

# Estudio microbiológico de la serie de suelos Lo Vásquez, bajo dos condiciones de manejo<sup>1</sup>

Paulina Medina de Wernli<sup>2</sup>

## INTRODUCCION

El suelo se considera como ecosistema o unidad ecológica que incluye tanto a organismos vivos como al ambiente abiótico. Este último representa un medio en el cual vive un gran número de microorganismos (bacterias, actinomicetes, etc.) responsables de la mayoría de los procesos químicos que ocurren en los suelos.

---

<sup>1</sup>Investigación presentada como Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad de Chile. La autora agradece la colaboración de los profesores Ing. Agr. M. S. Alberto Valdés F. y Ph. D., F. R. S. H. Albert Schatz, de las Universidades de Chile y Washington, Estados Unidos, respectivamente.

El presente trabajo se realizó con la colaboración de los Laboratorios de la Planta de Penicilina del Instituto Bacteriológico de Chile.

Recepción manuscrito: 31 de marzo de 1967.

<sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo Proyecto Estudios y Reconocimiento de Suelos Chilenos (Ministerio de Agricultura-Organización de las Naciones Unidas) y profesora auxiliar de la Cátedra de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.

La población microbiológica varía notablemente no sólo entre dos tipos de suelo sino también en un mismo suelo a través de sus horizontes.

Los estudios sobre actividad microbiológica permiten establecer comparaciones entre diferentes suelos y distintos horizontes, apreciar grado de fertilidad, observar variaciones producidas por trabajo de cultivo, fertilizaciones, aplicación de herbicidas y otros productos químicos, rotaciones culturales, roces y en general entender en mejor forma los procesos edáficos.

El presente trabajo es un análisis cuantitativo de hongos, bacterias y actinomicetes de vida aeróbica, presentes en un sector cultivado y otro con vegetación natural de un suelo de la Serie Lo Vásquez.

Esta serie de suelos, descrita como formando parte de la Asociación Lo Vásquez, se ex-

tiende por todos los cerros que rodean al valle de Casablanca, representando un vasto sector de nuestra Cordillera de la Costa, en la provincia de Valparaíso principalmente. Estos suelos se caracterizan por el mal manejo agrícola con que han sido explotados durante más de cien años, encontrándose en estos momentos afectados por graves procesos de erosión.

## REVISION DE LITERATURA

Según Alexander (1) los microorganismos del suelo se ven afectados cuantitativamente y cualitativamente en el ambiente edáfico por propiedades físicas y químicas del suelo, régimen de humedad, temperatura, aireación, posición dentro del perfil, prácticas agrícolas hechas por el hombre y vegetación superior.

Buckman y Brady (6), Waksman (29) y Burges (7), concuerdan en que los hongos son más abundantes en los horizontes superiores del perfil de un suelo debido a la presencia relativamente mayor de materia orgánica y de buena aireación. Observan estos autores que la población de hongos puede fluctuar aproximadamente entre 200.000 y varios millones por gramo de suelo seco; los actinomicetes y las bacterias alcanzarían a 20.000.000 y a billones por gramo de suelo seco, respectivamente, en óptimas condiciones.

Alexander (1) estima que los hongos son los organismos que proporcionan mayor cantidad de materia orgánica al suelo debido a la gran masa protoplasmática de su micelio, lo que se observa especialmente en suelos forestados o con bosques naturales. De acuerdo con Burges (7) y McCalla (16) el micelio de los hongos formaría agregados con las partículas de suelo colaborando en su estructuración.

Waid (28) expresa que cambios producidos en la composición de la vegetación superficial, debidos a la acción del hombre o a causas naturales, dan origen a variaciones en la flora fungosa y en otros organismos edáficos con los consiguientes trastornos en las propiedades físico-químicas de los suelos.

Waksman (30) hace notar que en regiones secas o en épocas de sequía, los actinomicetes muestran más actividad que las bacterias.

Con respecto al Método de Diluciones de suelo y Cultivo en Placas de Petri, utilizado en el presente análisis, Waksman (30), Alexander (1), Montegut (18), Allen (4) y Burges (7), lo consideran eficiente y representativo cuando se trata de comparar actividad microbiológica de dos suelos.

En cuanto al procedimiento seguido para tomar muestras de suelo, Gallego (12) y Waksman (30) aconsejan que los mejores resultados en los análisis microbiológicos se obtienen a partir de "muestras medias o compuestas". Dichas muestras provienen de la mezcla de varias muestras tomadas a igual profundidad o del mismo horizonte en varios puntos del terreno.

## MATERIAL Y METODO

### SUELO.

El presente estudio se realizó en un suelo perteneciente a la Serie Lo Vásquez, ubicado en la localidad de Lo Vásquez, comuna de Casablanca, departamento y provincia de Valparaíso. Este suelo es sinónimo del Gran Grupo Pardo no Cálcico; Rojo Mediterráneo; pertenece a la Asociación de Suelos Lo Vásquez, Catena Lo Vásquez, Rojo Arcilloso. Sus características generales son similares con todos los suelos rojos arcillosos de la Cordillera de la Costa, entre Coquimbo y Concepción. Se trata de un suelo residual derivado de roca granodiorítica de la Cordillera de la Costa, con horizontes A, B y C; profundo de 1.50 m. y más. Posee buen drenaje debido a su topografía con pendientes de 30 y 40%; la permeabilidad interna del suelo es lenta.

Sus cualidades físicas y morfológicas se caracterizan por:

### Perfil (cm.).

2-0 Pardo pálido (10 Y R 6/3, en seco), pardo grisáceo muy oscuro (10 Y R 3/2, en húmedo); franco, no plástico, no adhesivo; estructura granular fina, media; suelo en húmedo, suave en seco; porosidad moderada; hay materia orgánica descompuesta; gran contenido de raicillas finas; abundantes granos de cuarzo finos; límite inferior lineal abrupto; pH. 5,9.

0-17 Pardo pálido (10 Y R 6/3, en seco), pardo a pardo oscuro (10 Y R 3/3-7.5 Y R 4/2, en húmedo); franco arcillosa, moderadamente plástico y adhesivo; estructura de bloques subangulares finos, medios, débiles; friable en húmedo, duro en seco; porosidad moderada, raíces medias y finas abundantes de hábito preponderantemente horizontal, abundante grava fina; límite inferior lineal, difuso; pH 5,8.

17-31 Gris rosado (7.5 Y R 6/2, en seco), pardo a pardo oscuro (10 Y R 3/3-7.5 Y R 4/2, en húmedo); arcillosa, moderadamente plástico y muy adhesivo; estructura de bloques subangulares medios, bien desarrollados; friable en húmedo, duro en seco; moderada porosidad; cerosidades delgadas discontinuas sobre los agregados; abundantes raíces medias y finas de hábito horizontal; límite inferior lineal, difuso; pH 5,9.

31-39 Gris rosado (7.5 Y R 6/2, en seco), pardo rojizo oscuro (5 Y R 3/3, en húmedo); arcillosa, plástico y adhesivo; macroestructura de prismas finos, débiles de 2.5 cm. de largo por 1 cm. de ancho; microestructura de bloques angulares finos débiles; friable en húmedo, duro en seco; microporos escasos; cerosidad delgada, irregular sobre los agregados; abundante grava fina, que aumenta en relación al horizonte anterior; raíces disminuyen notoriamente en profundidad a partir de este horizonte; límite inferior lineal, difuso; pH 6,0.

39-58 Amarillo rojizo (7.5 Y R 6/6, en seco), pardo rojizo oscuro (5 Y R 3/4, en húmedo); arcillosa densa con gravas, plástico y adhesivo; microestructura de bloques angulares medios, moderados; macroestructura prismática media, débil; firme en húmedo, extremadamente duro en seco; disminuyen los macroporos, microporos escasos; cerosidades de arcilla continua sobre los agregados; gravas finas muy abundantes; raíces escasas; límite inferior lineal, gradual a difuso; pH 5,78.

58-80 Rojo amarillento (5 Y R 5/6, en seco), pardo rojizo (5 Y R 4/4, en húmedo); arcillosa (densa), con abundante grava fina, plástico y adhesivo; estructura maciza que se rompe a bloques angulares medios, débiles; firme en húmedo, muy duro en seco; porosidad muy escasa (5%); cerosidad continua gruesa sobre los agregados; raíces ocasionales; límite inferior lineal, difuso; pH 5,6.

más de 80 cm. Amarillo rojizo (5 Y R 6/6, en seco), rojo amarillento (5 Y R 4/6, en húmedo); arcillosa, plástico, adhesivo; estructura maciza; firme en húmedo, extremadamente duro en seco; casi sin poros; cerosidad escasa, discontinua; abundante grava de colores claros; raíces ocasionales llegan a esta profundidad; pH 5,57.

Estos suelos se encuentran afectados por fuerte erosión laminar y de cárcavas debido al manejo inadecuado (araduras, roces, etc.) de que han sido objeto durante muchos años. Su naturaleza y topografía de pendiente lo hacen especialmente susceptible a procesos de erosión.

La mejor aptitud de estos suelos es para plantaciones forestales y sólo se justifica la implantación de praderas permanentes en los lugares menos escarpados. Según informaciones locales, los cultivos de trigo efectuados en las partes bajas han producido alrededor de 10 qqm/ha. Sin embargo, como resultado de esta práctica se observa la pérdida paulatina del suelo agrícola.

Para los análisis microbiológicos se tomaron muestras de suelo a 150 m. sobre el nivel del mar, en un lomaje ubicado en el margen Sur Este del tranque Pitama, cuya ladera Oeste muestra vegetación natural y la ladera Este estaba cultivada y sembrada de trigo (Figura 1).

#### CLIMA.

El clima de la región es templado y la caída pluviométrica promedio local alcanza aproximadamente a 520 mm. anuales (18 años de observación) distribuidos en un 27-65 y 8% en las estaciones de otoño, invierno y primavera, respectivamente. La estación seca se prolonga normalmente entre 6 y 8 meses.

La temperatura media registrada en áreas vecinas es de 14,9°C con máximas medias de 19,8°C y mínimas medias de 10,3°C. La humedad relativa promedio a las 14 horas fluctúa alrededor de 75%.

#### SECTOR CON VEGETACIÓN NATURAL.

En este sector se distingue un matorral bajo representado por: quillay (*Quillaja saponaria* Mol.), peumo (*Cryptocaria rubra* Mol.), boldo (*Peumus boldus* Mol.), maitén del centro (*Maytenus boaria* Mol.), colliguay (*Colliguaya odorifera* Mol.), espino (*Acacia cavenia* Mol.), litre (*Litrea caustica* Mol.), huingán (*Schinum polygonum* Cov.). Entre la vegetación herbácea sobresalen las siguientes especies: quila (*Chusquea quila* Mol.), correhuella (*Convolvulus arvensis* L.), alfilerillo (*Erodium cicutarium* L.), coirón (*Festuca acantophylla* Desv.), melosa (*Madia sativa* Mol.), poa (*Poa annua* L.), trevo (*Trevea trinervis* Miers.), hualputra (*Medicago hispida* Gaertn.), chagual (*Puya chilensis* Mol.), chépica (*Paspalum vaginatum* Swarts.), diente de león (*Taraxacum officinalis* Weber ex Wiqq.).



Figura 1 — Serie de suelos Lo Vásquez. Sector con vegetación natural y sector cultivado. (Foto: Depto. Fotográfico del Instituto Bacteriológico de Chile).

Este sector con vegetación natural se ha conservado sin cultivo desde hace aproximadamente sesenta años.

#### SECTOR CULTIVADO.

En el mes en que se tomaron las muestras de suelo (noviembre) este sector estaba sembrado de trigo que presentaba sus espigas formadas. De acuerdo a informaciones recogidas en la región, este sector se cultiva desde hace más o menos sesenta años. Los cultivos más usuales han sido lentejas (*Lens culinaris* Medic.) y trigo (*Triticum sativum*).

#### MÉTODOS DE MUESTREO Y DE LABORATORIO.

Ajustándose a las normas usuales en investigaciones de microbiología del suelo, se tomaron muestras de terreno en un mismo día (20 de noviembre), iniciándose su análisis de laboratorio dentro de las 48 horas siguientes. Para que esto fuera prácticamente posible se realizó un muestreo al azar estableciendo 8 puntos de muestreo separados por 400 m. uno de otro (4 puntos en cada sector). En estos

puntos se hicieron calicatas tomándose en cada una de ellas 2 muestras: una de los 0-5 cm. del perfil y otra de los 5-17 cm. Las muestras obtenidas en cada nivel de ambos sectores se homogenizaron por medio de un partidor de suelos, obteniéndose una muestra final compuesta de aproximadamente 2 Kg. de suelo para cada nivel de profundidad en el sector correspondiente.

Todos los utensilios usados para tomar las muestras fueron previamente esterilizados.

Las muestras de suelo fueron tamizadas en malla de 2 mm. A continuación, con cada una de las muestras se prepararon suspensiones a partir de 10 gr. de suelo en 95 ml. de agua destilada esterilizada, que corresponde a una dilución  $\frac{1}{10} = 10^{-1}$  ml. Cada ml. de esta suspensión contiene 0.1 gr. de suelo. Esta suspensión fue diluida hasta  $10^{-7}$ .

Las siembras se hicieron traspasando partes alícuotas (1 ml.) de las diluciones a placas de Petri. Para sembrar se eligieron diferentes diluciones según los organismos que se deseara desarrollar en los correspondientes medios selectivos de cultivo: para hongos se utiliza-

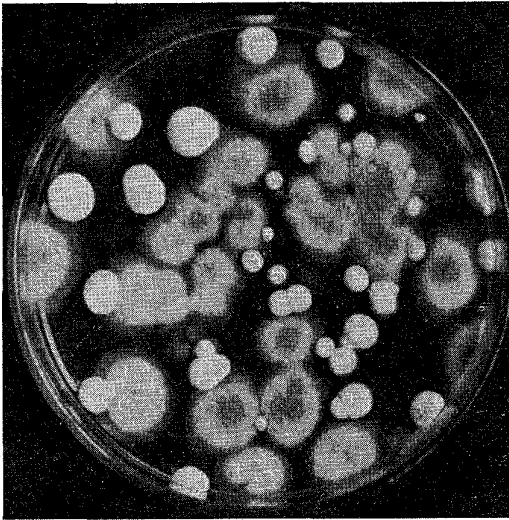


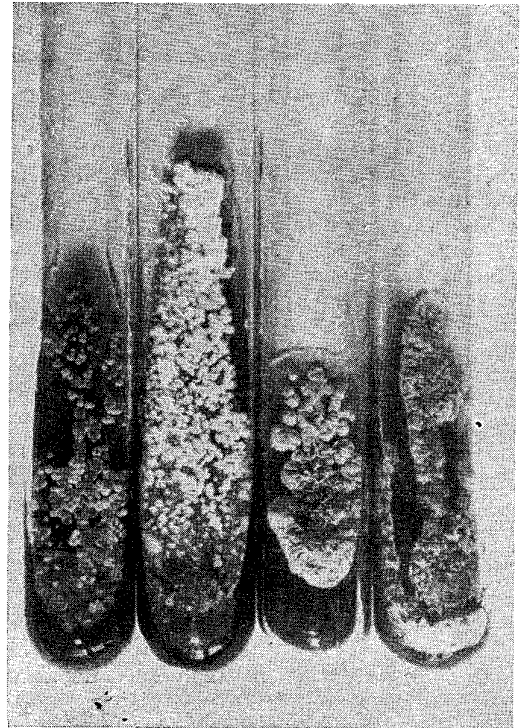
Figura 2 — Colonias de hongos obtenidas por el Método de Diluciones. (Foto: Depto. Fotográfico del Instituto Bacteriológico de Chile).

ron las diluciones  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ; para bacterias y actinomicetes, las diluciones  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$ . Para hongos se emplearon diluciones más bajas debido a que en los suelos, por lo general, el número de estos organismos es inferior al de bacterias y actinomicetes. De cada una de las diluciones elegidas se sembraron 3 placas de Petri, es decir, 3 repeticiones por dilución utilizada y por cada tipo de microorganismo estudiado (hongos, bacterias y actinomicetes). De este modo se trabajó con 36 placas de Petri para cada una de las muestras de suelo (144 placas en total).

Para aislar separadamente colonias de bacterias, hongos y actinomicetes de crecimiento aeróbico, se utilizaron los siguientes medios sólidos de cultivo: Medio Agar Corriente y Medio Glucosa-Asparagina.

Una vez transferido 1 ml. de dilución de suelo a cada placa de Petri, se agregaron los medios de cultivo respectivos, a una temperatura de aproximadamente  $42^{\circ}\text{C}$ . Luego se aplicó un suave movimiento de rotación a las placas a fin de conseguir una mejor distribución de los microorganismos presentes en la dilución. A continuación, una vez solidificados los medios, las placas se incubaron en estufa de cultivo a temperatura de  $25^{\circ}$ - $27^{\circ}\text{C}$ . La etapa de incubación fue de 5 días para hongos y bacterias y de 12 días para actinomy-

Figura 3 — Diferentes actinomicetes aislados del sector no cultivado del suelo en estudio (Foto: Depto. Fotográfico del Instituto Bacteriológico de Chile).



cetes. Después de estos períodos las colonias desarrolladas aparecieron perfectamente visibles y diferenciables para su recuento.

El número de colonias por placa representa, en general, la cantidad de microorganismos contenidos en 1 ml. de dilución de suelo. Este número multiplicado por el grado de dilución correspondiente, representa el número de microorganismos contenidos en 1 gramo de suelo húmedo. Como cifra más representativa se expresan los recuentos de microorganismos por gramo de suelo seco mediante el desarrollo de la fórmula siguiente:

$$\frac{\text{N}^{\circ} \text{ de microorganismos}}{\text{por gramo de suelo húmedo}} = \frac{\text{X microorganismos}}{\text{por gramo de suelo seco}}$$

$$\frac{\text{X microorganismos}}{\text{por gramo de suelo seco}} = \frac{\text{1.0 gr. de suelo seco}}{\text{1.0 gr. de suelo seco}}$$

## RESULTADO Y DISCUSION

El contenido de humedad de las muestras de suelo se presenta en el Cuadro 1.

El recuento de las colonias en todas las repeticiones se realizó en aquellas placas sembradas con las diluciones  $10^{-5}$  y  $10^{-4}$ , debido a que en éstas se observó el mejor desarrollo y diferenciación de colonias (Figura 2).

Cuadro 1 — Porcentaje de humedad de las muestras de suelo.

MUESTRA DE SUELO (SECTOR)	PROFUNDIDAD EN CM. DENTRO DEL PERFIL.	% DE HUMEDAD
Vegetación Natural	0 — 5	3.46
	5 — 17	2.42
Trigo	0 — 5	1.58
	5 — 17	3.30

Se promediaron las cifras obtenidas en las repeticiones y se expresaron los resultados en número de microorganismos por gramo de suelo seco. Los resultados de los recuentos se presentan en el Cuadro 2. Como es usual en este tipo de estudios, las cifras obtenidas en los recuentos fueron sometidas a una aproximación matemática. Estos valores aproximados se consideran representativos cuando se habla de miles de microorganismos por gramo de suelo seco y especialmente cuando se trata, como en este caso, de comparaciones microbiológicas cuantitativas entre 2 suelos de diferente manejo agrícola.

Como se puede apreciar en el Cuadro 2, el sector con vegetación natural presentó el nú-

mero más alto de microorganismos totales (hongos, actinomicetes y bacterias) a través de los niveles estudiados del perfil.

En el sector sin cultivar los recuentos dieron un total de 36.000.000 de microorganismos por gramo de suelo seco, mientras que esta cifra se redujo a un tercio (12.000.000) en el suelo cultivado.

Promediando las cifras obtenidas en los diferentes medios de cultivo empleados (Glucosa-Asparagina y Agar Corriente), se pudo apreciar que el número de hongos, actinomicetes y bacterias, en el primer nivel del sector cultivado disminuyó en un 82-93 y 87%, respectivamente, comparado con el mismo nivel del sector no cultivado.

Por el contrario, en lo que se refiere al nivel de 5-17 cm. del sector cultivado, los hongos mostraron un incremento de, aproximadamente, un 300%, en tanto que las bacterias mantuvieron su población y los actinomicetes disminuyeron en un 25% con respecto al suelo no cultivado. El número total de microorganismos en este nivel del perfil prácticamente no sufrió variación en el suelo cultivado con respecto al suelo sin cultivo.

En cuanto a la distribución numérica vertical de microorganismos (el número de hongos, actinomicetes y bacterias), en el sector no

Cuadro 2 — Número de organismos por gramo de suelo seco.

TIPO DE ORGANISMO	MEDIOS DE CULTIVO	NUMERO DE ORGANISMOS POR GRAMO DE SUELO SECO							
		SECTOR DE VEGETACION NATURAL (PERFIL)				SECTOR SEMBRADO CON TRIGO (PERFIL)			
		0 - 5 CM.		5 - 17 CM.		0 - 5 CM.		5 - 17 CM.	
		TOTALES	PROMEDIO	TOTALES	PROMEDIO	TOTALES	PROMEDIO	TOTALES	PROMEDIO
Hongos	Glucosa-Asparagina	676.00	394.500	81.000	74.500	61.000	71.500	206.000	203.000
	Agar Corriente	113.000		68.000		82.000		200.000	
Actinomicetes	Glucosa-Asparagina	309.000	5.304.500	234.000	1.443.500	90.000	351.000	103.000	1.082.000
	Agar Corriente	10.300.000		2.653.000		612.000		2.061.000	
Bacterias	Glucosa-Asparagina	12.370.000	21.648.000	2.540.000	7.392.000	1.428.000	2.754.500	2.783.000	7.577.000
	Agar Corriente	30.926.000		12.244.000		4.081.000		12.371.000	
Totales parciales			27.347.000		8.910.000		3.177.000		8.862.000
TOTALES		36.257.000				12.039.000			

cultivado fue superior en los 0-5 cm. que en los 5-17 cm. del perfil. Por el contrario, en el sector sembrado de trigo se observó un aumento en el número de hongos, actinomicetes y bacterias en el nivel de 5-17 cm. en relación a los 0-5 cm. del perfil. En ambos sectores el número de microorganismos está en proporción directa al porcentaje de humedad y presencia de materia orgánica observados en los niveles respectivos. Estos resultados indican que en el sector sin cultivar los microorganismos se encuentran en un estado de equilibrio natural; en el sector cultivado la práctica del barbecho ha invertido la posición original del perfil, modificando la ubicación superficial de la materia orgánica y conservando mayor humedad bajo los 5 cm. superficiales.

La diferenciación visual de las colonias desarrolladas en los medios de cultivo empleados para los recuentos, permitió establecer que el sector no cultivado presentó la mayor variedad en especies de hongos, actinomicetes y bacterias, con respecto al sector cultivado (Figura 3).

A través del perfil analizado se observó que

en ambos sectores predominaban en número las bacterias y los actinomicetes sobre los hongos. Esta característica concuerda con la baja humedad de estos suelos, lo que hace menos favorable el ambiente para el desarrollo de la flora fungosa.

### CONCLUSIONES

En circunstancias que en el sector no cultivado se observó un mayor número total de microorganismos en el nivel superior del perfil (0-5 cm.) con respecto al nivel inferior (5-17 cm.), el sector cultivado presentó un mayor número de microorganismos en el mismo nivel inferior comparado con el nivel superior.

La considerable disminución de la población microbiológica observada en el sector cultivado con respecto al sector sin cultivar indica que estos suelos de la Cordillera de la Costa (provincia de Valparaíso), de Clase VII de Capacidad de Uso, pierden su propiedad biótica al ser sometidos a trabajos de aradura y cultivos anuales.

### RESUMEN

El presente estudio analizó las diferencias cuantitativas de la población microbiológica en un suelo de la Serie Lo Vásquez (provincia de Valparaíso), de Clase VII de Capacidad de Uso, sometido a la práctica de cultivo anual, en relación al mismo suelo no cultivado.

A través de muestras representativas se estudiaron dos niveles del perfil de los sectores sin cultivo y cultivado: de 0-5 cm. y de 5-17 cm. Se analizaron hongos, bacterias y actinomicetes por medio del Método de Diluciones y Cultivo en Placas de Petri.

Los resultados indicaron la existencia de un mayor número de microorganismos en el suelo con vegetación natural (no cultivado) con respecto al mismo suelo cultivado. A diferencia del sector sin cultivo en que el número total de microorganismos demostró ser más alto en el nivel de 0-5 cm. con respecto al nivel inmediatamente inferior, el número de microorganismos totales en el nivel 5-17 cm. del suelo cultivado superó la población microbiológica determinada en el nivel 0-5 cm. En ambos sectores el mayor número de microorganismos está en relación directa al contenido de materia orgánica y humedad del nivel del perfil.

Se concluye que la práctica de barbecho y cultivo anual comúnmente realizada en este tipo de suelo de la Cordillera de la Costa se traduce en un deterioro de su capacidad biótica.

### SUMMARY

This research project analyzed the quantitative microbiological differences between a natural vegetation soil and a cultivated soil. Both belonged to the Lo Vásquez Soil Series (Province of Valparaiso), described under land Capability Class VII.

Two profile levels (0-5 cm. and 5-17 cm.) were studied, and representative samples were taken from each one. Fungi, bacteria and actinomycete were analyzed by Method of Dilution and Culture in Petri Plates.

Analysis of the soil samples permitted three major observations. First, total microorganism population was higher in the uncultivated soil in relation to the cultivated soil. Second, between the uncultivated and cultivated soil, there was a negative relationship in the location of the high population of microorganisms. Third, unculti-

vated soil showed the highest microorganism population at the 0-5 cm. level while cultivated soil had the highest total number of microorganisms at the 5-17 cm. level. In both soil areas, the total number of microorganism, through the soil profile was directly related to the organic matter and humidity content.

It is concluded that the fallowing practice and annual cultivation commonly applied to this type of soils of the Cordillera de la Costa, produces an injurious effect on the biotic properties of the soil.

#### LITERATURA CITADA Y CONSULTADA

1. ALEXANDER, MARTIN. Introduction to Soil Microbiology. New York, John Wiley. 1961. 472 p.
2. ALMEYDA ARROYO, E. y SÁEZ SOLAR, F. Recopilación de datos climáticos de Chile y Mapas Sinópticos respectivos. Santiago, Chile. Ministerio de Agricultura. 1958. 195 p.
3. ALVARADO, R. y SELGA, D. La fauna del suelo y su interés agronómico y forestal. Revista de la Universidad de Madrid. 10 (38-39): 452-500. 1958.
4. ALLEN, O. N. Experiments in soil bacteriology. Minnesota, Burgess Publishing Co. 1959. 117 p.
5. BAVER, L. D. Soil physics. New York, John Wiley. 1959. 489 p.
6. BUCKMAN, H. O. and BRADY, N. C. The nature and properties of soils. New York, MacMillan. 1957. 567 p.
7. BURGÉS, A. Introducción a la microbiología del suelo. Zaragoza, Acribia. 1960. 199 p.
8. CLARK, E. F. Living organism in the soil. Washington, U. S. D. A. Yearbook of Agriculture. 1957. pp. 157-165.
9. CASTRI, FRANCISCO DI, *et al.* Primeras prospecciones sobre la fauna edáfica chilena. In Instituto de Higiene y Fomento de la Producción Animal. Facultad de Ciencias Pecuarias y Medicina Veterinaria. Chile. Agosto, 1961. pp. 19-23.
10. DAWSON, R. C. *et al.* Distribution of microorganisms in the soil as affected by plowing and subtilling crops residues. Lincoln, University of Nebraska, Agricultural Experiment Station. Research Bulletin 155. 1948. 26 p.
11. DÍAZ VIAL, C. y ASTUDILLO BRAVO, J. Reconocimiento de Suelos del Valle de Casablanca. Agricultura Técnica, Chile. 18 (2): 285-304. 1958.
12. GALLEGO y QUERO, FÉLIX. Compendio de microbiología del suelo. I. Procesos biológicos del suelo. Madrid, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. 1943. 138 p.
13. ————. Compendio de microbiología del suelo. II. Bacterias del suelo. Madrid, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. 1949. 132 p.
14. HURST, H., BURGÉS, A. and LATTER, P. Some aspects of the biochemistry of humic acid decomposition by fungi. Phytochemistry. (England) V-1: 227-231. 1962.
15. JENNY, HANS. Factors of soil formation. New York, McGraw-Hill. 1941. 281 p.
16. MCCALLA, T. M. Influence of microorganisms and some organic substances on soil structure. Soil Science. 49 (4): 287-297. 1945.
17. MIROSHNICHENKO, L. A. The effects of prolonged cultivation on the microbiological processes of gray forest soil in the Irkutsk oblast. Trudy Inst. Microbiol. Akad Nauk SSSR 7. U. R. S. S. 1960. pp. 239-248.
18. MONTEGUT, J. Value of the dilution method. In The Ecology of Soil Fungi. An International Symposium. Liverpool, University Press, 1960. pp. 43-52.
19. MUÑOZ PIZARRO, CARLOS. Sinopsis de la Flora Chilena. Santiago. Universidad de Chile. 1959. 840 p.
20. POCHON, J. et BARJAC, H. DE. Traité de microbiologie des sols. Applications agronomiques. Paris, Dunod. 1958. 685 p.
21. SALLE, A. J. Bacteriología. Barcelona, Gili S. A. 1960. 846 p.
22. SAUCHELLI, VICENT. El suelo y la nutrición de las plantas. La Hacienda. 54 (6): 32-37. Junio. 1959.
23. SCHATZ, A. Soil microorganisms and soil chelation. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 11 (2): 112-118. 1963.
24. STEVENSON, I. L. The effect of decomposition of various crop plants on the metabolic activity of the soil microflora. Canadian Journal of Microbiology. V. 8: 501-509. 1962.
25. STOUT, J. D. A bacterial survey of some New Zealand forest, grassland and peat. New Zealand Journ. Agric. Res. 4 (1-2): 1-30. 1961. (Original no consultado; compendiado en: Biological Abstracts. 37 (3): 1051. 1962).
26. TARTAKOWSKY, SERGIO. Microbiología agrícola. Santiago de Chile, Ed. Universitaria. 1957. 331 p.
27. VALDÉS F., ALBERTO. Guía para la descripción de los suelos. Santiago de Chile. Ministerio de Agricultura. 1962. 77 p.
28. WAID, J. S. The growth of fungi in soil. In The Ecology of Soil Fungi. An International Symposium. Liverpool, University Press. 1960. pp. 55-75.
29. WAKSMAN, SELMAN A. Principles of soil microbiology. Baltimore, The Williams and Wilkins Co. 1932. 894 p.
30. ————. Soil microbiology. New York, John Wiley. 1957. 356 p.