

ESTUDIO EDAFO-MICROBIOLÓGICO DE 7 SUELOS

DEL PARTIDO DE LA PLATA ¹

POR ANTONIO J. GARBOSKY, ING^o AGRÓN^o

El presente trabajo consta de tres partes, exponiéndose los resultados obtenidos del análisis físico-químico y microbiológico de siete suelos de características distintas de los alrededores de la Ciudad de La Plata, con el objeto de poder apreciar y comparar los resultados de dicho análisis con las propiedades de los suelos considerados. Las condiciones de cultivo de estos suelos, como ser abonos, riegos, barbechos, cultivos intensivos, cuidados culturales, etc., son tenidos en consideración durante un período no menor de 20 años. Los suelos estudiados fueron los siguientes:

N^o 1. *Tierra de jardín* con 21 años de cultivos continuos, abonada con estiércol una vez al año, a veces dos, se la cuida y riega a menudo, manteniéndose en buen estado de conservación y fertilidad. Situada en la Facultad de Agronomía de La Plata.

N^o 2. *Tierra de huerta cultivada intensivamente* con 47 años de explotación intensa con leguminosas y hortalizas, en rotación anual, con excelente rendimiento. De mayo a junio de cada año es abonada con estiércol. Actualmente y desde hace 13 años se utiliza como abono el llamado «guano de frigorífico», notándose alguna merma en el rendimiento con relación a épocas anteriores. Es muy arenosa (84 %) y exige riegos abundantes y labores culturales continuas. Situada en Río Santiago, Isla Paulino, F. C. Sud.

N^o 3. *Tierra virgen de pradera* con vegetación espontánea de gramineas, tréboles y malezas, situada en los alrededores de Tiro Federal, F. C. Sud, La Plata.

¹ Resumen de la monografía final presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo; consta de 54 folios escritos a máquina, 11 gráficos, 14 cuadros numéricos y sinópticos, 6 láminas con 5 fotografías y 15 microfotografías, todas originales. Dicha monografía puede consultarse en la biblioteca de la Facultad.

N° 4. *Tierra del campo de crianza de la Facultad de Agronomía* cultivada continuamente con maíz y trigo desde hace más de 20 años; en los últimos años fué sembrada con linos. Nunca fué abonada ni regada ni se le efectuó ninguna mejora. Situada en La Plata.

N° 5. *Tierra de monte frutal* de unos 17 años de existencia, habiéndose cultivado hortalizas anteriormente. Se abona con estiércol una vez al año, siendo regada y sometida a labores culturales. Buen rendimiento. Situada en Hernández, F. C. Sud.

N° 6. *Tierra de huerta muy alcalina* cultivada desde hace 8 años con alfalfa, acelga y alcauciles, con resultado mediocre; anteriormente sólo hubo malezas. El terreno es compacto y húmedo, siendo muy difícil su roturación. Nunca fué mejorada ni enmendada. Ubicada en Hernández, F. C. Sud.

N° 7. *Tierra de alfalfar* cultivada con esta leguminosa desde hace 5 años, época en que fué encalada por única vez. Anteriormente hubo durante 20 años un vivero de frutales y forestales, abonándose en aquella época con estiércol una vez al año. Actualmente no recibe riego ni mejora alguna. Situada en La Plata.

Las muestras fueron extraídas del 3 al 5 de mayo de 1943 a 30 centímetros de profundidad, secadas a la temperatura del laboratorio y sometidas al tamizado en mallas de 1 mm.

DETERMINACIONES FÍSICAS

Se estableció, en primer lugar, el grado de dispersión de todas las tierras consideradas, mediante el método de Robinson. Casi todas las muestras entran en la clasificación de arcillo-limosas a excepción de la n° 2, que es netamente arenosa (84 %).

Las densidades de las mismas fueron investigadas mediante el método del picnómetro, hallándose la menor densidad en la muestra n° 1 (2,08) y la mayor en la n° 2 (2,45).

La acidez actual se determinó por el método electrométrico y los valores extremos fueron dados por la n° 2 (pH 6,2) y el de la n° 6 (pH 9), estando todas las restantes arriba de pH 7.

Las sales solubles, carbonato de sodio, sulfato de calcio y cloruros se las investigó por métodos comunes, previa destrucción de la materia orgánica. No se encontró carbonato de sodio ni cloruros, pero sí sulfato de calcio. El menor valor fué el de la muestra n° 2 con 0,037 gr % y el mayor en la n° 6 con 0,088 gr %.

Las bases de cambio se determinaron utilizando el método de His-sink; el valor más elevado se obtuvo en la muestra n° 6 (alcalina) con 77,35 % ME (mil equivalentes) y el valor más bajo fué dado por la n° 3 (tierra virgen) con 34,23 % ME, y en la n° 4 con 43,83 ME (tierra esquilmada).

La cantidad de materia orgánica se determinó por métodos corrientes; las cifras más elevadas fueron las de la n° 1, n° 3 y n° 7 con 14,35 gr %, 12,96 gr % y 12,24 gr % respectivamente; mientras que los valores mínimos fueron los de la n° 4 con 4,54 gr %, y la n° 2 con 5,87 gr %.

DETERMINACIONES QUÍMICAS

Se investigó la presencia de los elementos más importantes: nitrógeno, óxido de calcio, anhídrido fosfórico y óxido de potasio. Para el nitrógeno se utilizó el método de Kjeldhal y para los restantes, el ataque del ácido clorhídrico con una cantidad, concentración y temperatura establecida, para una determinada cantidad de tierra, durante el tiempo de una hora. Las proporciones halladas de cada elemento fueron las siguientes:

Nitrógeno: la muestra n° 1 es la más rica, con 4,83 gr ‰, siguiéndola la n° 2, n° 3 y n° 7 con 3,99, 3,64 y 3,01 gr ‰ respectivamente; mientras que las restantes presentan valores menores, pero siempre elevados. Todas las muestras son ricas en este elemento.

Óxido de calcio: se destaca la n° 3 con el valor más elevado: 23,24 gr ‰; después la siguen con cantidades menores la n° 1, n° 7 y n° 2; presentando la n° 4 el valor más bajo con 4,1 gr ‰. En general, responden al tipo de nuestras tierras, que siendo pobres en calcáreo no desmerecen en fertilidad por ello.

Anhídrido fosfórico: la mayor cantidad la posee la muestra n° 2 con 1,672 gr ‰, seguida de la n° 1 y n° 3 con 1,34 y 0,962 gr ‰; y la menor la n° 5 con 0,477 gr ‰. Salvo las tres primeras muestras, las restantes están por debajo de lo normal.

Óxido de potasio: el contenido más alto corresponde a la muestra n° 1 con 6,91 gr ‰, conjuntamente con la n° 3 y la n° 2 con 6,18 y 6,16 gr ‰ respectivamente; mientras que el valor más bajo está dado por la n° 4 con 3,69 gr ‰. El contenido de este elemento es suficiente para las necesidades de las plantas.

También se determinó el estado de asimilabilidad del fósforo y el potasio aplicando el método de Dyer; empleándose para el potasio,

el método de cobalnitrito y para el fósforo el de molibdato de amonio. En cuanto al fósforo asimilable, se destacan las muestras n° 1 y n° 2 con 1,194 y 1,331 gr $\%$ respectivamente; que conjuntamente con la n° 3 y n° 7, lo contienen en cantidades suficientes; estando las tres restantes por debajo de lo normal. El valor mínimo fué de 0,022 gr $\%$, en la n° 6. En el potasio asimilable resalta la muestra n° 2 con 2,14 gr $\%$ siendo el menor valor el de la muestra n° 5 con 0,40 gr $\%$. Este elemento se encuentra en cantidades suficientes en todas las muestras.

DETERMINACIONES MICROBIOLÓGICAS

Se utilizó, en primer lugar, *el método de observación directa de Rossi-Cholodny*, con el fin de apreciar, en condiciones naturales y en la forma más clara posible, la calidad, cantidad y predominio de los diversos microorganismos existentes en los suelos considerados; después se investigó en forma cualitativa, utilizando medios especiales líquidos, los tres grupos de gérmenes del suelo más importantes: *fijadores libres de nitrógeno (Azotobacter)*, *nitrificadores y destructores de la celulosa*, y por último se los determinó a estos mismos microorganismos en forma cualitativa y cuantitativa mediante el método de las placas de sílico-gel de Winogradsky. Para las determinaciones cualitativas se emplearon los siguientes medios de cultivo líquidos: para los fijadores libres de nitrógeno, el medio de Ashby; para los nitrificadores, el de Winogradsky, y para los destructores de la celulosa, el de Omeliansky; infiriéndose por el tiempo que tardan en manifestar su actividad, la mayor o menor cantidad de microorganismos presentes y el grado de intensidad de sus procesos biológicos típicos. Los resultados cualitativos fueron los siguientes: 1° Fijadores libres de nitrógeno: el mayor desarrollo se observó en la muestra n° 7 y en menor grado en la n° 1 y n° 3; la de desarrollo más pobre fué la n° 4; 2° Nitrificadores: la muestra que acusó mayor cantidad de nitritos fué la n° 7, siguiéndola en orden decreciente la n° 1, n° 2, n° 5 y n° 6; las más pobres son las n° 3 y sobre todo la n° 4; 3° Destructores de la celulosa: el ataque fué bien apreciado en todas las muestras, solamente la n° 5 fué la que presentó menor actividad. En las determinaciones cualitativas y cuantitativas de estos mismos gérmenes se empleó el método de las placas del sílico-gel de Winogradsky, utilizando en todos los casos una pequeña cantidad fija de tierra, para sembrar en las cajas, en nuestro caso 0,01 gr, a fin de poder referir los resulta-

fios a 1 gr, y realizando todas las experiencias por triplicado a fin de evitar apreciaciones erróneas.

De acuerdo al índice de desarrollo de las colonias, los resultados fueron los siguientes: fijadores libre de nitrógeno: la muestra n° 6 y n° 7 son las que poseen mayor poder fijador de nitrógeno libre con 83,1 y 77,5 % respectivamente; en proporción mucho más escasa la siguen la n° 1 y n° 5, después la n° 4 y n° 3 y finalmente la de menor actividad, la n° 2 con 5,7 %. Nitrificadores: salvo la muestra n° 4, que es la de menor poder nitrificador (6,8 %) las demás tienen una capacidad nitrificante bastante buena, sobresaliendo las muestras n° 6 y n° 7 como los exponentes más elevados (46,7 % y 41,08 % respectivamente), seguidas de la n° 2, n° 5, n° 1 y n° 3 en orden decreciente. Destruidores de la celulosa: el mayor ataque lo presentan las muestras n° 1, 5 y 6, en menor grado la n° 2 y 3 y más escaso aún la n° 4 y 7; en todos los casos se nota la existencia de hongos con sus fructificaciones negras e intensas, destacándose en este detalle la muestra n° 5.

RESEÑA DE LOS 7 SUELOS ESTUDIADOS

De las muestras estudiadas resalta en primer término por sus excelentes aptitudes culturales la *muestra n° 1*, tierra de jardín. Es la más mullida (densidad 2,08), del tipo arcillo-limosa pesada, con un pH de 8,0 y bastante saturada con cationes. Contiene la cifra más elevada de materia orgánica de todas las muestras consideradas (14,35 gr %); y asimismo la más rica en nitrógeno (4,83 gr ‰), siendo también elevado el contenido de óxido de calcio (14,83 gr ‰), anhídrido fosfórico (1,34 gr ‰) y óxido de potasio (6,91 gr ‰). Conjuntamente con la n° 2 ofrece los valores más altos de estos dos últimos elementos en estado asimilable, con 1,94 y 2,14 gr ‰, para el fósforo y potasio respectivamente. El desarrollo microbiológico es discreto, constante y parejo; poder nitrificador 27 % y poder fijador de nitrógeno libre 26,3 %; la celulosa es descompuesta con regular intensidad. Como se puede notar, el desarrollo de los gérmenes considerados es bien armónico. Estas óptimas condiciones de cultivo se explican principalmente por el continuo y metódico abonado con estiércol, el cual aporta múltiples mejoras a este suelo; es objeto también de constantes cuidados culturales y abundante riego.

La *muestra n° 2*, tierra de huerta cultivada intensamente, ofrece

características singulares; de condiciones físicas muy deficientes, muy arenosa (84 %), su densidad es la mayor de todas las tierras consideradas (2,45); ligeramente ácida (pH 6,2), con escasísimas sales solubles, por ser un suelo muy predispuerto al lavado dado sus caracteres; con poca materia orgánica (5,87 %) y tiene un regular grado de saturación con bases. Pese a este cuadro analítico desfavorable, esta tierra se cultiva intensivamente desde hace 48 años con muy buenos resultados, gracias al metódico y abundante abonado de que es objeto con el llamado « guano de frigorífico ». Anteriormente, hace unos 15 años se utilizaba el estiércol y los rendimientos eran más abundantes y mejores que los actuales, y ello fué debido, casi con seguridad, al mejoramiento de las condiciones físico-químicas que siempre se provocan en el suelo al adicionar este último abono. Contiene cantidades elevadas de nitrógeno (3,99 gr %), óxido de calcio (10,04 gr %), anhídrido fosfórico, que es la cifra más alta de todas las muestras (1,672 gr %) y óxido de potasio (6,16 gr %). A estos dos últimos elementos los contiene en estado asimilable, en cantidades más que suficientes; fósforo (1,331 gr %) y potasio (0,49 gr %). Los elementos encontrados y sus cantidades se explican únicamente por el abonado que se efectúa. En las determinaciones microbiológicas se notan variaciones; la fijación de nitrógeno libre es la más baja de todas las muestras (5,7 %), debido, con seguridad, a su pH ligeramente ácido (6,2); mientras que el poder nitrificador es bastante elevado (36,8 %). La celulosa es atacada en forma rápida y bastante intensa. Este suelo necesita principalmente enmiendas destinadas a mejorar sus condiciones físicas desfavorables (agregado de materia orgánica, arcillas cálcicas, etc.).

La muestra n° 3, tierra virgen de pradera, presenta excelentes propiedades físico-químicas. Es arcillo-limosa mediana, de densidad mediana (2,20), con un pH de 8,0, con algunas sales solubles; acusa el más bajo estado de saturación de todas las muestras consideradas (34,23 ME %), hecho explicable debido a su condición de virgen para la agricultura; el valor representado por la materia orgánica es bastante elevado (12,96 gr %). Contiene además elevada cantidad de nitrógeno (3,64 gr %); el valor más alto de óxido de calcio (23,24 gr %), suficiente cantidad de anhídrido fosfórico (0,962 gr %) y óxido de potasio (6,18 gr %); casi todo el fósforo se encuentra en estado asimilable (0,838 gr %); mientras que el potasio asimilable acusa sólo 0,58 gr %. Su actividad microbiológica es más bien baja y bastante armónica; fijación libre de nitrógeno 13 %; nitrificación

19,6 %. La digestión de la celulosa fué poco intensa, predominando los hongos. Esta tierra solamente necesita labores culturales a fin de movilizar los elementos nutritivos, que contiene en cantidad más que suficiente.

La *muestra n° 4*, tierra del campo de crianza de la Facultad de Agronomía, se halla actualmente en deficientes condiciones de explotación, pues aparte de que nunca fué enmendada ni abonada, se encuentra esquilpada por el intenso y continuo cultivo. Es una tierra arcillosa francamente pesada, de densidad más bien elevada (2,40), con pH de 7,1, muy escasas sales solubles y poco saturada con cationes; acusa la cifra más baja en materia orgánica (4,54 gr %). Presenta bastante cantidad de nitrógeno (2,66 gr %), es muy pobre en óxido de calcio (4,10 gr %), pobre en anhídrido fosfórico (0,596 gr %) y con suficiente cantidad de óxido de potasio (3,69 gr %). En estado asimilable, el anhídrido fosfórico se encuentra debajo de lo normal (0,076 gr %) mientras que el óxido de potasio asimilable se halla dentro de los límites normales (0,52 gr %). Es la tierra que acusa los resultados microbiológicos más bajos de todas las muestras; poder nitrificador 6,8 %; poder fijador libre de nitrógeno 9,8 %; ataque de la celulosa muy escaso y parejo. Como se podrá apreciar por los resultados, esta tierra necesita abonos, tanto minerales como orgánicos, mejoras culturales y riegos suficientes, inmediatos.

La *muestra n° 5*, de monte frutal, es de mediocres aptitudes para los cultivos; es abonada una vez al año con algo de estiércol y se le hacen algunas labores culturales. Es arcillo-arenosa mediana, de densidad 2,25, con pH de 7,4, escasas sales solubles, regular estado de saturación (52,86 ME %) y suficiente cantidad de materia orgánica (9,94 %): Nitrógeno contiene cantidad suficiente (2,52 gr %), pobre en óxido de calcio (6,15 gr %), pobre en anhídrido fosfórico (0,477 gr %) y bastante cantidad de óxido de potasio (4,27 gr %). Es muy pobre en fósforo asimilable (0,048 gr %) y con suficiente potasio asimilable (0,40 gr %). De regular actividad microbiológica, presenta variación en los resultados; poder fijador de nitrógeno libre 17,6 %, poder nitrificador 29,7 %; la celulosa es atacada en forma rápida y bastante intensa. Esta tierra necesita abonos minerales, fosfóricos y cálcicos.

La *muestra n° 6*, tierra de huerta muy alcalina, revela malas condiciones de cultivo; nunca fué enmendada ni abonada, muy alcalina (pH 9) debido probablemente a coloides sódicos, ya que no se encontró ni carbonatos ni cloruros de sodio; es húmeda, compacta y de

difícil laboreo. Es arcillo-arenosa, de mediana densidad 2,35, pH muy elevado (pH 9), con regular cantidad de sales solubles, es la más saturada de todas las muestras (77,53 ME %); y con bastante materia orgánica (9,72 gr %). Contiene además suficiente cantidad de nitrógeno (2,55 gr %), pobre en óxido de calcio (6,9 gr %), muy pobre en anhídrido fosfórico (0,522 gr %) y con adecuada cantidad de óxido de potasio (0,467 gr %). En fósforo asimilable es muy pobre, presentado la cifra más baja de todas las muestras (0,022 gr %) y con suficiente cantidad de potasio asimilable (0,42 gr %) en cuanto a los resultados microbiológicos, llama mucho la atención el elevado poder fijador de nitrógeno libre y poder nitrificador que presenta (77,5 % y 46,7 % respectivamente); cualidades éstas atribuibles únicamente a su elevada alcalinidad. La celulosa fué digerida en forma rápida e intensa. Sería necesario, para este caso, efectuar drenajes o desagües apropiados a fin de eliminar el exceso de humedad que presentan, después aplicar abonos orgánicos y minerales, estos últimos del tipo fosfo-cálcico, y realizar labores culturales adecuadas y continuas.

La muestra n° 7, tierra de alfalfar, ofrece en general buenas cualidades para su cultivo; es arcillo-limosa pesada, de densidad mediana (2,20), pH 7,9, regular grado de saturación con cationes (54,53 ME %) y elevada cantidad de materia orgánica (12,24 gr %); la cifra de nitrógeno es también elevada (3,01 gr %), regular cantidad de óxido de calcio (10,15 gr %), regular de anhídrido fosfórico (0,681 gr %) y bastante de óxido de potasio (4,31 gr %). En estado asimilable posee suficiente fósforo y potasio (0,497 gr % y 0,42 gr % respectivamente). Ostenta la mayor parte de fijación libre de nitrógeno de todas las muestras (83,1 %) y elevado poder nitrificador (41,8 %). La celulosa fué atacada en forma poco intensa. Actualmente no recibe ninguna clase de abono, pero en épocas anteriores existió un vivero mixto y era abonada frecuentemente con diversas sustancias; también fué encalada hace aproximadamente 6 años, explicándose por estos detalles los resultados bastante favorables obtenidos en los análisis a que fuera sometida. En la actualidad, no necesitaría abonos ni enmiendas.

CONCLUSIONES GENERALES

El estado de la actividad microbiana de un suelo puede considerarse como un índice de las condiciones de fertilidad del mismo;

aunque en estas clases de investigaciones es necesario tener en cuenta factores de diversa índole, como ser pH, presencia de materia orgánica, etc., que influyen en forma decisiva en los resultados que se obtienen y que podrían inducir a error en las observaciones. Es de considerar la muestra n° 6, la cual, pese a sus malas aptitudes de cultivo, ofrece un alto grado de poder nitrificante y fijador libre de nitrógeno, únicamente atribuible a su condición alcalina (pH 9); mientras que la n° 1, de buena calidad y óptimas condiciones de cultivo, posee un grado de poder nitrificador y fijador mucho menor. Como conclusiones finales se puede agregar lo siguiente: como abono, el estiércol es, en general, mucho más ventajoso que cualquier otro de la misma índole, por las múltiples mejoras de todo orden que aporta al suelo. Un suelo arenoso de condiciones físicas deficientes puede cultivarse perfectamente bien, siempre que se le abone, riegue y efectúen cuidados culturales a menudo. El método de las placas de silicogel de Winogradsky es un buen exponente cuantitativo y cualitativo de la actividad de los distintos grupos de microorganismos que se encuentran en el suelo. Los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos cualitativos y cuantitativos efectuados, ponen en evidencia una discreta correlación entre sí. No existe correlación acentuada entre la actividad microbiana y la calidad de las tierras consideradas. Las tierras de actividad microbiológica moderada y constante indican mejor estado de fertilidad que las otras que no tienen estas cualidades y propiedades.

En los datos y observaciones de índole biológica, es menester tener en consideración diversos factores accidentales, tales como presencia de nitratos, pH, materia orgánica, etc., que gravitan sensiblemente en las mismas y que pueden originar apreciaciones erróneas. Los ensayos microbiológicos deben efectuarse por duplicado o triplicado, a fin de lograr mayor exactitud en los resultados y evitar así posibles errores. El método de observación directa de Rossi-Cholodny, ofrece una clara apreciación del número, disposición y morfología de la microfauna y microflora del suelo, *en condiciones naturales*, sin provocar modificaciones anormales, adversas o favorables, en el ambiente en que viven y desarrollan estos organismos.

Por su técnica, el método de Rossi-Cholodny, es el que más fielmente refleja el estado de la actividad de la flora microbiana del suelo.