

DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA Y PARASITOLOGIA  
CATEDRA DE MICROBIOLOGIA

Prof. Dr. V. CALLAO

“ESTUDIO DEL PODER NITRIFICANTE EN LOS SUELOS ARIDOS DE  
LA PROVINCIA DE JAEN”

por

C. PÉREZ-MIRANDA y V. CALLAO

Ars. Pharm. XI, 41 (1970)

El proceso de nitrificación en el suelo, a pesar de su gran importancia para la fertilidad de los mismos, es un fenómeno que ha sido poco estudiado por realizarse siempre en cantidades muy pequeñas y por su lentitud.

El contenido de un suelo en nitratos procedentes de la nitrificación es muy variable, aunque su valor sea siempre bajo. Depende de diversos factores, tales como: la acidez de los suelos (Griffith) (1), las estaciones del año (Verona y Paci) (2), profundidad a la que se hacen las tomas de muestras (Sieverts y Holtz) (3), y, por último, la sensibilidad de los gérmenes nitrificantes a la cantidad de agua y a la aireación. El óptimo de humedad parece corresponder a un nivel ligeramente superior a la semisaturación. Pochon (4) llega a la conclusión de que hay un porcentaje máximo de humedad, a partir del cual todo aumento en el nivel de agua da lugar a una disminución de la actividad de los microorganismos nitrificantes.

En el presente trabajo se hace un estudio de la actividad nitrificante —nitrosa y nítrica— en suelos áridos, se determina la humedad más favorable para dicha actividad, y la influencia que la época del año, la profundidad de la toma y la naturaleza del suelo tienen en dicho proceso.

#### MATERIAL Y METODOS

Se han estudiado 22 muestras de suelos áridos recogidos en distintos puntos de la provincia de Jaén, durante el período de tiempo comprendido entre el mes de septiembre de 1966 a julio de 1967. En la Tabla I se han anotado las condiciones ecológicas de los suelos estudiados. Las tomas de las muestras se hicieron a profundidades comprendidas entre 10 y 35 cm. Cada muestra, una vez tamizada y triturada en el mortero, se somete a dos grados distintos de humedad, es decir, cada muestra se divide en tres fracciones, una se conserva tal y como se toma, y las otras dos se someten a dos humedades artificiales, que llamamos intermedia y alta, respectivamente. A los 15 días se procede a determinar la humedad “actual” de cada fracción. Las humedades se determinan por el método de F. E. IX ed. (5).

Se determina separadamente la actividad de los gérmenes nitrosos y de los gérmenes nítricos, preparando previamente suspensiones-diluciones de cada una de las fracciones del suelo en agua y sembrando en dos medios electivos líquidos repartidos en tubos. Para la valoración del poder nitrificante del suelo, el nitrógeno se suministra al medio bajo la forma de sulfato amónico. Para la actividad nítrica, la fuente de nitrógeno utilizada es el nítrico sódico.

TABLA I

*Condiciones Ecológicas de los suelos estudiados*

| Muestra | Día de recogida | N. Prf. del suelo * |
|---------|-----------------|---------------------|
| 1       | 30- 9-66        | arcilloso           |
| 2       | 3-10-66         | "                   |
| 3       | 15-10-66        | calizo              |
| 4       | 15-10-66        | arcilloso           |
| 5       | 16-11-66        | "                   |
| 6       | 16-11-66        | calizo              |
| 7       | 3-12-66         | arcilloso           |
| 8       | 4-12-66         | "                   |
| 9       | 15-12-66        | "                   |
| 10      | 6- 1-67         | calizo              |
| 11      | 22- 1-67        | "                   |
| 12      | 5- 2-67         | "                   |
| 13      | 26- 2-67        | arcilloso           |
| 14      | 5- 3-67         | "                   |
| 15      | 18- 3-67        | "                   |
| 16      | 7- 4-67         | calizo              |
| 17      | 20- 4-67        | arcilloso           |
| 18      | 5- 5-67         | "                   |
| 19      | 20- 5-67        | calizo              |
| 20      | 4- 6-67         | arcilloso           |
| 21      | 1- 7-67         | "                   |
| 22      | 15- 7-67        | calizo              |

\* Naturaleza preferente del suelo.

Las suspensiones-diluciones de tierra están comprendidas entre la  $10^{-1}$  a  $10^{-8}$  inclusive. Se han preparado siguiendo la técnica de Pochon (6). Se han empleado los medios de cultivo prescritos por Pochon y Tardieux (7).

Las suspensiones-diluciones de tierra se siembran a razón de 0'5 cc. por tubo, empleando cinco tubos por dilución. Se incuban a 28°C. durante 20 días.

Al cabo de este tiempo, para los gérmenes nitrosos se lee la dilución límite conteniendo nitritos o nitritos, utilizando para ello el reactivo de la difenil-amina sulfúrica. Para los gérmenes nítricos se lee la dilución límite conteniendo nitratos empleando el mismo reactivo, pero eliminando previamente lo snitritos que no se han transformado, con urea en medio sulfúrico.

En ambos casos —actividad nitrosa y actividad nítrica— un resultado positivo se traduce por la aparición de una coloración azul intensa en las concentraciones fuertes y fugaz en las débiles. Con el número de tubos positivos por cada dilución se determina "el número característico". A partir de este, y con la ayuda de las tablas de Mc Crady (Pochon) (6) obtenemos mediante un sencillo cálculo el número más probable de gérmenes por gramo de tierra sembrada.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores encontrados para los distintos grados de humedad a que se ha sometido cada muestra vienen dados en las Tablas II.

El número de gérmenes nitrosos y nítricos por gramo de tierra, hallado para las distintas humedades están recogidos en las Tablas III y IV, respectivamente.

TABLA II

*Humedades de las muestras de suelo estudiadas*

| Muestra | H. natural | H. intermedia | H. máxima |
|---------|------------|---------------|-----------|
| 1       | 15 %       | 26 %          | 30 %      |
| 2       | 14 %       | 29 %          | 40 %      |
| 3       | 12 %       | 21 %          | 28 %      |
| 4       | 13 %       | 30 %          | 40 %      |
| 5       | 6 %        | 26 %          | 32 %      |
| 6       | 14 %       | 23 %          | 40 %      |
| 7       | 6 %        | 23 %          | 40 %      |
| 8       | 9 %        | 22 %          | 38 %      |
| 9       | 3 %        | 28 %          | 34 %      |
| 10      | 7 %        | 31 %          | 40 %      |
| 11      | 5 %        | 29 %          | 41 %      |
| 12      | 7 %        | 15 %          | 25 %      |
| 13      | 4 %        | 21 %          | 30 %      |
| 14      | 5 %        | 16 %          | 47 %      |
| 15      | 4 %        | 22 %          | 47 %      |
| 16      | 5 %        | 11 %          | 30 %      |
| 17      | 3 %        | 24 %          | 35 %      |
| 18      | 9 %        | 14 %          | 20 %      |
| 19      | 16 %       | 22 %          | 27 %      |
| 20      | 7 %        | 10 %          | 18 %      |
| 21      | 5 %        | 24 %          | 40 %      |
| 22      | 4 %        | 24 %          | 40 %      |

TABLA III

*Número más probable de gérmenes nitrosos por grano de tierra*

| Muestra | H. natural | H. intermedia | H. máxima |
|---------|------------|---------------|-----------|
| 1       | 2.500      | 250           | 250       |
| 2       | 5.000      | 2.500         | 250       |
| 3       | 500        | 13.000        | 250       |
| 4       | 25.000     | 2.500         | 250       |
| 5       | 25.000     | 250           | 25        |
| 6       | 80.000     | 2.500         | 3.500     |
| 7       | 250        | 250           | 25        |
| 8       | 2.500      | 250           | 250       |
| 9       | 250        | 250           | 250       |
| 10      | 2.500      | 800           | 250       |
| 11      | 2.500      | 25.000        | 250       |
| 12      | 25.000     | 25.000        | 250       |
| 13      | 35.000     | 250           | 250       |
| 14      | 800        | 250           | 250       |
| 14      | 3.500      | 2.500         | 2.500     |
| 16      | 25.000     | 3.500         | 2.500     |
| 17      | 25.000     | 500           | 250       |
| 18      | 2.500      | 500           | 250       |
| 19      | 500        | 3.500         | 250       |
| 20      | 800        | 350           | 350       |
| 21      | 2.500      | 500           | 25        |
| 22      | 2.500      | 500           | 250       |

TABLA IV

*Número más probable de gérmenes nítricos por gramo de tierra*

| Muestra | H. natural | H. intermedia | H. máxima |
|---------|------------|---------------|-----------|
| 1       | 250        | 250           | 80        |
| 2       | 2.500      | 5.000         | 250       |
| 3       | 2.500      | 25.000        | 350       |
| 4       | 50.000     | 500           | 250       |
| 5       | 500        | 350           | 250       |
| 6       | 2.500      | 250           | 3.500     |
| 7       | 350        | 250           | 250       |
| 8       | 2.500      | 2.500         | 250       |
| 9       | 3.500      | 800           | 250       |
| 10      | 350        | 250           | 25        |
| 11      | 500        | 1.300         | 50        |
| 12      | 5.000      | 800           | 35        |
| 13      | 250        | 350           | 250       |
| 14      | 350        | 800           | 250       |
| 15      | 250        | 250           | 80        |
| 16      | 800        | 800           | 250       |
| 17      | 80         | 250           | 250       |
| 18      | 2.500      | 1.300         | 25        |
| 19      | 250        | 250           | 25        |
| 20      | 80         | 25            | 25        |
| 21      | 250        | 25            | 8         |
| 22      | 250        | 250           | 13        |

En el caso de los gérmenes nitrosos, observamos que en cada muestra es menor el número de gérmenes —y por tanto, la actividad— para el valor correspondiente a la humedad más alta, con la única excepción de la muestra IX, que dio igual número de gérmenes para los tres valores distintos de humedad. El mayor valor se obtuvo para la muestra XIII, que con una humedad del 7 por ciento nos dio 25.000 gérmenes por gramo de tierra. Fue recogida en un suelo preferentemente calizo a principios de invierno. El valor más bajo lo dieron las muestras V y XXI con humedad del 32 por ciento y el 42 por ciento respectivamente, en que sólo existen 25 gérmenes por gramo de tierra. Ambas fueron tomadas de suelos preferentemente arcillosos. La V en otoño y la XXI a comienzos del verano.

Si observamos el distinto número de gérmenes encontrados para las distintas muestras, se aprecia que los mayores valores (Tabla V) corresponden a humedades comprendidas entre el 25 por ciento y el 47 por ciento. Lo que da un valor promedio de 37 por ciento. Esto indica que los valores altos, a partir del 37 por ciento, disminuyen la actividad de los gérmenes nitrosos. Dicha actividad es máxima para los valores intermedios de humedad, 12 por ciento.

La gráfica I nos representa la relación entre las distintas humedades de las muestras de tierra y su número más probable de gérmenes por gramo de tierra. Para su construcción se han tomado los valores correspondientes a los tantos por ciento de las humedades, y el número más probable de gérmenes. Se observa que los puntos que representan el número de gérmenes son los correspondientes a los valores más altos de humedad. Localizamos dichos puntos entre humedades comprendidas entre el 35 por ciento y el 50 por ciento. En cambio, los puntos que representan el mayor número de gérmenes son los correspondientes a las humedades más bajas. Estando entre los valores del 15 y el 5 por ciento de humedad.

TABLA V

*Influencia de la humedad sobre el número de gérmenes nitrosos.*  
I. Valores más elevados

| N.º de gérmenes/gr. | Muestra | % de humedad |
|---------------------|---------|--------------|
| 500                 | 2       | 14           |
| 13.000              | 3       | 21           |
| 25.000              | 4       | 13           |
| 25.000              | 5       | 6            |
| 80.000              | 6       | 14           |
| 25.000              | 11      | 29           |
| 250.000             | 12      | 7            |
| 25.000              | 12      | 15           |
| 35.000              | 13      | 4            |
| 25.000              | 16      | 5            |
| 25.000              | 17      | 9            |

TABLA VI

*Influencia de la humedad sobre el número de gérmenes nitrosos.*  
II. Valores más bajos

| N.º de gérmenes/gramo | Muestra | % de humedad |
|-----------------------|---------|--------------|
| 250                   | 1       | 30           |
| 250                   | 2       | 40           |
| 250                   | 3       | 28           |
| 250                   | 4       | 40           |
| 25                    | 5       | 32           |
| 25                    | 7       | 40           |
| 250                   | 8       | 38           |
| 250                   | 10      | 48           |
| 25                    | 21      | 40           |
| 250                   | 19      | 27           |
| 250                   | 22      | 44           |

TABLA VII

*Influencia de la humedad sobre el número de gérmenes nítricos.*  
I. Valores más elevados

| N.º de gérmenes/gramo | Muestra | % de humedad |
|-----------------------|---------|--------------|
| 5.000                 | 2       | 29           |
| 25.000                | 3       | 21           |
| 50.000                | 4       | 30           |
| 5.000                 | 12      | 17           |
| 2.500                 | 2       | 14           |
| 2.500                 | 6       | 14           |
| 3.500                 | 6       | 40           |
| 2.500                 | 8       | 9            |
| 3.500                 | 9       | 3            |
| 2.500                 | 18      | 5            |

TABLA VIII

*Influencia de la humedad sobre el número de gérmenes nítricos.*

*II. Valores más bajos*

| N.º de gérmenes/gramo | Muestra | % de humedad |
|-----------------------|---------|--------------|
| 80                    | 1       | 30           |
| 25                    | 10      | 40           |
| 50                    | 11      | 41           |
| 35                    | 12      | 25           |
| 80                    | 15      | 40           |
| 25                    | 18      | 20           |
| 25                    | 19      | 27           |
| 25                    | 20      | 18           |
| 8                     | 21      | 40           |
| 25                    | 21      | 24           |
| 13                    | 22      | 40           |

Por lo que respecta a la influencia estacional sobre la actividad nitrosante (Gráfica II), vemos que la distribución de todos los puntos es bastante uniforme, sin que quepa destacar una marcada influencia. Si bien, es indudable que en primavera y verano la actividad es menor, ya que los puntos correspondientes a esta época son los de menor número de gérmenes. Los más elevados son los de los meses que comprenden el otoño y mediados de invierno. Aunque los puntos mínimo y máximo, son ambos pertenecientes al invierno, al principio y final del mismo, respectivamente.

La gráfica III nos representa la influencia de la naturaleza preferente del suelo en la actividad nitrosante del mismo. Se ve claramente que los valores más altos pertenecen a suelos preferentemente calizos y los más bajos a los suelos arcillosos. Por lo que deducimos que la actividad es mayor en los primeros que en los segundos.

En cuanto a los gérmenes nítricos, se puede afirmar que en todas las muestras estudiadas por nosotros, su actividad es menor que la nitrosa. Siendo a menudo las diferencias entre una y otra, bastante notables.

La mayor cantidad de gérmenes nítricos (Tabla IV), la dio la muestra IV, que para una humedad del 13 por ciento dio 50.000 gérmenes por gramo de tierra. El valor más bajo fue el de la muestra XXI, que para una humedad del 40 por ciento dio tan sólo 8 gérmenes por gramo de tierra.

Representando gráficamente (Gráfica IV) la relación encontrada entre la humedad de las muestras y el número más probable de gérmenes con capacidad nitrificante, se observa que la influencia no es tan marcada como para los gérmenes nitrosos. La uniformidad en los distintos puntos es mayor que para la actividad nitrosa. Para los valores altos de humedad se obtiene el menor número de gérmenes. Las humedades más favorables son las intermedias. Procediendo de igual forma que se hizo para los gérmenes nitrosos, se encuentra como valor más óptimo para el proceso de la nitrificación en estos suelos, el del 18 por ciento. Las humedades más desfavorables son a partir del 33 por ciento.

La gráfica que nos representa la influencia estacional (Gráfica V), en la actividad nitrificante, nos dio los valores más altos en los puntos correspondientes a los meses de otoño, siendo los más bajos, los correspondientes al invierno y la primavera. Ahora bien, las diferencias no son tan marcadas para poder afirmar que halla una clara influencia estacional.

Por último la gráfica VI representa la influencia de la naturaleza preferente del suelo en la actividad nitrificante. Parece deducirse del examen de dicha gráfica, que los suelos calizos son los que dan una actividad menor, aunque la distribución de los puntos, tanto de los correspondientes a suelos arcillosos como los de los suelos calizos, es muy semejante. Es decir que no hay claras diferencias entre ambos tipos de suelos.

### RESUMEN

Se hace un estudio de la actividad nitrificante —nitrosa y nítrica— de 22 muestras de suelos áridos. Se determina la humedad más favorable a dicha actividad; así como: la influencia de la época estacional, de la profundidad de la toma de muestra y de la naturaleza preferente del suelo, en dichos procesos.

### SUMMARY

Research has been carried out into the nitrifying activity —nitrous and nitric— of 22 samples of arid soil. Conditions of humidity most favourable to the above mentioned activity have been ascertained in this process, as well as the influence of the seasonal time of year, of the depth the sample has been taken from and of the preferential nature of the soil.

### BIBLIOGRAFIA

- I.—GRIFFITH. *Commonw. Bus. Soil. Sc. Tech. Com.* 1949, 46.
- II.—VERONA, O. et PACI. *S. Bollet. d. Sez. Ital. d. Soc. Intern. d. Microbiol.* 1931, 6,3.
- III.—SIEVERTS, F. J. et HOLTZ, H. F. *Washington Agr. Exp. St. Bull.* 1922, 166.
- IV.—POCHON. *Traité de Microbiologie des sols* ed. Dunod 1958.
- V.—FARMACOPEA OFICIAL ESPAÑOLA IX ed.
- VI.—POCHON. *Manuel Techniques d'analyse Microbiologia* ed. Masson et cie.
- VII.—POCHON et TARDIEUX. *Techniques d'analyse en Microbiologie du sol* ed. Tourelle.