menudo más satisfactorio indicar la transición anotando cambios en la textura de los suelos superficiales, por ej. las arcillas Collipulli en la zona de transición, varían a Collipulli arcillo limosa o franco arcillo limosa. Algunas veces en la zona de transición, se suele encontrar una presentación exterior del suelo de Collipulli arcilloso, con islas de trumaos franco arcillo arenosa fina, y esto puede justificar la creación de una zona denominada complejo Collipulli: arcillosa y franco arcillo arenosa fina. Cualesquiera de estas tres técnicas puede ser la mejor según las condiciones locales, es conveniente, sin embargo, señalar de un modo u otro las zonas de transición en los mapas generalizados de reconocimiento de suelos. Los conjuntos de suelos importantes son reconocidos, usualmente como tales, por las comunidades agrícolas. Para la verificación de la profundidad real de las cenizas de trumao, antes que la erosión las remueva, es conveniente buscar las partes más planas de las cimas de los cerros aislados que ocasionalmente están presentes en el Llano. En algunos lugares pueden encontrarse indicios de cenizas de trumao en los paisajes de mesetas redondeadas de la Cordillera de la Costa, parece ser cierto que la mayor parte de la Cordillera de la Costa, en esta región de Chile, se encuentra fuera de la zona principal de acumulación de trumao.

Es interesante la diferenciación en el perfil de los suelos de cenizas. La variación de clima y vegetación no es muy grande en la re-

gión entre Talca y Los Angeles (la precipitación anual varía de 750 mm. a 1.250 mm. y la cubierta vegetal nativa antiguamente variaba de matorral de espinos (*Acacia cavenia*) a bosque de hoja ancha poco denso). Extendiendo la investigación a los cerros precordilleranos, los factores ambientales pueden ser ampliados para incluir regiones con una precipitación total anual de más de 2.500 mm. con un bosque denso en el cual predominan las especies *Nothofagus* y *Laurelia*. En sitios bien drenados, los suelos Collipulli muestran dos tipos de perfiles principales; diferenciándose principalmente en el grado de eluviación de las arcillas, la estructura del subsuelo, la movilidad que manifiesta el hierro y también en su fertilidad aparente. Los perfiles menos desarrollados se encuentran en las regiones bajas cerca de Linares, los que se gún los standard neo-zelandeses, por el estado de desarrollo, deberían considerarse como "inmaduros tardíos" (Late immature). Perfiles más desarrollados se encuentran en la cordillera, al Este de Parraí, donde el estado de desarrollo podría estimarse como "semi-maduro, mediano a tardío" (from semi mature to late semi mature).

Los suelos de trumao en sitios bien drenados, también presentan dos tipos distintos de perfiles. Uno es conocido como el tipo Santa Barbara y es un representante típico del "Franco Pardo Amarillento Inmaduro" de la clasificación neo-zelandesa. El otro es un perfil semi-maduro que se encuentra a mayores altitudes en la cordillera. Este suelo parece ser un pariente próximo del suelo Puerto Octay, delimitado más extensamente en la Provincia de Llanquihue. No se encontraron en los suelos de trumao de esta región, perfiles con gleizados más intensos, y en los lugares donde aumentaba la humedad, por depresiones del terreno, la principal característica era la formación de suelos profundos y de color pardo oscuro en la superficie.

Suelos derivados de rocas graníticas y rocas metamórficas.

La Cordillera de la Costa en estas latitudes está formada principalmente de rocas graníticas. La precipitación anual oscila entre 1.000 y 1.750 mm., y sólo algunos de los cerros más altos reciben alrededor de 2.500 mm. Considerando hasta la desembocadura del Bío-Bío, la vegetación original va desde matorral (Arbustos costinos) a bosques de latifoliadas. Los perfiles de los suelos no muestran una gran diferencia bajo estos factores extremos y los problemas de pedogénesis son poco claros, si se plantea la interrogante por qué razón estos suelos graníticos son pardo rojizos o rojos en el subsuelo. Como se ha sugerido anteriormente, el color rojo se debe a procesos que han operado en estos suelos durante un período cálido y seco en épocas interglaciales. El problema de esta teoría es que los suelos no son de ninguna manera exclusivamente rojizos, muchos de ellos son de color pardo amarillento pálido, y si está presente la coloración rojiza, esta varía bastante en profundidad extendiéndose algunas veces muy adentro de la roca intemperizada. Las zonas intemperizadas más profundas de la roca no son

rojizas. Existe alguna posibilidad de que en muchos suelos graníticos, los colores rojizos del sub-suelo, sean provocados por la incorporación de cenizas volcánicas en la superficie. Esto no puede ser considerado como regla general para explicar la variación de color en suelos como el Cauquenes. La observación de campo es en parte insatisfactoria. Por ejemplo se presentan libres de cenizas muchos lugares de las mesetas altas, donde ellas deberían seguramente haberse depositado cuando el polvo volcánico cayó en esas regiones, aun cuando en las latitudes próximas a Chillán se suele encontrar una acumulación superficial de cenizas en algunas de las laderas suaves al oriente de la Cordillera de la Costa.

Lo más característico de las rocas graníticas, como material generador de suelos, es la intemperización que parece producirse en aquella parte del mineral agregado que se intemperiza generalmente hasta una gran profundidad, dejando rocas desintegradas y blandas. Este estado de intemperización no produce ninguna coloración rojilla acentuada; el granito desintegrado es sólo ligeramente manchado de pardo o amarillento. Muchas de las rocas graníticas (quizás la mayoría de las que se encuentran en Chile), parecen ir a un estado más lejano de intemperización durante la formación de suelos en el curso de lo cual, se produce la coloración roja. Durante la génesis del suelo, esto puede estar, en cierto modo, asociado con el desarrollo del ciclo orgánico. La formación de humus y el incremento en la cantidad y en la variedad de los ácidos orgánicos que circulan por los horizontes superiores del suelo, pueden producir la descomposición de los minerales relacionados con el hierro que son comparativamente resistentes a la descomposición por el ácido carbónico, hidrólisis y agentes inorgánicos asociados. Es bien sabido que los fosfatos de hierro y alúmina pueden ser disueltos por cierto grupo de ácidos orgánicos comunmente asociados con el ciclo orgánico del suelo, y puede ser que en esté hecho, radique parte de la explicación de la producción de subsuelos de color rojo en algunos suelos graníticos. El caso de suelos graníticos que no muestran subsuelos de color rojo, podría tener relación con variaciones pedológicas de los materiales generadores; por ejemplo, la presencia o ausencia de un grupo determinado de minerales. Además, pueden tener cierta influencia las diferencias en la cubierta vegetal asociadas con la exposición. La presencia ocasional de colores rojos en las zonas más profundas de las rocas en descomposición pueden asociarse con el paso producido por la percolación del agua de lluvia, arrastrando compuestos orgánicos. Los colores rojos en profundidad no son tan comunes y parecen estar asociados con zonas de rocas desintegradas donde el agua del suelo se puede mover relativamente libre. Es también notable, que concentraciones locales de materia orgánica vegetal, tales como ocurre cuando las raíces de los árboles se abren paso a través del granito descompuesto van acompañadas a menudo con el desarrollo de colores rojizos. Es un problema importante que necesita mayores estudios.

La importancia de la materia orgánica en la liberación de nutrientes para las plantas a partir de los minerales de las rocas, está

bien demostrada en las planicies de inundación del río Laja. Donde el río desemboca de la Cordillera hay un plano amplio compuesto de grava fina y arena andesítica y basáltica. Más abajo en el valle, hay dunas de arenas grises flanqueando el río, y el mismo tipo de arenas (algo mezclado con el cuarzo del granito) forma las acumulaciones de dunas recientes en la costa. Todos estos materiales generadores dan suelos potencialmente valiosos, pues contienen una reserva de nutrientes relanzara un ciclo orgánico eficiente. Las plantaciones experimentales de *Pinus insignis* en los suelos de grava del Laja resultarán probablemente ventajosas, porque sus subproductos orgánicos atacan la fracción mineral más fina en el suelo, y por lo tanto, liberan nutrientes en proporciones crecientes. Atestigua esto, el paso de material fuertemente intemperizado a través de los canaliculos de las raíces de las plantas. Del mismo modo, las dunas más antiguas de la parte baja del valle, pueden llegar a ser excelentes suelos agrícolas, una vez que se haya adoptado un sistema eficiente de manejo de suelos en base a la formación de humus.

Los suelos graníticos al Oeste de Los Angeles muestran gradualmente menor coloración roja en sus perfiles; y cerca del límite Sur de los suelos graníticos, la gran mayoría de los perfiles son amarillos parduzco pálido, moderados a fuertemente lixiviados y de perfiles moderadamente intemperizados. De esta manera hay un cambio gradual desde los suelos graníticos rojizos en el Norte, hasta un suelo granítico amarillento cerca del límite Sur de estas rocas. Puede haber correlación con la mezcla de minerales que se produjo durante la granitización de esta masa rocosa, o bien, podría ser el reflejo del cambio gradual en el clima y la vegetación de Norte a Sur.

Los suelos derivados de mica esquistos, se encuentran al Oeste de Los Angeles. Estas rocas a menudo se intemperizan profundamente, como las rocas graníticas pero dejan arena muy fina en lugar de arena gruesa. Con este material muchos de los perfiles de suelos toman un color pardo rojizo claro a pardo rosado.

La presencia de un conjunto de suelos pardo rojizo y rojo parduzco provenientes de rocas graníticas y mica esquistos (algunas veces parcialmente cubiertos con un manto de cenizas Collipulli pardo rojizas) hacen que la demarcación por inspección ligera sea una tarea de suerte. En observaciones más detalladas será necesario estudiarlos en calicatas para resolver cual es la presentación exterior de los suelos en la zona donde los Collipulli están asociados con los suelos derivados de mica esquistos.

Suelos formados en la sección media del Llano Central (Talca — Los Angeles)

La historia de la formación de suelos en la sección media del Llano Central puede haber sido aproximadamente como sigue:

I) En la época de la última glaciación este llano había alcanzado más o menos, su forma actual; una depresión longitudinal flanqueada al Oeste por la Cordillera de la Costa de estructura granítica, grano-diorítica y de mica esquistos; y al Este por la Cordillera de los Andes. Depósitos pedregosos (formados tal vez por las morrenas laterales de un ciclo de glaciación muy antiguo o por playas pedregosas de antiguos lagos que se encontraban presente al pie de las laderas de los Andes. Estos últimos es probable que existieran también a lo largo del lado oriental de la Cordillera de la Costa. El piso del Llano estaba ocupado principalmente por arcillas, arenas y gravas de origen fluvio-glacial y fluvio-lacustre. Algunas veces se presentan en estratas, alternando con otras de cenizas volcánicas y con toscas cementadas. El piso antiguo del Llano era plano, de relieve suave, quebrado en partes por colinas redondeadas, restos de morrenas terminales de antiguos glaciales. Deben haber existido varios lagos grandes en diferentes épocas.

II) El límite del hielo durante la última glaciación, parece no haber llegado lejos desde la Cordillera de los Andes. Las morrenas terminales de estos glaciales laterales y las depositaciones de piedras, fueron quizás la contribución más significativa de este último ciclo de enfriamiento para la geomorfología del Llano Central.

III) Antes que el hielo se hubiera derretido completamente en los valles andinos, ocurrió un suceso de importancia. Se produjo una lluvia lenta y sostenida de polvo fino, volcánico básico. Esto parece haber sucedido sobre toda la mitad oriental de Chile central, desde Parral en el Norte hasta Chiloé por el Sur. Varios volcanes deben haber contribuido a estas eyecciones de ceniza. Sin embargo, en toda esta larga extensión se aprecian diferencias claras en las características macroscópicas de las cenizas.

IV) Parte de las cenizas fueron redistribuidas tan pronto como cayeron. El clima pudo haber sido tal, que el manto de hielo se derritió rápidamente, originando esteros y ríos turbulentos que formaron conos aluviales escarpados con mucha grava, mezclados con cenizas que se depositaron sobre el piso del Llano Central. En algunos lugares las cenizas fueron removidas por un lavado intenso para formar estratas profundas de cenizas coluviales que están casi desprovistas de piedras. Mientras que nubes de polvo continuaban, tal vez, depositando las cenizas sobre diversos elementos del paisaje en espesores de unos 3 m.; en algunos lugares cubrieron con un nuevo manto de polvo volante a las cenizas depositadas con anterioridad y a los depósitos aluviales de éstas. Los fuertes vientos parece que movieron las cenizas, como loess, formando dunas bajas y rellenaron las depresiones topográficas poco profundas.

V) Al final de este período de depositación de cenizas, parece haber existido un intervalo medianamente largo con poca actividad volcánica. Durante este período, los ríos andinos extendieron sus conos

aluviales a través del Llano, cambiando sus cursos de un lado a otro, removiendo muchos de los depósitos de “abanicos aluviales” primitivos, y separaron otros sectores de manera que ahora aparecen como restos de antiguas terrazas. Una nueva serie de sedimentos pedregosos más jóvenes, llegaron al piso del Llano Central y en estos, la proporción de cenizas volcánicas antiguas, se encuentran menos concentrada.

VI) En algún momento de este período, comenzó la depositación de ceniza. Estos polvos volcánicos más recientes son del tipo andesítico, y su forma de depositación indica que algunos de estos materiales pueden estar relacionados, en algunos casos con troneras individuales o con grupos de volcanes; por simple examen en el campo, se observa poca diferencia en la composición de las cenizas. Hubo posiblemente a lo menos 4 centros principales de producción de cenizas, pero la actividad volcánica de todos fue probablemente contemporánea. La naturaleza de esta actividad involucró explosiones intermitentes, que produjeron lluvias de depósitos gruesos en la vecindad de las troneras, y una lluvia de cenizas finas sobre las regiones circundantes. Gran parte del polvo parece haber caído sobre el territorio argentino.

VII) Como resultado de este último período de depositación de cenizas, los ríos se llenaron de ellas y se salieron de sus cursos, depositando agua con ceniza sobre una extensa área del Llano Central. Inundaciones posteriores arrastran estas cenizas mezcladas con otros materiales aluviales misceláneos, dando lugar a nuevos “set” de suelos aluviales y trumaos mezclados.

VIII) Al término de este último período de depositaciones de cenizas, los ríos se establecieron en nuevos cursos y recomenzaron las depositaciones aluviales normales.

Las consideraciones anteriores se refieren solamente a los procesos que ayudaron a formar el paisaje. Además han ocurrido varios fenómenos específicos locales que han tomado parte en la formación del suelo de algunos lugares. El desarrollo de “panes” impermeables, llamados localmente “toscas” es un ejemplo de ello.

Las capas de toscas encontradas en esta parte de Chile parecen ser de cuatro tipos a lo menos.

I) Cerca de Victoria, algunas de las tierras del Llano Central están cubiertas con trumao redistribuido, pero bajo las capas de cenizas hay un horizonte cementado de gravas gruesas, escoriáceas, grises obscuras. La grava es angular pero medianamente fina. Este horizonte cementado es corriente en la planicie y está ausente de los cerros cercanos y, por lo tanto, no puede derivar directamente de la lluvia volcánica. La grava es demasiado angular para suponer que es una depositación aluvial, y la idea más factible parece ser que representa un flujo de barro con grava de la brecha de algún lago glacial cercano.

II) En la cordillera sobre parte del pie de los cerros, se encuentran importantes depósitos de escorias con gravas. Estos están a menudo cementados, pero son de origen subaéreo (depositados por gravedad desde el aire) y siguen la curva del paisaje actual.

III) Además un tercer tipo de tosca es el que está asociado con un torrente rápido de escorias incandescentes. Uno de ellos parece haber descendido por el valle del Laja desde un cráter cerca del Antuco. Al parecer una corriente rápida de gravas incandescentes relleno muchas de las depresiones del Llano entre Chillán y un punto un poco al Sur del Salto del Laja. El borde del Salto del Laja está compuesto del material perteneciente a esta capa de tosca, de unos 3 m. de espesor. Este tipo de tosca está muy fuertemente cementada y se asemeja a una "breccia".

IV) Otro tipo de tosca se produce por la cementación de materiales glaciales finos y gruesos.

El agente cementante de esta clase de tosca parece ser variable. El hierro y el humus son responsables en la cementación de algunas toscas, pero a menudo los agentes cementantes no se pueden identificar en el campo. Se cree que en algunos casos el agente cementante sea la sílice coloidal o hidratada. La cementación por depositación del carbonato de calcio se observó en pocos casos.

CORRELACION DE LOS SUELOS DE NUEVA ZELANDA Y LOS SUELOS CHILENOS DE ESTA REGION

Muchos de los suelos de Chile de esta región se parecen bastante a los tipos de suelos de Nueva Zelanda, aun cuando las prácticas de uso del suelo no se asemejan. Esto se debe principalmente a la diferencia en la distribución de las precipitaciones. La precipitación total y las temperaturas medias tienen variaciones anuales semejantes en ambas regiones; pero en esta parte de Chile hay un período marcado de sequía de verano; muchos de los terrenos entre la costa y la precordillera tienen cuatro o cinco meses con menos de 50 a 100 mm. de lluvia. Ninguna región de Nueva Zelanda presenta un período de verano seco, tan largo, exceptuando partes de Otago Central. En veranos ocasionales, el clima de los llanos de la región de Canterbury en Nueva Zelanda, se parecerían al existente en Chillán. Esto significa, por ejemplo, que los suelos de cenizas volcánicas de Chile, no pueden sostener los tipos de pastos de Nueva Zelanda, salvo que se le regara, y esto podría explicar en gran parte, por qué los trumacos de Chile, son actualmente menos productivos que sus congéneres neo-zelandeses. Todos los factores ambientales como precipitación anual y temperatura, podrían ser similares en ambos países, pero las condiciones estacionales no son tan fáciles de comparar como parecería a primera vista.

Las principales diferencias visibles en el suelo parecen deberse a la intensidad de la intemperización, los suelos de trumaco están esen-

cialmente menos intemperizados y la intemperización es más lenta que muchos de los "*Franco, pardo amarillento*" de Nueva Zelanda. Para los Edafólogos neo-zelandeses, Chile proporciona ejemplos de variación de franco pardo amarillento débil a ligeramente intemperizado, como los que podrían desarrollarse en la Isla Sur de Nueva Zelanda que tienen gruesas capas de cenizas volcánicas. Es así como muchos loess de las llanuras de Southland y en la cordillera de Catlins de la región sur de Nueva Zelanda. Esta semejanza aumenta si se compara con los trumaos de la isla de Chiloé.

Debido a la diferencia del estado e intensidad de la intemperización es difícil encontrar los equivalentes precisos de Nueva Zelanda para los trumaos de esta parte de Chile. Los suelos Egmont y Otorohanga se relacionan con los suelos de trumao Santa Bárbara, pero no es una relación muy cercana.

Los Collipulli pardo rojizos, suelos de cenizas antiguas descritos en Chile, se parecen en algunos aspectos a los suelos de basalto de North Auckland (en especial con aquellos de las asociaciones de doleritas) y muestran otros aspectos que los relacionan con los suelos Hamilton.

Los suelos aluviales del Llano Central se parecen mucho a los suelos recientes de los llanos de Canterbury, por ejemplo, el aluvium más reciente de grava del valle del Laja y la Serie "Arenales" son superficialmente parecidos a muchos suelos aluviales de la Isla Sur. Las diferencias se harán más notorias con el tiempo cuando el aluvium esté más intemperizado, ya que los materiales chilenos son preferentemente andesíticos, mientras los de Nueva Zelandia son casi siempre menos ricos en minerales ferromagnésicos.

Las cenizas recientes como las que cubren las laderas del volcán Chillán son normalmente arenas grises oscuras, bastante semejantes a los suelos Ngaurahoe de las laderas del monte Ngaurahoe en Nueva Zelanda.

PARTE III

SUELOS EN LA ZONA ENTRE LOS ANGELES (LAT. 37° 30' S.) Y PUERTO MONTT (LAT. 41° 30' S.)

Distribución de las cenizas volcánicas.

Un gran sector de esta zona está cubierto de cenizas volcánicas y parte de los suelos derivan de este tipo de material generador. Gruesas capas de cenizas volcánicas, que muestran bandas claras debido a las diferencias en el tamaño y naturaleza de las partículas mineralógicas que componen las sucesivas lluvias de materiales, se extienden directamente hacia la costa en la Provincia de Valdivia. Las mesetas ubicadas en la Cordillera de la Costa están a menudo cubiertas con capas de cenizas moderadamente gruesas, aunque se encuentran a menudo, sectores de suelos formados en la roca subyacente. En estas provincias del sur, las rocas graníticas que forman la mayor parte de la Cordi-

llera de la Costa, hasta Angol, son reemplazadas por mica-esquistos. Correlacionado con este cambio de la formación geológica subyacente, hay una marcada alteración en la proporción de litosoles y suelos de tierras escarpadas en el paisaje. Este mismo criterio se aplica también a los cerros del pie de la Cordillera de los Andes, al Norte de Osorno; el 50 % de los suelos de los cordones cordilleranos y precordilleranos se clasificarán como suelos de cerros y menos del 5 % como litosoles. La cantidad de cenizas que cubren estas laderas varían mucho, y en algunos casos la presentación exterior de los suelos es compleja, y tendrá probablemente que delimitarse como complejos de suelos, con y sin cenizas.

Hay por lo menos 13 conos volcánicos importantes a lo largo de la cordillera entre la latitud de Los Angeles y Puerto Montt, y varios de estos han estado en erupción durante el presente siglo. En cortes verticales muy profundos vistos a orillas de los caminos, muestran que en el pasado, hubo considerable diversidad de deyecciones desde centros diferentes, aunque los depósitos posteriores muestran algo de uniformidad. Podría haber alguna posibilidad de identificar el material de las cenizas de los diferentes centros por medio de estudios mineralógicos, pero en el terreno se observa poca diferencia entre las cenizas del volcán Antuco en el Norte y las del volcán Osorno, unos 4° de latitud más al Sur.

La mayoría de los materiales volcánicos consisten en capas de cenizas finas y las estratas formadas por lluvia de materiales bien delimitados están notoriamente ausentes, a lo menos en lo que se refiere a los terrenos de poca elevación del Llano Central y la Cordillera de la Costa. Estratas de materiales volcánicos de una fase explosiva repentina, son algo más comunes a lo largo de la precordillera, una característica que está relacionada a la proximidad creciente a las actuales fisuras volcánicas. Hay muy pocas estratas de cenizas importantes como las descritas por Aüer. ("Las capas volcánicas como base de la cronología post glacial de Fuego Patagónica", Revista de Investigaciones Agrícolas, Vol. III, N° II, Buenos Aires).

Aüer se refiere a capas importantes de pumicita cerca del lago de Todos los Santos y Puerto Montt, y ha sugerido que el punto de origen podría haber sido el volcán Osorno. Hay un horizonte pumicítico profundo parecido al descrito por Aüer, en las capas de cenizas cerca de Villarrica, y bien podría ser que el volcán Villarrica sea la fuente de este material y no el Osorno. Aüer considera que estas lluvias de materiales no tienen menos de 10.000 años. La pumicita del Villarrica parece encontrarse en el centro de las capas de cenizas arenosas cuyo color pardo oscuro está manchado con un mineral intemperizado blanco. Estas capas de cenizas envolventes no son muy diferentes, a las capas de cenizas arenosas pardo oscuras de la isla de Chiloé, que encierran un horizonte eruptivo de lodo arenoso. El suelo conocido como Puerto Octay parece derivarse de esta misma capa de cenizas arenosas, pardo oscuras. No se estudió durante el breve tiempo de que se dispuso,

la relación estratigráficas entre estas importantes capas de cenizas pardo oscura y las cenizas subyacentes más intemperizadas que dan lugar a las arcillas pardo rojizas, suelos Fresia y Mulpún (que no son muy diferentes en algunos aspectos a los suelos Collipulli). Este mismo material de cenizas, coloreado de rojo, arcilloso, fuertemente intemperizado, también se encontró en profundidad en la isla de Chiloé, pero no formó suelos en la isla.

Las capas de ceniza más recientes (las más altas en el perfil), muestran gran variación en espesor aún en paisajes de relieve suave. Por ejemplo, cerca de Valdivia (un punto regularmente apartado de cualquier centro de actividad volcánica) la ceniza parece tener varios pies de espesor; en contraste con lo que se observa cerca de Osorno, donde en paisajes de relieve similares, las capas de cenizas recientes son comparativamente más delgadas, aún cuando están situadas geográficamente más cerca de los centros de erupción. Este tipo de irregularidad en el espesor de las capas de ceniza es común en esta parte de Chile, y cuando la presentación exterior de los suelos sea estudiada con más detalle se podrán comprobar las actuales sospechas de que existen algunos factores locales que han determinado que las cenizas se acumularán, o se volarán en el momento de la depositación. Auer, en sus estudios en el Sur de Argentina, confirma que los climas post glaciales en esta región mostraron el ritmo normal de "Boreal a Atlántico" hacia el "sub Boreal a sub Atlántico", y que los cambios de vegetación se produjeron en armonía con la oscilación del clima. Es posible, que la vegetación de esta región de Chile central, mostrara una presencia exterior compleja de bosques y praderas, en la época en que la depositación de cenizas fue más activa. Las cenizas finas que se acumularon en los campos con bosques fueron menos susceptibles a la erosión eólica que las cenizas caídas en las praderas, o cerca de las tierras estériles. Si esto fue así, puede concebirse que las capas de cenizas lleguen a ser más gruesas en las regiones de mayores precipitaciones como sucede en la región Oeste de la Provincia de Valdivia.

Un problema similar surge en relación con el espesor de las cenizas que cubren los substratum de gravas y arenas ocupados por los suelos de "Ñadis". Estos son derivados de cenizas volcánicas desarrollados en condiciones de nivel de agua freática alta. En ninguna parte del llano, los depósitos de cenizas son más delgados y es la presencia de horizontes fuertemente cementados en las gravas subyacentes, las que producen este nivel de agua freática alta, que tiene tanta influencia en el desarrollo del suelo. Si los suelos de ñadis se desarrollaran solamente en capas de cenizas resultantes de las distintas erupciones posteriores, sería fácil deducir que el relleno por gravas en las tierras bajas se produjo en un tiempo relativamente posterior en la cronología de los acontecimientos; pero desafortunadamente las cenizas que cubren las gravas muestran la misma estratificación vertical existente en las tierras adyacentes cuyos relieves son ondulados. La única diferencia es que cada estrata en los terrenos planos es sólo una fracción del espesor

del mismo material en los terrenos ondulados. Parecería, por esto, que el material de cenizas que fue capaz de mantenerse en los campos ondulados, no pudo permanecer en los terrenos planos bajos. Los materiales cementantes de la grava parecen ser principalmente ferruginosos y podrían perfectamente hacer las veces de un pan pedológico formado tiempo atrás, y que quizás fue responsable de la transformación de muchas de las tierras bajas en un lago estacional que se secaba en Verano. Bajo tales condiciones, ninguna cubierta vegetal sería capaz de desarrollarse y cualquier ceniza caída sobre estas planicies pudo ser susceptible a la erosión eólica durante el verano. Con más detención podría demostrarse que las capas más gruesas de ceniza de las tierras onduladas y terrazas adyacentes a las planicies, son en parte de origen eólico (Ejemplo: loes).

Proceso de formación de los trumaos.

Algunas de las acumulaciones de grava que emergen del llano están libres de cenizas y en estos suelos se produce una podzolización, o bien, una lixiviación muy fuerte. En muchos casos el subsuelo muestra un pan de hierro cementado, y algunas veces los horizontes inferiores están gleizados. En Nueva Zelanda, estos últimos se llaman podzoles gleizados, y en cualquier parte se les reconocerá como podzoles de agua freática o húmicos. Son análogos a los suelos Pakahi de la costa Oeste de la Isla Sur de Nueva Zelanda y se les reconoce como suelos muy difíciles de cultivar. Esta es una indicación de que la intensidad de la lixiviación en esta región de Chile es muy fuerte.

Sin embargo, muchos perfiles de suelos de trumao no muestran un grado de lixiviación tan intenso. Por una parte ellos son más jóvenes que los depósitos de gravas. Un factor más significativo aún podría ser la naturaleza relativamente básica de las cenizas volcánicas. Parte del material de las cenizas son minerales ferromagnéticos finamente divididos que son más susceptibles de intemperizarse que las gravas. Aún cuando la intensidad de lixiviación puede ser elevada, el grado de intemperización en las capas de ceniza podría ser adecuado para mantener los suelos en un estado joven. Unos pocos suelos bien drenados de trumaos, podrían ser estimados en un estado de desarrollo más que un "semimaduro", para los standard de Nueva Zelanda, y algunos están todavía en un estado "inmaduro tardío". También debe recordarse que, en general, muchos trumaos en Chile se están desarrollando bajo un régimen de intemperización más débil que los "Franco, pardo amarillentos" de Nueva Zelanda.

Los suelos de trumao en las zonas de mayor precipitación del centro sur de Chile (ej. Valdivia), muestran variaciones interesantes en el desarrollo del perfil. Los perfiles desarrollados bajo una precipitación mayor de 2.500 mm. no muestran podzolización, sino que los horizontes del subsuelo se hacen sueltos, sin cohesión, tiene una estructura pobremente desarrollada, son de color pardo anaranjado brillante y a

veces muestran desarrollo de concreciones ferruginosas blandas. Estos suelos son, sin lugar a dudas, fuertemente lixiviados pero como en muchos suelos derivados de materiales originales básicos, la forma del hierro en el suelo parece impedir un fácil movimiento por lixiviación.

Otro miembro en esta secuencia de desarrollo se encuentra cerca de Villarrica, donde la lixiviación es medianamente fuerte, y los perfiles son intermedios entre los suelos de Valdivia y Santa Bárbara. Colores más brillantes en los suelos de Villarrica y la tendencia a formar agregados grandes y ligeramente firmes en el subsuelo, son las principales características de este estado particular de desarrollo. Este perfil se encuentra frecuentemente entre Rucumanqui por el Norte y el lago Ranco por el Sur, y probablemente deberían diferenciarse de los suelos Santa Bárbara que los rodean.

Sólo unos pocos suelos de cenizas volcánicas de Nueva Zelanda se desarrollan en situaciones de nivel de agua freática alta, y el perfil de los suelos de ñadi no tiene gran extensión geográfica en Nueva Zelanda, a pesar de que no son muy diferentes de algunos suelos cerca de la ciudad de Invercargill, en el llano de Southland. El movimiento descendente del hierro movilizado durante la estación en que los ñadis están saturados, y el consiguiente movimiento y oxidación de este hierro en las gravas subyacentes deben contribuir seguramente a un empeoramiento gradual de las condiciones de drenaje en estos suelos.

Pequeños sectores podzolizados se presentan asociados con árboles de coníferas de crecimiento lento, los que no son tan comunes en esta parte de Chile como en la cercana isla de Chiloé. Sin embargo, parece haber considerable variación en el efecto que producen las diferentes especies forestales. Esto también es bien conocido en Nueva Zelanda y puede constituir un tema interesante para investigar, el comparar el relativo "poder de podzolización" de las especies *Nothofagus* de Chile y Nueva Zelanda; y también comparar el efecto de los *Podocarpus*, *Dacrydium* y *Libocedrus* y otros géneros que son comunes en ambos países.

En esta región de Chile, parecería que los *Nothofagus Dombeyi*, *Nothofagus antártica* y *N. pumilio*, son factores más importantes en el desarrollo del suelo que otros miembros del género *Nothofagus*. Los *Dacrydium* y *Libocedrus* parecen tener una influencia semejante en la formación de suelo en ambos países, pero las pocas especies de *Podocarpus* encontradas en Chile son casi equivalentes a los *P. spicatus* (pino negro neo-zelandés) y no tan importante como factor de formación de suelo como otros *Podocarpus* neozelandeses. El Alerce, grande y longeva conífera chilena, (*Fitzroya*), parecería tener tanta influencia en el fenómeno de la lixiviación como el kauri (*Agathis australis*) en Nueva Zelanda. Pero la *Araucaria* que es otra Conífera importante en Chile, parece tener menos influencia en el desarrollo del suelo. Está claro que ambos países tienen un campo común muy interesante de relaciones planta-suelo.

Aún quedan suficientes bosques naturales en esta parte de Chile para hacer estudios ecológicos de este tipo tan útil. Sin embargo, los bosques naturales de Chile están desapareciendo muy rápidamente, y muchos de ellos no son de fácil acceso. Parte del tiempo se utilizó en la visita a los bosques de araucaria en la parte alta de la precordillera, al interior de Cunco. Este bosque crece en suelos recientes de deyecciones volcánicas del volcán Llaima. Algunas de estas escorias volcánicas son muy recientes, y se pueden encontrar en las uniones entre las ramas y troncos de algunos árboles más viejos.

Suelos recientes de cenizas volcánicas.

Las capas de cenizas más jóvenes, lejos del centro de la erupción, no están estratificadas, pero al aproximarse al centro de la erupción a lo largo de cualquier radio, la estratificación pronto se hace visible y la textura, más gruesa. Las texturas a cierta distancia pueden ser franco arenosas finas, y hay corrientemente una progresión de franco arenosa hasta arena gruesa, con aumento de mezclas de escoria fina y gruesa. En las laderas actuales de los volcanes, el material es a menudo escoria estratificada fina y gruesa, y la textura más común del suelo es arena con gravas. De igual manera, el color del suelo cambia desde pardo y amarillo-parduzco hasta gris oscuro. Los suelos volcánicos recientes son corrientemente gris oscuros o pardo grisáceos cerca de la fisura volcánica actual, y sus minerales están poco intemperizados. En las pendientes y planos de la vecindad inmediata a los crateres, los suelos son profundos, de color gris oscuro y muy escoriáceos, y muestran pocos signos de desarrollo en el perfil.

Estos suelos volcánicos recientes, están estrechamente relacionados a los aluviones del mismo material depositados por los ríos en las tierras bajas a muchas millas de distancia. Los suelos volcánicos recientes deberían mostrarse en los mapas, pues representan suelos que contienen una gran reserva de nutrientes y son corrientemente muy buenos suelos para proyectos de forestaciones, a pesar de estar sujetos a la destrucción por reactivamiento volcánico. En estos suelos el crecimiento de los árboles puede ser extremadamente rápido: tanto la Araucaria como el Libocedro muestran incrementos anuales muy buenos, tanto en circunferencia como en altura,

PARTE IV

SUELOS DE LA ISLA DE CHILOE EN LA LATITUD 42° 30' S.

Los suelos de la isla de Chiloé son de interés para un neozelandés porque se han formado bajo un tipo de bosque típicamente neo-zelandés, compuesto de mezclas de latifoliadas, especies de Podocarpus y otras relacionadas con Nothofagus. La visita a la isla de Chiloé se hizo en parte para averiguar si el microrelieve del suelo mostraba una correlación con el mosaico de vegetación, donde distintas especies de árboles pueden asociarse con diferentes estados de desarrollo del perfil del suelo.

Los materiales de origen disponibles para el estudio dentro de un radio de 30 kilómetros de la ciudad de Castro, son los siguientes:

I) Depósitos fluvio glaciales (grava fina y arena gruesa de origen andesítico en forma ocasional con pumicita).

II) Capas lacustres, marinas y glaciales, principalmente arena y grava fina.

III) Capas de cenizas volcánicas, de depositaciones bien definidas, correspondientes, por lo menos, a cuatro períodos.

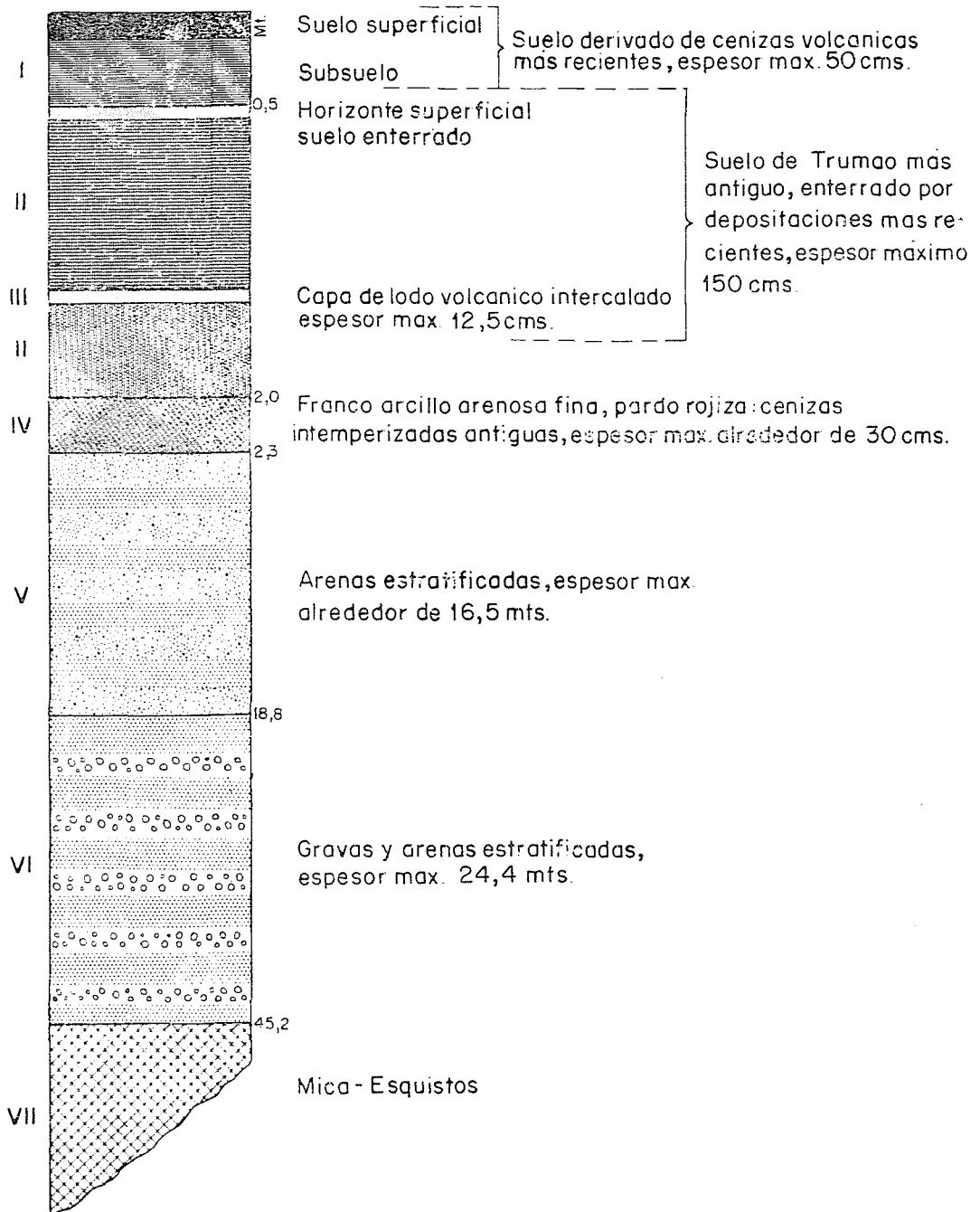
IV) Mica-esquistos, la roca basal de la región.

Uno u otro de estos materiales pueden estar ausentes en algunos sitios debido a la erosión local. Por ejemplo: las antiguas capas de cenizas más bajas, están a menudo ausentes al Norte de Castro. La capa media y más gruesa de ceniza (II del gráfico), muestra corrientemente una estrata delgada pero visible de lodo volcánico (III del gráfico), más o menos al centro de la capa. Esto representa probablemente un breve período cuando hubo una erupción violenta de un cráter lacustre, que arrojó sedimentos de lodo del fondo del lago. Este intervalo explosivo, sucedió durante un período en que la acumulación de cenizas fue más bien una lluvia sostenida de polvo volcánico.

Un suelo enterrado por estas cenizas puede verse en algunos sitios, lo que sugiere que hubo un largo período de reposo entre el término de este período de acumulación y el comienzo del siguiente. En este último estado las cenizas más recientes (I del gráfico), son algo similar a los materiales andesíticos que dieron lugar a los suelos Santa Bárbara de más al Norte. En la isla de Chiloé, este material tiene rara vez más de 50 cm. de espesor, mientras que en el continente es generalmente más profundo. Por ejemplo, en muchos lugares de Chiloé, este tipo de ceniza, puede dar lugar a algo más que un delgado horizonte superficial de textura franco limosa al acto, en donde el subsuelo se ha

desarrollado en las estratas subyacentes de cenizas más antiguas y de color pardo oscuro.

La secuencia vertical típica en un corte profundo puede representarse como sigue:



De las diferentes capas anotadas: (I) está comunmente en todos los suelos, menos en los de pendientes más escarpadas; (II) es el material generador de algunos suelos en las pendientes al nivel de las terrazas marinas que forman la mayoría de los suelos de la mitad oriental de la Isla de Chiloé; (III) es el material generador para algunos de los suelos en las pendientes más escarpadas; (IV) no se encontró formando suelo, aún cuando indudablemente contribuye a los perfiles de los suelos de cerros al Oeste de Castro; (V) forma los suelos en las pendientes más escarpadas de las terrazas marinas al Norte y al Oeste de Castro (donde el cultivo repetido de papas en surcos en dirección de la pendiente ha provocado una erosión muy acelerada); mientras (VI) y (VII) constituyen el material generador sólo en la formación de suelos en las pendientes de la Cordillera de la Costa.

Al delimitar la presentación exterior de los suelos en la isla de Chiloé, será necesario hacer un estudio cuidadoso de los diferentes materiales generadores, antes que prestar mucha atención al desarrollo del perfil del suelo, de manera que las características pedogénicas puedan ser separadas de las diferencias causadas por variaciones en la naturaleza de los materiales generadores estratificados.

El manto de trumaos más reciente cubre casi todas las regiones más estables en el paisaje cerca de Castro. Los suelos de trumao de Chiloé central pueden considerarse de dos clases para los fines de su reconocimiento. En la parte oriental, los perfiles están apenas ligeramente desarrollados; mientras que más hacia el Oeste, los perfiles muestran claros signos de lixiviación. Comparándolos con suelos descritos en Nueva Zelanda, los suelos cerca de Castro se reconocerían como de un desarrollo "semi maduro precoz" y los suelos al Oeste de Castro representarían un estado "semi-maduro tardío a debilmente podzolizado". La comparación no puede ser exacta debido a que los suelos chilenos se están desarrollando en un ambiente de intemperización más débil que la mayoría de los suelos "franco, pardo amarillentos" de Nueva Zelanda. Los equivalentes neo-zelandeses más cercanos se pueden encontrar en la isla Chatham, una pequeña isla lejos de la costa de la Isla Sur. Es también interesante encontrar muchas características en los suelos de Chiloé, que corresponde muy aproximadamente a los suelos de la región Southland de Nueva Zelanda, aún cuando estos no derivan de cenizas volcánicas sino que de loess. El clima de Southland se parece bastante al de Chiloé, pero no hay duda que las cenizas de Chiloé son realmente estratas de cenizas y no loess; las diferentes capas siguen la topografía muy ondulada en forma muy estricta, para ser de origen loesico, y la composición de las sucesivas capas varía mucho.

El suelo cerca de Castro tiene generalmente el siguiente perfil:

0 — 18 cm.—Pardo oscuro, franco limosa; estructura de miga muy suelta, se desmenuza rápidamente.

- 18 — 25 cm.— Pardo oscuro, franco limosa, con débil moteado pardo amarillento.
- 25 — 38 cm.— Pardo amarillento, franco limosa, agregados firmes, con una costra amarillo rojiza débil, rodeando los agregados, moderadamente compacto.
- 38 — 50 cm.— Pardo amarillento a amarillo parduzco, franco limosa, ligeramente compacto.

Este perfil parece haberse desarrollado bajo un clima tibio a frío, con una precipitación de alrededor de 2.000 mm. al año (sin meses secos) y bajo un tipo de bosque mixto de *Nothofagus* y de especies latifoliadas. Cerca de Castro quedan pocos bosques naturales, pero fue examinado con algún detalle un lugar en que crece un grupo de *Nothofagus Dombeyi*. Aquí el perfil mostraba una capa de hojarasca (horizonte Ao) de 5 cm. de espesor, compuesto principalmente de capas comprimidas de hojas de *Nothofagus* y pequeñas ramas. El horizonte A₁ está mejor humificado y mejor estructurado que los suelos cercanos, que han estado sujetos a cultivos durante 80 a 100 años. La parte más baja del horizonte A, presenta agregados más sueltos que la parte superior. El horizonte B no está claramente diferenciado del C, y el único signo de movilización del hierro, es la presencia de partículas de color rojo oxidado revistiendo los canales de antiguas raíces. En un corte del camino cercano, el horizonte B mostraba una estructura columnar muy débil.

En contraste con los suelos de Castro, al oeste de esta ciudad, se tiene generalmente el siguiente perfil:

- 10 — 0 cm.— Capas de hojas totalmente descompuestas (turba, franca, pardo oscura).
- 0 — 10 cm.— Gris parduzco muy oscuro, turboso, franco limosa, con estructura de miga débil.
- 10 — 20 cm.— Pardo grisáceo, franco limosa, casi sin estructura.
- 20 — 23 cm.— Pardo oscuro, moteado fino de amarillo rojizo, franco limosa, pesada.
- 23 — 28 cm.— Pardo brillante (rojizo); franco limosa; con agregados rojo amarillentos, débiles, esparcidos a través de este horizonte y concreciones duras ocasionales.
- 28 — 50 cm.— Pardo amarillento, franco limosa.

Este perfil parece estar asociado a un clima con precipitaciones ligeramente superiores (2.500 a 2.750 mm.), mayor nubosidad, y condiciones más frescas y más húmedas que las que se registran en las zonas adyacentes que generan los suelos próximos a Castro. Los bosques contienen una proporción regularmente alta de *Podocarpus* sp. y

Dacrydium sp. y una regular cantidad de Nothofagus sp., como también muchas especies latifoliadas (principalmente Laurelia).

Es interesante anotar que los Podocarpus aisladamente tienen una apreciable influencia en los suelos en los cuales crecen. La velocidad de lixiviación, bajo muchos de los árboles más grandes es suficientemente rápida como para desarrollar perfiles con características de podzoles, pero delgados. Como en Nueva Zelanda el factor principal parece ser la formación gradual de un cono de hojarasca semi-descompuesta a través del cual pasa una corriente acrecentada de agua de lluvia (aumentada por la retención que hacen las ramas y troncos de los árboles que concentran la lluvia alrededor del pie de éstos). La efectividad de la lixiviación parece aumentar bastante por la potencia de ciertos compuestos orgánicos producidos por la lenta descomposición de la hojarasca. Los perfiles más desarrollados observados en la isla de Chiloé muestran clara podzolización:

- 20 — 0 cm.— Pardo rojizo oscuro, humus, franco (Loamy peat); algo fibroso.
- 0 — 5 cm.— Pardo grisáceo oscuro, humífero; franco limosa.
- 5 — 8 cm.— Gris parduzco pálido, franco limosa.
- 8 — 13 cm.— Pardo; franco limosa, ligeramente humificada.
- 13 — 19 cm.— Pardo fuerte, franco limosa, débilmente moteado.
- más de 19 cm.— Pardo amarillento, franco limosa.

Perfiles similares al descrito se encontraron solamente bajo grandes Podocarpus. En Nueva Zelanda, un perfil así se reconocería como un estado "sub-maduro" en la secuencia del desarrollo del suelo. Hay por lo tanto, evidencia de un mosaico suelo-vegetación en la presentación exterior de los suelos, en esta parte de la isla de Chiloé.

Es posible que los perfiles que corresponden a esta descripción se hagan más comunes en el lado occidental de la isla de Chiloé. El reconocimiento aéreo muestra que la proporción de Podocarpus y Libocedrus en los bosques aumenta hacia el Oeste. Al mismo tiempo que se observó que muchos de las mesetas altas de la Cordillera de la Costa estaban cubiertos con una vegetación de arbustos achaparrados con bolsones de pastos altos. En algunos lugares estas praderas parecen estar en proceso de ser invadidas rápidamente por bosques nuevos de Dacrydium. Existe la posibilidad que la delgada capa de ceniza volcánica no estuviera totalmente adaptada para mantenerse en estas serranías poco protegidas, y por eso los suelos aquí pueden haberse desarrollado directamente sobre la roca basal. Si estos materiales generadores son ricos en sílice podrían podzolizarse más fácilmente que las cenizas volcánicas y los cambios en la vegetación pueden estar relacionados con la degradación progresiva del suelo, como sucede en Nueva Zelanda. Una

hipótesis parecida, indicaría, que la presentación exterior de vegetación actual se ha producido por incendios repetidos.

En la terminología neo-zelandesa, los suelos de la isla de Chiloé, pueden caracterizarse como "*Franco, amarillentos debilmente intemperizados*", variando de moderadamente lixiviados a debilmente podzolizados, y localmente podzolizados con intensidad.

Una correlación exacta es más difícil con los tipos de suelos actuales de Nueva Zelanda. Morfológicamente, los suelos de Chiloé, tienen congéneres casi exactos en la región de Catlin del Distrito y Southland de Nueva Zelanda. Las prácticas de manejo bajo cultivo y forestación también parecen seguir de cerca los padrones del área de Catlin. En Chiloé son comunes las lecherías y las praderas para ovejas, y las papas y cereales son los cultivos principales. La calidad del pasto no es buena y el manejo es a menudo muy deficiente, con una alta proporción del área que se invade nuevamente por matorral bajo (como fue el caso del área de Catlin en Nueva Zelanda alrededor de 1938). Será muy fácil transformar Chiloé en un área productora de más leche y carne, semejante al distrito de Southland, que es una de las mejores áreas cultivables de Nueva Zelanda. En Chiloé la falta de caminos, de transporte y capital para el desarrollo de la tierra son obstáculos no muy fáciles de solucionar. Sin embargo, una vez que el proceso comience, no hay duda que el establecimiento de praderas y técnicas de manejo de empastadas se puedan basar en la experiencia obtenida en los suelos similares de Nueva Zelanda.

PARTE V

DISCUSION

Desde su creación en 1942, el Servicio de Suelos de Chile, ha estudiado con diversos grados de detalle, muchos de los suelos de importancia agrícola. Los reconocimientos de suelos más detallados y los mapas interpretativos que de ellos se obtienen (indican factores simples como son: textura, profundidad, características de drenaje, necesidades de abonos, etc.), tienen mucha aceptación entre los agricultores y silvicultores, quienes están aumentando constantemente la demanda por este tipo de información. Al mismo tiempo, los funcionarios del Servicio de Suelos, tienen la convicción de que es necesario extender el reconocimiento generalizado de suelos a todo el país, a fin de demarcar los suelos potencialmente adecuados para el desarrollo de la agricultura y de la silvicultura y así obtener un cuadro completo de los recursos de suelos de que se dispone. De este último, saldrá el esquema final para la clasificación de los suelos de Chile. La presente investigación ha mostrado que en muchos suelos de Chile las relaciones genéticas pueden distinguirse claramente, y es muy probable que este tipo de clasificación será muy útil para relacionar los recursos de suelos de que dispone Chile, y por último, será un valioso instrumento para una ulterior in-

vestigación agrícola o forestal, como se hace en Nueva Zelanda y otros países donde los factores generadores del suelo son igualmente dinámicos y operan en períodos de tiempo comparables.

Puede ser conveniente, el intentar la preparación de un mapa generalizado que muestre las relaciones genéticas de los suelos de Chile, particularmente de los trumaos y los suelos de cenizas volcánicas ya mencionados (Collipulli, Ñađi, etc.), donde pueden observarse diferencias importantes en fertilidad, a igualdad de textura, profundidad, estructura, color, o drenaje, etc. Los suelos de cenizas volcánicas de Chile, pudieran ser el tema de un estudio de gran amplitud, para determinar relaciones genéticas.

El informe precedente ha mencionado algunos de los problemas más importantes que esperan un estudio posterior. Estos incluyen:

1.— En qué extensión la actividad volcánica regional, agregó elementos ferromagnésicos y otros minerales básicos, a los suelos que se han desarrollado sobre paisajes muy antiguos de la Cordillera de la Costa y en los terrenos de poca altura de la costa hasta Valparaíso inclusive.

2.— ¿Cuál es el origen geográfico y pedogenético de los suelos pumicíticos en la vecindad de Santiago?

3.— ¿En qué extensión pueden estar relacionados las diversas fases de depositaciones de materiales volcánicos sub-aéreos, con los fenómenos glaciales contemporáneos? Por ejemplo, Collipulli y los materiales volcánicos básicos relacionados con él, pueden encontrarse bajo, junto, y sobre los materiales transportados por la última glaciación.

4.— ¿Tienen las cenizas del tipo Collipulli, una composición mineralógica similar, a través de toda su amplia extensión? Si ello es efectivo, ¿dónde estuvo la fuente de origen de este material?

5.— ¿En qué grado pueden los suelos de trumaos estar relacionados con fuentes de origen específicas? Si existen diferencias mineralógicas, ¿es la forma de depositación similar en cada caso?

6.— ¿Cómo pueden ser delimitados los trumaos cerca de la periferia del área que ocupan? En algunos casos parece existir un complejo de 2 o más tipos de cenizas, mientras que en otros, más bien existe una intergradación textural.

7.— Si pueden establecerse conjuntos (suite) más grandes o más pequeños para los trumaos, por ejemplo, considerando las diversas características heredadas del suelo, ¿cuáles son las características adquiridas en el curso de la evolución del suelo, por efecto de la intemperización y de la lixiviación en diferentes períodos de tiempo?

8.— ¿Es una característica significativa de la presentación externa de los suelos en las áreas de desierto del Norte de Chile, la presencia de una cantidad variable de cenizas volcánicas?

9.— ¿Cuál es el origen y desarrollo de las estratas de “tosca” en las cenizas volcánicas? ¿Cuáles son las características heredadas y cuáles son las adquiridas durante el desarrollo del suelo?

10.— ¿Cuál es el origen y desarrollo de los suelos de Ñadis? ¿Por qué, paisajes que están profundamente cubiertos con cenizas, tienen por el contrario, suelos relativamente delgados?

11.— ¿Cuál es el significado de las fluctuaciones en grosor, de los depósitos sub-aéreos de cenizas volcánicas? ¿Cuánto polvo volcánico permanece “in situ” y en qué extensión se produce una redistribución? ¿Afecta esto, la variación de la cubierta vegetal?

12.— Es relativamente simple, fijar la intensidad de la lixiviación en los suelos de cenizas volcánicas, en los distritos con grandes caídas pluviométricas en los que el polvo original era moderadamente silíceo, pero ¿cuáles son las características significativas del perfil del suelo en regiones de menor precipitación o donde las estratas de cenizas son de naturaleza básica?

13.— ¿Cuáles son las diferencias más grandes entre los procesos de suelos de cenizas volcánicas de Chile y aquellos de Nueva Zelanda? ¿Hasta qué punto los suelos de cenizas de Chile tienen reservas importantes de nutrientes para vegetales (representados por los minerales intemperizados del suelo)?, y ¿en qué regiones la rapidez de pérdida de ellos por lixiviación natural en el suelo, alcanza a la velocidad con que se produce la liberación de los nutrientes en el suelo por efecto de la intemperización? ¿Proporcionaría esto una base para comparar las prácticas agrícolas en los dos países?

14.— Nueva Zelanda puede proporcionar muchos ejemplos de aplicación con éxito de prácticas modernas de manejo de suelos de cenizas volcánicas, pero ¿hasta qué punto pueden ellas aplicarse sobre suelos aproximadamente similares en las condiciones ambientales chilenas?

Algunos de los problemas que se indicaron anteriormente pueden resolverse por medio de estudios de campo adicionales, y otros, requerirán investigaciones de laboratorio. Con respecto a estos últimos, es reconfortante saber que el Servicio de Suelos de Chile, estará equipado para emprender estudios mineralógicos y exámenes microscópicos de secciones de suelos y con personal adiestrado para estas actividades. Una estrecha colaboración entre el personal de campo y de laboratorio, deberá conducir finalmente a la clasificación de los suelos de cenizas volcánicas de Chile, lo que será de inestimable valor para los agricultores y silvicultores, y permitirá una correlación más precisa con los suelos de cenizas volcánicas de Nueva Zelanda, del Noreste de Asia y Noroeste de América. Es este un problema Pan-Pacífico al cual Chile puede hacer valiosas contribuciones.
