HAL open science

Nitratos en un suelo cultivado con trigo: variabilidad espacial e influencia del cultivo antecesor

María de Las Mercedes Zubillaga, Jorge Sierra, Luis Barberis

To cite this version:

María de Las Mercedes Zubillaga, Jorge Sierra, Luis Barberis. Nitratos en un suelo cultivado con trigo: variabilidad espacial e influencia del cultivo antecesor. Turrialba, 1991, 41 (2), pp.217-222. hal-02712350

HAL Id: hal-02712350

https://hal.inrae.fr/hal-02712350

Submitted on 1 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Nitratos en un Suelo Cultivado con Trigo: Variabilidad Espacial e Influencia del Cultivo Antecesor[1]

M.M. Zubillaga, J. Sierra*, L. Barberis**

ABSTRACT

Soil incubation experiments were carried out under field conditions during a wheat growing season from fallow to crop period to analyze N-NO_3 production and its spatial variability. Two plots having two different cultivation predecessors (corn: plot AM and soybean: plot AS) were sampled in each case along a transect. The semivariogram technique was used to study spatial variability. Coefficients of variation of the N-NO_3 production were between 40 and 120%, and in no instance was spatial dependence observed in the mineralization process. All the variance could thus be related to short range effects (less than 10 m). A comparative analysis was possible as no spatial structure was found in neither of the plots. Plot AS mineralized 15% more than plot AM, during the whole experiment, this differences could be located along the sowing-tillering stage. Net mineralization rate was 4.5 times greater for plot AM than for plot AS. Possible causes of the observed differences as well as the influence of spatial variability on the number of samples needed to detect effects of interest are discussed.

COMPENDIO

Se realizaron incubaciones de suelo *in situ* con el objetivo de estudiar la producción de nitratos y su variabilidad espacial en un suelo cultivado con trigo. El ensayo transcurrió desde el barbecho hasta la cosecha. El muestreo se realizó sobre transectos en dos lotes, uno en que el cultivo antecesor fue soja y otro en que fue maíz. Los coeficientes de variación de la producción de nitratos oscilaron entre 40% y 120%; en ningún caso se halló dependencia espacial en la mineralización, por lo que toda su variancia es atribuible a factores de corto alcance (menores a 10 m). La ausencia de estructura espacial permitió el análisis comparativo de esa variable en las dos condiciones de cultivo antecesor. El lote en que el antecesor fue soja produjo un 15% más de nitratos en todo el experimento; esta diferencia se concentra en la época de siembra-macollaje en que la mineralización neta fue 4.5 veces mayor que la del lote en que el cultivo antecesor fue maíz. Se discuten aquí las posibles causas de las diferencias halladas y la influencia de la variabilidad espacial encontrada sobre el número de muestras necesarias para detectar efectos de interés.

INTRODUCCION

En el norte de la Provincia de Buenos Aires y en el sur de la Provincia de Santa Fe (entre 33° 30'y 34° de latitud Sur y entre 60° y 61° de longitud Oeste), existen sistemas de diagnóstico de la fertilidad nitrogenada en trigo, utilizados para hacer más confiables y racionales los planes de fertilización (1, 6). Una línea de estudio para perfeccionar dichos sistemas consiste en evaluar la capacidad de mineralización de los suelos, y cómo influye sobre ella la historia reciente de la misma.

Existe en la actualidad un interés creciente en estimar la producción de N-NO_3^- *in situ* sobre muestras que conserven la estructura natural del suelo, con el objetivo de lograr una mayor aproximación al proceso real (7, 13).

Trabajos recientes muestran la alta variabilidad espacial que presenta la mineralización de N en esas condiciones (9, 13), la cual condiciona la utilización

[1] Recibido para publicación el 31 de octubre de 1988.

* Departamento de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires (UBA), Av. San Martín 4453 (1417), Buenos Aires, Argentina.

de un valor dado de producción de N-NO3⁻ debido a que su desvío estándar puede igualar o aun duplicar el promedio.

El estudio de la variabilidad espacial de propiedades del suelo ha sido encarado generalmente por medio de la estadística clásica; actualmente se sabe que el supuesto de independencia no siempre se cumple, por lo que dicho análisis carece de valor en esos casos (12). Uno de los métodos empleados para determinar la presencia de correlación espacial (o ausencia de independencia) es la técnica del semivariograma, la cual permite establecer la parte de la variancia poblacional debida a dicha correlación y aportar información para el análisis estadístico posterior (11).

Los objetivos de este trabajo han sido: medir la producción de N-NO3⁻ en un suelo destinado al cultivo de trigo; evaluar la variabilidad espacial del proceso, para determinar un manejo adecuado de los datos experimentales; y evaluar la sensibilidad de la técnica de incubación en campo para diferenciar la influencia de distintos cultivos antecesores sobre la mineralización del nitrógeno.

MATERIALES Y METODOS

Suelo y diagrama del ensayo

El suelo utilizado es un Argiudol Típico ubicado en Juncal (Provincia de Santa Fe). Algunas características del horizonte superficial se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Algunas características del horizonte superficial de los suelos utilizados.

Antecesor	pH	CT (%)	NT (%)	Textura
Maíz	6.5	2.18	0.210	franco
Soja	6.5	2.15	0.182	franco

Se utilizaron dos lotes contiguos destinados a trigo, uno en que el cultivo antecesor fue soja (AS) y otro en que fue maíz (AM). En ambos lotes se efectuaron incubaciones de suelo en cuatro períodos; en cada uno de ellos se extrajeron 25 muestras a lo largo de un transecto, la distancia entre sitios de muestreo fue de 10 metros. El experimento transcurrió desde el barbecho hasta la cosecha d trigo. Las fechas de muestreo figuran en el Cuadro

Cuadro 2. Momento de muestreo.

Fecha de muestreo	Estado del cultivo
12/6	barbecho
29/7	siembra
05/9	macollaje
20/10	floración
26/11	cosecha

Técnica de incubación

La producción de nitratos en el campo se estim mediante la técnica descrita por Sierra *et al.* (8). E cada sitio de incubación se enterraron dos cilindros c PVC de 5 cm de altura, 6 cm de diámetro y 2 mm c espesor. Una de las muestras se utilizó para la determinaciones iniciales. El cilindro restante fu introducido en una bolsa de polietileno de 20 μm c espesor, se protegió con una caja plástica perforac para permitir una correcta aireación y se enterró en sitio de extracción.

En las muestras iniciales y finales de cada períod se determinó la humedad con un gravímetro y el N NO3⁻ con un colorímetro (2). En las determinacione de nitratos se efectuaron todos los análisis p duplicado, extrayendo dos alícuotas de la muestra c suelo previamente homogeneizada.

La estimación de la producción de N-NO3⁻ s realizó comparando la diferencia entre el contenid final e inicial de N-NO3⁻.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó para las siguient variables: situación inicial (SI): contenido de N-NO : cantidad de nitratos en el cilindro al finalizar período; producción de nitratos (PROD): diferenc entre SF y SI; y humedad inicial (H): porcentaje c humedad al comenzar el período de incubación.

Además del análisis clásico (estimación de med das de posición y dispersión) se procedió a calcular semivariancia de las distintas variables; para esto s

A0790e02 http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0790e/A0790e02.html

A0790e02

supone que cada propiedad medida es una función aleatoria del espacio (4, 11).

La semivariancia se define:

$$\delta(h) = 1/2\, N(h) \sum_{i=1}^{n} (Z(xi) - Z(xi+h))^2 \qquad (1)$$

siendo N(h) el número de pares de observaciones experimentales, Z(xi) y Z(xi+h) un par de observaciones, y h, el vector distancia, representa el LAG o intervalo de muestreo entre sitios. Por ejemplo, LAG 1 implica que se toman pares de muestras distanciadas 10 m; LAG 2, pares de muestras distanciadas 20 m y así sucesivamente; por lo tanto, h tal como se considera aquí es adimensional.

Con los valores de γ se constituyeron 32 semivariogramas, uno por cada propiedad en cada período de medición.

RESULTADOS Y DISCUSION

Variabilidad espacial de la producción de nitratos

En la Figura 1 se muestra un semivariograma ideal; la semivariancia crece con la distancia alcanzando un valor constante igual a la variancia a una distancia "a" denominada rango (3), que es la distancia dentro de la cual existe dependencia espacial. La semivariancia debe tender a cero cuando "h" tiende a cero, sin embargo, en semivariogramas experimentales esto no ocurre en todas las situaciones.

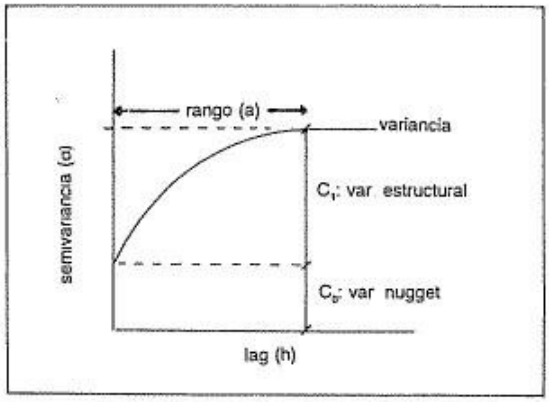

Fig. 1. Semivariograma ideal.

Esta variancia distinta de cero se denomina *nugget* (C_o) y representa la variabilidad de la propiedad que no es detectable a la escala de muestreo; C_1 es la contribución a la variancia debida a la correlación espacial (10).

Si para cualquier distancia, el semivariograma oscila alrededor de la variancia poblacional, implica que existe efecto *nugget* puro: toda la variancia puede explicarse por efectos de distancia menor a la del muestreo (efectos de rango corto); esto último sucede para los valores de PROD (Figs. 2a y 2b) y SF de esta experiencia.

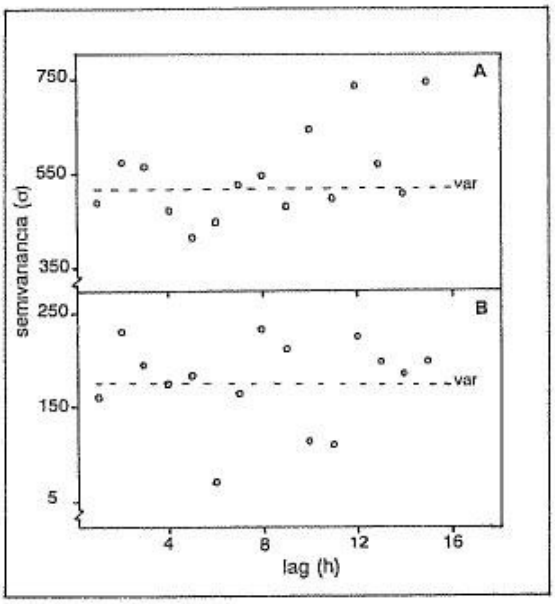

Fig. 2. Semivariogramas correspondientes a producción del segundo período: a- Antecesor soja, b- Antecesor maíz. Las unidades de γ son (ppm N)^2.

En SI sólo se halló estructura espacial en el segundo período de lote AS (Figs. 3a y 3b) y para H en el tercer período del lote AS y cuarto período del lote AM.

La existencia de efecto *nugget* puro en PROD confirma lo hallado por Sierra *et al.* (9), en mediciones similares realizadas en suelos cultivados con maíz en la misma zona. Estos autores concluyeron que la cantidad de sustrato por mineralizar y el grado de compactación del suelo, serían las principales fuentes de microvariabilidad, factores que al variar

1 sur 1 13/04/2016 11:03

en distancias pequeñas determinan la ausencia de correlaciones especiales.

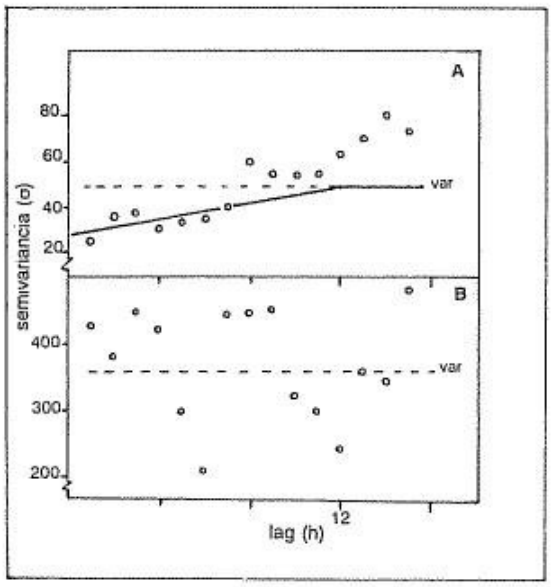

Fig. 3. Semivariogramas correspondientes a situación inicial del segundo período: a- Antecesor soja, b- Antecesor maíz. Las unidades de γ son (ppm N)^2.

Los mismos autores encontraron estructura espacial en la variable SI en tres de ocho casos analizados. Los resultados aquí expuestos muestran un sólo caso sobre ocho, por lo que puede concluirse que alguno o algunos de los factores que determinan el balance de ganancias y pérdidas de N-NO3$^-$, condiciona la aparición circunstancial de estructura espacial en SI; como la mineralización nunca posee estructura, serían las variables de pérdida (lixiviación, absorción vegetal, otros) las que provocan la presencia de correlación espacial en SI.

En ese sentido, el análisis de dichas variables permitiría explicar la evolución del contenido de N-NO3$^-$ en el suelo a partir de los semivariogramas, mediante la teoría de los "fractals" (3), con la que se pueden diferenciar factores que producen dependencia espacial.

Al comprobarse la ausencia de dependencia espacial en la variable PROD, puede asumirse la independencia entre sitios y utilizar la estadística clásica en el análisis comparativo entre antecesores (5).

Producción de nitratos en función del tiempo

En la Figura 4 se presentan los valores d producción por día y para cada período y lot Durante el barbecho la producción diaria no present diferencias significativas entre lotes; sin embargo, e el siguiente período (siembra-macollaje) se produjo u máximo de mineralización neta en el lote AS qu representa 4.5 veces la producción en el lote AM.

En macollaje-espigazón la situación se invierte en el lote AM la velocidad de aparición de N-NO supera 1.5 veces la del lote AS. En el último períod las producciones respectivas no muestran diferencia significativas.

Es interesante marcar que sólo en el períod siembra-macollaje existen diferencias significativa entre variancias.

Los valores obtenidos implican, para el lote A una mineralización neta de 5.1, 13.0, 7.6 y 5.9 kg ha^{-1} en los sucesivos períodos en la capa de 5 c estudiada, y en el lote AM de 6.7, 2.9, 10.7 y 6.4 k N ha^{-1}. Extrapolando los valores citados a todo horizonte A (aproximadamente 20 cm), la producció habría sido de 127 y 107 kg N ha^{-1} para AS y A respectivamente, en todo el experimento. Obvia mente, estas últimas cifras sobreestiman la min ralización real, pues se basan en la capa de mayo producción; sólo se incluyen con carácter ilustrativo

Las diferencias halladas en el período siembra macollaje, sugieren una liberación de N del residuo d soja incentivado por las labores previas a la siembr del trigo; la medición de barbecho no refleja es producción, pues la incubación comenzó antes de qu se removiera el suelo; no obstante, los datos de SI e siembra son significativamente mayores en el lote A

En forma paralela, la variancia también es mayo en el lote AS, lo que indicaría la presencia de sitio con mayor cantidad de sustrato mineralizable, produ to de la heterogeneidad en la distribución espacial d N aportado por la soja.

Las diferencias que existen en favor del lote A en el período macollaje-espigazón, no tienen una cla explicación, pero hacen suponer un proceso de inmo vilización parcial anterior y una liberación de N e este período; esto concuerda con los bajos valores d PROD hallados en siembra-macollaje (Fig. 4); si

A0790e02 http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0790e/A0790e02.html

A0790e02

embargo, esta hipótesis no es totalmente satisfactoria teniendo en cuenta el tiempo transcurrido desde la incorporación del rastrojo del maíz antecesor en el mes de abril.

Analizando los valores acumulados de PROD, sólo se observaron diferencias significativas hasta macollaje en favor del lote AS; en las PROD totales (barbecho a cosecha) no existieron diferencias significativas entre lotes.

Queda por cuantificar si las diferencias en períodos específicos se trasladan a los rendimientos, teniendo en cuenta que la máxima tasa de mineralización en el lote AS ocurre en la época previa a la de mayor absorción de N por el vegetal.

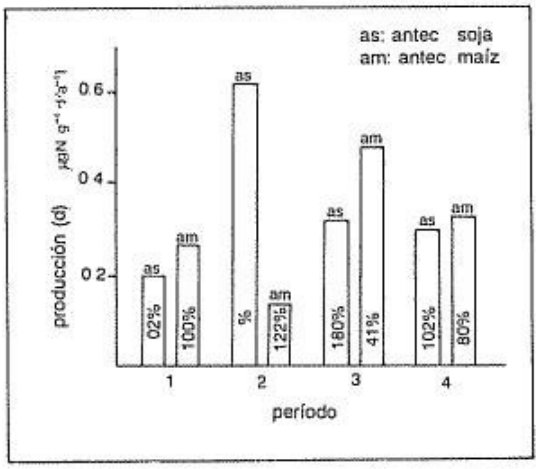

Fig. 4. Producción diaria de nitratos (g N g^{-1} $día^{-1}$). Los porcentajes dentro de las barras son los coeficientes de variación.

Número mínimo de muestras

Los coeficientes de variación calculados para PROD oscilaron entre 40% y 120 por ciento. Esta gran variabilidad determina que es conveniente conocer el número mínimo de muestras necesarias para lograr detectar una diferencia en la producción de nitratos que sea de interés.

Este cálculo se realizó estableciendo un nivel de significación del 5% y un Error Tipo II (ß) igual al 10% (5). Para el valor medio de variancia en este ensayo se obtuvo que, si se desea detectar una diferencia de 20 kg N ha^{-1} (capa de 0 - 20 cm), son necesarias 30 muestras, y 105, si la diferencia es de 10 kg N ha^{-1}. Estos números mínimos se elevan a 50 y 130 si se toman las variancias más altas en este ensayo.

Esto significa que, si se utiliza el número de muestras de este experimento, sólo es posible detectar diferencias apreciables entre tratamientos en períodos con alta variabilidad espacial.

CONCLUSIONES

En ninguna de las situaciones analizadas se observó dependencia espacial en la producción de N-NO_3^-, por lo que factores que actúan a distancias menores de 10 m son responsables de toda la variancia de este proceso. Los coeficientes de variación oscilaron entre 40% y 120%, lo que demuestra su alta variabilidad espacial, y hace necesario un gran número de muestras por unidad experimental para lograr estimaciones estadísticas confiables.

El método de incubación en el campo ha mostrado utilidad para medir la influencia de distintos cultivos antecesores sobre la mineralización de N; en este sentido el lote con antecesor soja produjo un 15% más que el lote con antecesor maíz. Esta diferencia se establece principalmente en el período siembra-macollaje, etapa previa a la máxima absorción de N por el trigo.

Este tipo de mediciones *in situ* son de utilidad cuando se desea cuantificar el efecto de distintos manejos sobre la dinámica del N, y hacer más confiables las recomendaciones sobre uso de tecnología, incluyendo la práctica de fertilización.

LITERATURA CITADA

1. BARBERIS, L.; NERVI, A.; DEL CAMPO, M.; CONTI, M.; URRICARRIET, S.; SIERRA, J.; DANIEL, P.; VAZQUEZ, M.; ZOURARAKIS, D. 1983. Análisis de la respuesta del trigo a la fertilización nitrogenada en la Pampa Ondulada y su predicción. Ciencia del Suelo 1(2):51-64.

2. BURROUGH, P. 1983. Multiscales sources of spatial variation in soil. II. A non-brownian fractal model and its application in soil survey. Journal of Soil Science 44(3):598-642.

1 sur 1 13/04/2016 11:05

3. CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CIENCIA Y TECNICA. LABORATORIO DE QUIMICA GEOLOGICA Y EDAFOLOGIA. 1983. Carpeta de análisis rutinarios. 52 p.

4. GUIJAHT, A. 1985. Spatial variability: Geostatistical methods. In Soil Spatial Variability. D.R. Nielsen, J. Bouma (Eds.). Wageningen, Pudoc. p. 9-34.

5. INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. ESTACION EXPERIMENTAL AGRICOLA. 1983. Carpeta de producción vegetal: Trigo. Información no. 58. 35 p.

6. OSTLE, B. 1965. Estadística aplicada. ed. México, Méx., Limusa. 629 p.

7. RAISON, R.J.; CONNELL, M.J.; KHANA, P.K. 1987. Methodology for studying fluxed of soil mineral N *in situ*. Soil Biochemistry 19(5):521-530.

8. SIERRA, J.; ZOURARAKIS, D.; NOVAS, G.; URRICARRIET, S.; BARBERIS, L. 1986. Producción de nitratos en función del tiempo en incubaciones a campo de suelos bajo cultivo de maíz. In Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo (11.). Actas.

9. SIERRA, J.; DI PIETRO, L.; HASHIMOTO BARBERIS, L. 1988. Variabilidad espacial producción de nitrógeno mineral en suelos condiciones de campo. In Congreso Argentino Ciencia del Suelo (17.). Actas. (En prensa).

10. TRANGMAR, B.B.; YOST, B.S.; UEHARA, G. 1 Application of geostatistics to spatial studies o properties. Advances in Agronomy 38:45-91.

11. VIEIRA, S.R.; HATFIELD, J.L.; NIELSEN, BIGGAR, J.W. 1983. Geostatiscal theory application to variability of some agrono properties. Hilgardia 51:1-75.

12. WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, 1980. Spatial variability of soil physical propert the field. In Practical Applications of Soil Ph D. Hillel (Ed.). New York. p. 319-344.

13. ZOURARAKIS, D.; URRUCARRIET, S.; SIERR BARBERIS, L. 1987. Medición de la capacid mineralización de suelos mediante la técnic incubaciones *in situ*. Revista Facultad de Agro 8(3):101-114.

RESEÑA DE LIBROS

ROSALES ESPINOSA, F.; CORREA GIRÓN, P. El síndrome del ojo azul. Palo Alto, Méx., Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, SARH. 1989. Revista Técnica Pecuaria (Méx.) 27(3):101-116.

Este artículo presenta una revisión bibliográfica sobre el "Síndrome del Ojo Azul" (SOA), nueva enfermedad nerviosa observada en cerdos, a principios de 1980, en la Piedad, Michoacán, México. Esta enfermedad se caracteriza por la opacidad azul turquesa de la córnea trasparente en algunos de los afectados, atribuida a un virus hemoaglutinante, posteriormente caracterizado y denominado **Paramyxovirus** porcino (LPM). Serológicamente no tiene relación con otros **Paramyxovirus** ni con diversos virus de parainfluenza.

Los autores hacen una amplia revisión b gráfica sobre diversos aspectos de la enferm historia, etiología y otras enfermedades asociad SOA; cultivo del virus *in vitro;* transm experimental; difusión, curso y signos clí patogenia y lesiones; histopatología, inmun diagnóstico, prevención, tratamiento, contr distribución; y sus efectos económicos.

El artículo incluye al final todas aquellas citadas en el artículo, y que sobre el "Síndrom Ojo Azul" se han producido, especialment México.

FANNY DE LA TORRE
SEDE CENTRAL, IICA