

VARIACIONES DE NITROGENO LIVIANO Y NITRATOS PRODUCIDOS POR LOS DISTINTOS MANEJOS DEL CULTIVO DE MAIZ EN SUELOS ARGIUDOLES *

(1) Marta Conti **, Ana M. Rodriguez Janeiro, Claudia Marré ***

Recibido: 23/8/83

Aceptado: 4/11/83

RESUMEN

En suelos argiudoles de la provincia de Buenos Aires, se realizaron distintos ensayos para cuantificar el ritmo de mineralización del nitrógeno liviano y la producción de nitratos obtenida. Las variables usadas fueron diferentes manejos sobre un cultivo de maíz, sistemas de labranza y fertilización.

El orden de la mineralización del nitrógeno liviano al finalizar el ciclo vegetal sigue la tendencia general de arada con cincel menos que arada con reja y ésta menos que arada de desfonde. En nitratos se evidencia un comportamiento similar en los diferentes manejos y lugares, con máximos de producción en septiembre-octubre y bruscas disminuciones en diciembre. El agregado de fertilizante (UREA) tiene influencia disminuyendo la mineralización de nitrógeno liviano y aumentando la producción de nitratos.

LIGHT NITROGEN AND NITRATES VARIATIONS PRODUCED BY DIFFERENT MANAGEMENTS OF CORN IN ARGIUODOLS

SUMMARY

Field tests were conducted on Argiudols of Buenos Aires province, with the scope of quantifying light nitrogen rate of mineralization and nitrates production studying management practices, tillage systems and fertilization.

Mineralization of light nitrogen at the end of corn cycle is: chisel fewer than coulter, and this one fewer than deep phoughing.

For nitrates there is a similar behaviour with different managements and places, with maximun production in September-October and decrease in December.

Urea fertilization diminishes light nitrogen mineralization and increases nitrates production.

INTRODUCCION

Como los nitratos de la solución del suelo son la forma predominante con que las plantas toman el nitrógeno, la reacción de mineralización juega un rol importante en la dinámica, balance y economía del ciclo del mismo (Smith, 1976). La nitrificación pro-

duce nitratos que pueden seguir varios caminos, siendo el más deseable la nutrición vegetal.

Un problema real es que, en condiciones naturales, el nitrógeno orgánico es mineralizado demasiado lentamente para abastecer los requerimientos de un cultivo en vigoroso crecimiento. Las prácticas de laboreo de los

* Trabajo presentado al VIII Congreso Latinoamericano - X Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo Mar del Plata, 23-28 octubre 1983.

** Investigadora del CONICET.

*** Becaria de la CIC.

(1) Cátedra Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires, Argentina.

suelos tienen, entre otros propósitos, el de favorecer la descomposición de la materia orgánica con el fin de aumentar la cantidad de nitratos.

Otros de los inconvenientes es que se puede producir una diferencia entre la velocidad de formación de los nitratos y la asimilación del vegetal. Si la cantidad producida no es rápidamente utilizada por el cultivo, se lixivia, denitrifica o volatiliza.

Las diferentes técnicas de labranza producen diferentes ritmos de descomposición y conservación de los sustratos nitrogenados orgánicos, pudiendo marcar diferentes estados de equilibrio entre ambos.

El objeto de este trabajo es detectar y cuantificar las variaciones que sobre el sustrato orgánico nitrogenado y la cantidad de nitratos producen las diferentes técnicas de manejo en el cultivo de maíz.

MATERIALES Y METODOS

Conducción del ensayo:

Los ensayos se realizan por un convenio entre el Departamento de Suelos de la Facultad de Agronomía (U.B.A.) y un grupo de productores del área denominada núcleo maicero, suelos argiudoles de la localidad de Gahan y de la localidad de Colón, ubicados en la provincia de Buenos Aires. Campaña 1980-1981.

En cada caso se seleccionaron lotes cuyas características químicas y físico-químicas, están descritas en el Cuadro 1. Los antecedentes de manejo y secuencia total de labores de ambos campos figuran en el Cuadro 2.

En cada lote se realizaron dos variables de laboreo de suelo, tradicional, con arado reja (reja) y arado de cincel (cincel). En el caso del suelo de Gahan se agregó arada de desfonde (desfonde). En todos las situaciones se mantuvo en forma similar el resto de las labores.

De cada variable se diseñaron cuatro parcelas de 60 por 620 m, subdividiéndose cada una en tres tratamientos de fertilización N_0 = testigo, N_1 = 60 kg/ha y N_2 = 120 kg N/ha. El agregado del fertilizante se realizó con urea en el momento de la siembra, al voleo y con incorporación.

Se sembró maíz híbrido a razón de aproximadamente 23 kg semilla/ha. Las fechas de siembra fueron 23 de septiembre en Gahan y 30 de octubre en Colón.

Métodos químicos:

Se realizaron seis -siete muestreos en el período de desarrollo del cultivo de maíz, desde septiembre a marzo. Las muestras se extrajeron de una profundidad de 0-20 cm con barreno. Las muestras compuestas se obtuvieron a partir de seis extracciones de cada parcela y se mantuvieron en heladera hasta su llegada al laboratorio, donde permanecían

CUADRO 1: Características químicas de los suelos.

(1)													
Horizonte	Prof. cm	%C total	%N total	C/N	pH (agua)	pH (Cl K)	Ca	Mg	K	Na	P (Kurtz-Bray) ppm	Textura	Hd. Eq. %
a. Gahan													
A ₁	0- 28	1,62	0,17	9,5	6,4	5,6	12,4	2,3	1,3	0,2	26,3	Fca.	22,4
B ₂₁	28- 58	0,47	0,06	7,8	7,0	5,6	10,8	3,1	1,3	0,3	4,2	Arc.	28,8
B ₂₂	58- 75	0,30	—	—	7,0	5,6	12,47	3,1	1,5	0,4	4,9	Arc.	24,8
B ₃	75-103	0,20	—	—	7,2	5,8	10,2	3,8	1,7	0,5	7,0	Fca.Arc.	23,8
b. Colón													
A ₁₁	0- 18	2,3	0,22	10,2	6,2	5,6	10,5	2,5	2,3	0,28			
A ₁₂	18- 36	1,7	0,17	10,2	6,5	5,8	9,2	2,6	1,9	0,30			
B ₂₁	36- 57	0,5	0,08	6,8	6,8	5,9	7,8	3,4	1,5	0,30			
B ₂₂	57- 70	0,4	0,06	6,8	6,8	5,9	6,7	3,3	1,2	0,34			
B ₃	70- 96	0,2	0,03	6,8	6,8	5,8	6,0	2,1	1,0	0,40			

(1) Cationes intercambiables meq/100 g.

CUADRO 2: Antecedentes y manejo de los suelos.**a. Gahan****Antecedentes de manejo**

1962/69 Pradera -a partir de allí agricultura, alternando la producción de maíz- sorgo y trigo.

Labores

	Desfonde	Cinzel	Tradicional
1979	Labor de desfonde		
11/7	Disco	Disco	Disco
26/7	Cinzel	Cinzel	Reja
30/7	Disco con rolo	Disco con rolo	Disco con rolo
20/8	Cinzel con peine	Cinzel con peine	
26/8	Disco con rolo	Disco con rolo	Disco con rolo
28/8	Rabasto	Rabasto	
15/9	Fertilización	Fertilización	Fertilización
15/9	Disco con rolo	Disco con rolo	Disco con rolo
18/9	Rastra	Rastra	Rastra
23/9	Siembra	Siembra	Siembra
29/9	Rastra diente	Rastra de diente	Rastra de diente
25/10	Rotativa	Rotativa	Rotativa
27/10	Herbicida	Herbicida	Herbicida
13/11	Escardillo	Escardillo	Escardillo
22/11	Escardillo	Escardillo	Escardillo

b. Colón**Antecedentes de manejo**

1965 al 72 Pradera -a partir de allí 1973/74 verdeo invierno - verdeo verano - 1975 sorgo granífero - 76 trigo - 77 verdeo invierno - verdeo verano - 78 sorgo - 79 maíz.

Labores

Cinzel		Reja	
Cinzel 18 cm	2/7	Reja 23 cm	3/7
Cinzel 30 cm	3/7	Disco doble con rastra	4/7
Disco doble con rastra	4/7	Reja	15/8
Cinzel	15/8	Disco doble	20/9
Fertilización	20/9	Fertilización	20/9
Disco doble	20/9	Disco doble	20/9
Herbicida con disco doble	27/10	Herbicida con disco doble	27/10
Rotativa	28/10	Rotativa	28/10
Siembra	30/10	Siembra	30/10

en congelador hasta el momento de determinación de nitratos. Sobre ellas se determinó: nitratos en húmedo (Jackson, 1964), nitrógeno liviano (N1) (Conti *et al.*, 1983) y toda la metodología de rutina descrita en Conti, 1980. Los datos presentados son la media aritmética de las cuatro parcelas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En este experimento se midieron las variaciones que en el ciclo de maíz producen los distintos laboreos del suelo y fertilizaciones, sobre los parámetros nitrógeno liviano

(N1) y la cantidad de nitratos en húmedo (NO_3^-). Las consideraciones de ambos parámetros a ser tomadas como sustrato orgánico nitrogenado y nitratos de la solución del suelo se discuten en Conti *et al.*, 1983.

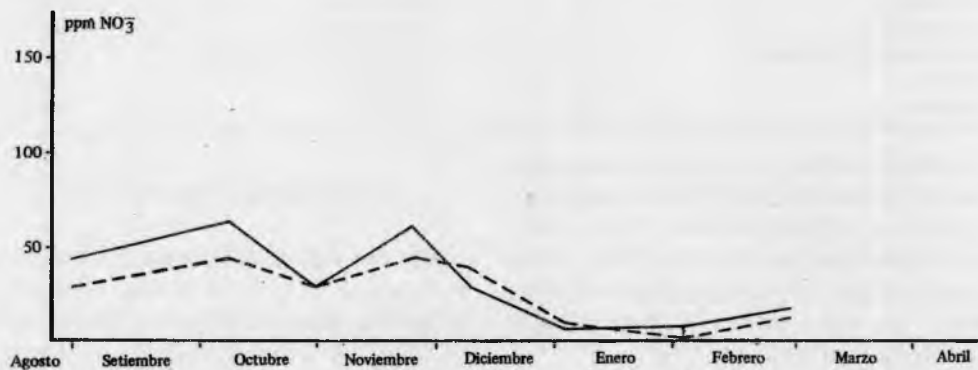
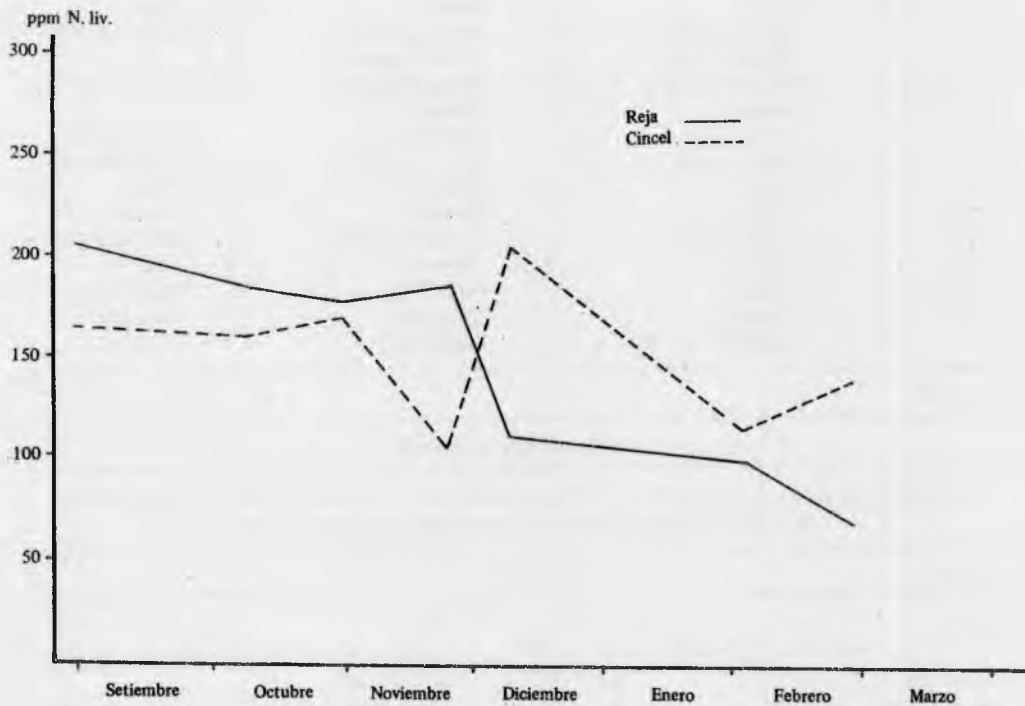
Los resultados obtenidos de las parcelas trabajadas en cada localidad, se presentan en las Figuras 1, 2, 3 y 4.

Acción de las técnicas de labranza del suelo

Las variables arada de reja, arada de cincel y desfonde sobre terreno no fertilizado, están esquematizadas en las Figuras 1 y 2.

En ambos establecimientos, de Colón y de Gahan, se evidencia claramente el diferente ritmo de mineralización del sustrato orgáni-

Figura 1: Colón
Evolución de nitrógeno liviano y nitratos.

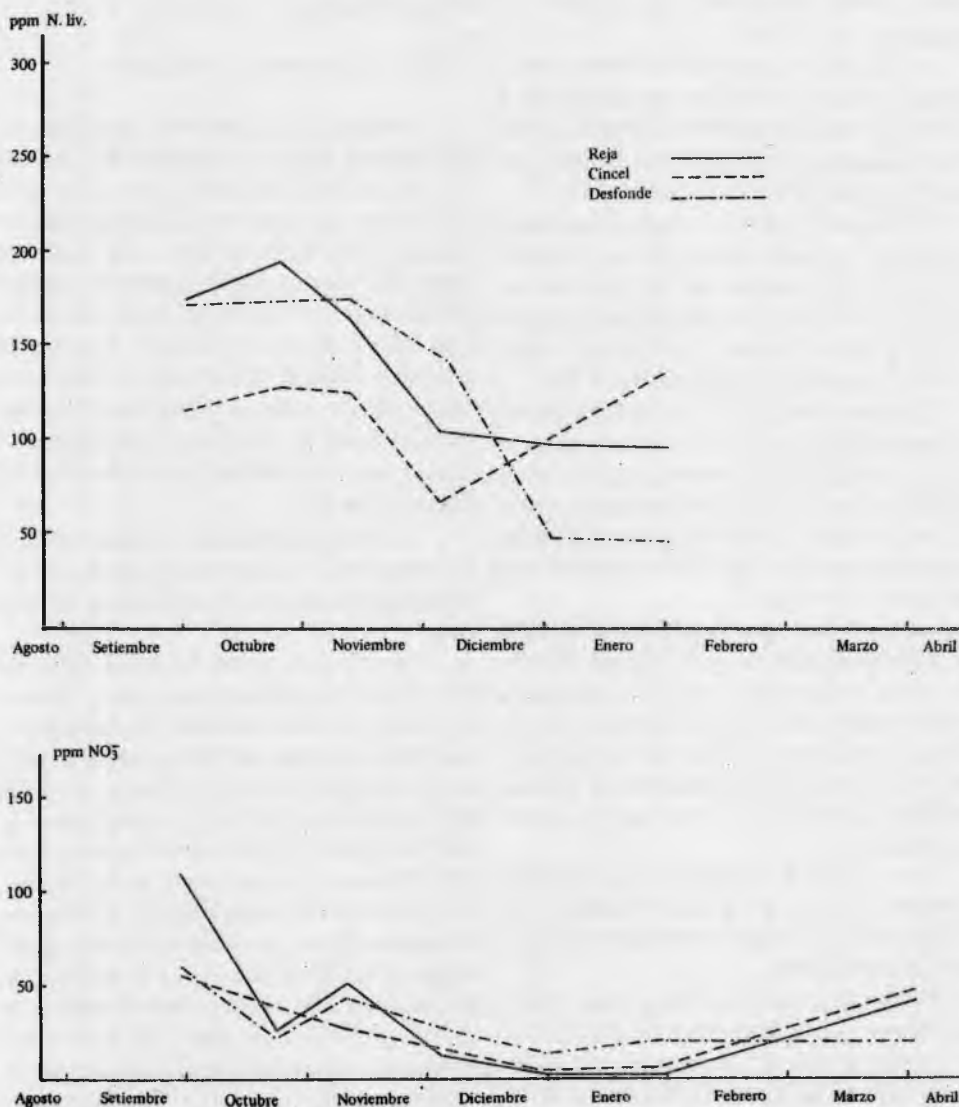


co producido por los distintos manejos. El orden de desaparición del sustrato orgánico nitrogenado (N1) al finalizar el ciclo estudiado sigue una tendencia general: cincel menor que reja y ésta menor que desfonde. Esto manifiesta el distinto ritmo de mineralización del sustrato orgánico, producido por los diferentes laboreos. La evolución del nitrógeno liviano en Gahan y Colón, resulta ser

muy similar presentado coeficiente $r = 0,963$ para reja (significativo al 1%), no así en el manejo de cincel $r = 0,163$.

Las Figuras señalan que en general el proceso de oxidación se cumple en dos etapas claramente definidas. La primera, septiembre principios de noviembre, de pocos cambios y conservación del sustrato orgánico nitrogenado.

Figura 2: Gahan
Evolución de nitrógeno liviano y nitratos.



La segunda, marca el cambio de los diferentes laboreos. En *reja* muestra un rápida mineralización en noviembre y un menor ritmo de oxidación desde allí al final del período. En *cincel* la evolución en Gahan es de caída hasta diciembre, con recuperación desde allí hasta febrero alcanzando en el último muestreo un valor similar al inicial. En Colón el panorama es alternante alcanzando al final del ciclo un valor un poco menor al inicial. En la arada de *desfonde* se presenta una violencia caída de nitrógeno liviano hasta principios de enero con estabilización desde allí hasta febrero, terminando con valores muy inferiores a los iniciales.

En el mismo período, los nitratos son la síntesis entre la velocidad de producción a partir del sustrato orgánico correspondiente y la desaparición por toma del vegetal, lixiviación, denitrificación o volatilización.

Comparativamente a través de las curvas obtenidas se puede inferir, que sus comportamientos son similares en los distintos manejos y en los distintos establecimientos, coeficiente de correlación $r = 0,88$ para *reja* y $r = 0,63$ para *cincel* (significativos al 5%).

La única variación es la disminución de concentración de nitratos, que comienza a fines de noviembre en Gahan y a mediados de diciembre en Colón. Ese fenómeno podría ser relacionado al hecho de que ambas fechas coinciden con la de máximos requerimientos de nitratos por el maíz.

Recordando que las fechas de siembra de ambas localidades están diferidas 37 días, la época de absorción crítica comenzaría aproximadamente el 17 de noviembre para Gahan y el 25 de diciembre en Colón. En este período se presentan las menores concentraciones de nitratos en suelo por los distintos laboreos.

En el período anterior al de consumo máximo del maíz, se evidencia una tendencia a presentar una mayor cantidad de nitratos en el manejo de *reja*.

Parece interesante observar, que existe correlación significativa entre las evoluciones de nitrógeno liviano y nitratos en los manejos de *reja* en ambos campos y *desfonde* en

Gahan: $r = 0,775 - 0,68$ y $0,68$ (significativos al 5%). Esto no se presenta en el tratamiento de *cincel* en ninguno de los dos casos ($r = 0,33$ y $r = 0,146$). Esto induciría a pensar que las condiciones producidas en el manejo de *reja* y de *desfonde* favorecen simultáneamente la mineralización de los compuestos nitrogenados y la pronta desaparición de los nitratos producidos. El manejo de *cincel* comparativamente tendría una acción de reducir el ritmo de descomposición del sustrato orgánico, manteniendo en el suelo similares concentraciones de nitratos que los manejos anteriores.

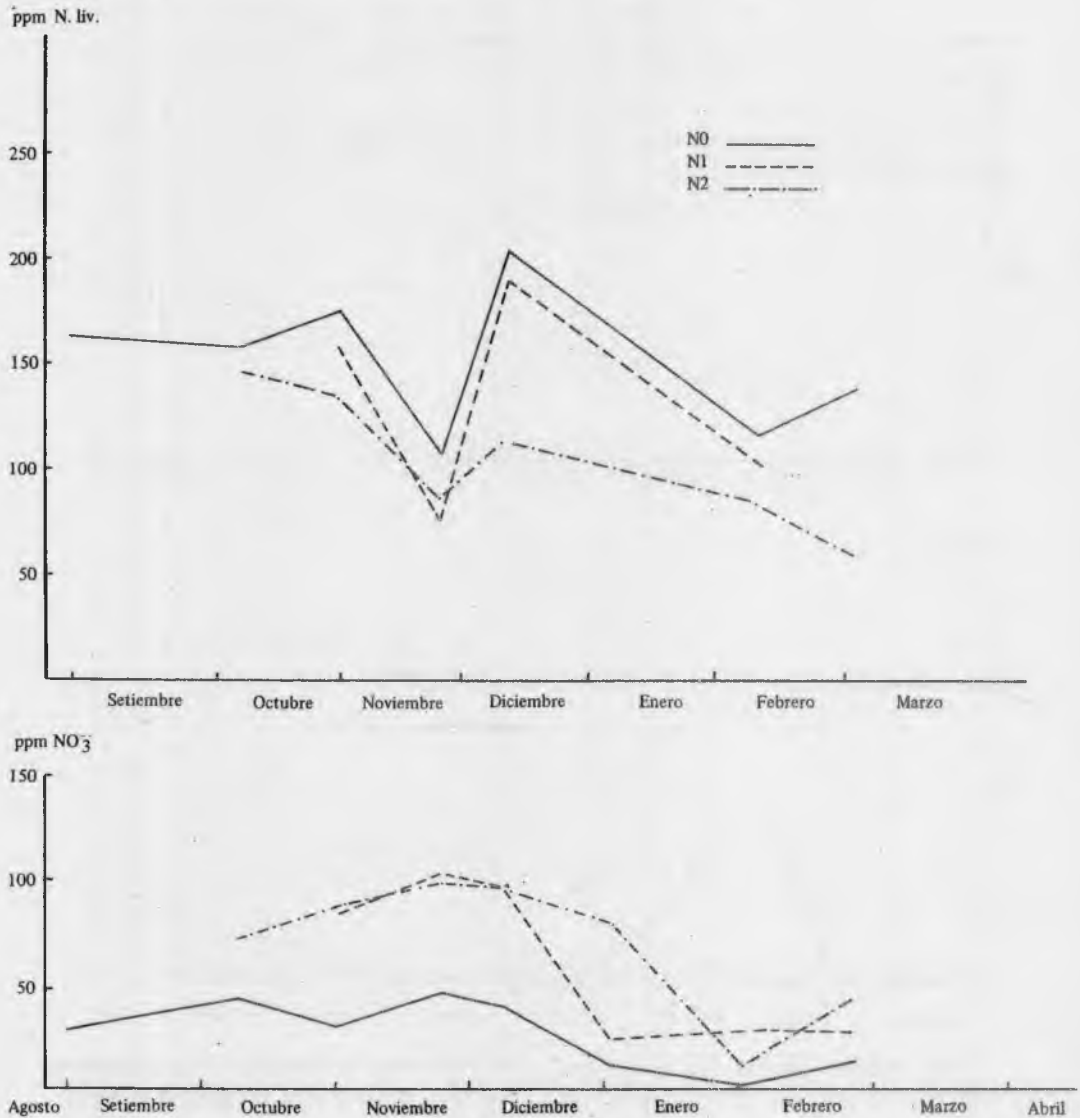
Acción del agregado de fertilizante

El agregado de urea tien repercusión en el nitrógeno liviano y la producción de nitratos. En el nitrógeno liviano se traduce en la aceleración del ritmo de oxidación; esta acción se inicia en noviembre y se magnifica desde allí hasta el final del período, poniendo en evidencia la acción que sobre la actividad biótica del suelo cumple el agregado de nitrógeno mineral. En el caso de manejo de *cincel*, en las parcelas utilizadas no se pone de manifiesto la recuperación del nitrógeno liviano que evidenció en las parcelas no fertilizadas (Figura 3).

Los nitratos presentan la misma tendencia manifestada anteriormente, pero con valores algo superiores en las parcelas fertilizadas.

Las concentraciones mínimas de nitratos en el ciclo, ocurren entre enero y febrero en Colón, y entre mediados de diciembre a principios de marzo en Gahan, período crítico de absorción del maíz. Gahan, es de las dos localidades la de menor cobertura en la concentración de nitratos en ese mismo período. Todas las parcelas muestran un máximo acercamiento del contenido de nitratos en esa misma época, manteniendo mayor separación en las épocas anterior y posterior a dicho período. Esto estaría demostrando gran inmovilización del nitrógeno del suelo entre diciembre y fines de febrero, debido a la absorción vegetal.

Figura 3: Colón - Manejo cincel
Evolución de nitrógeno liviano y nitratos.

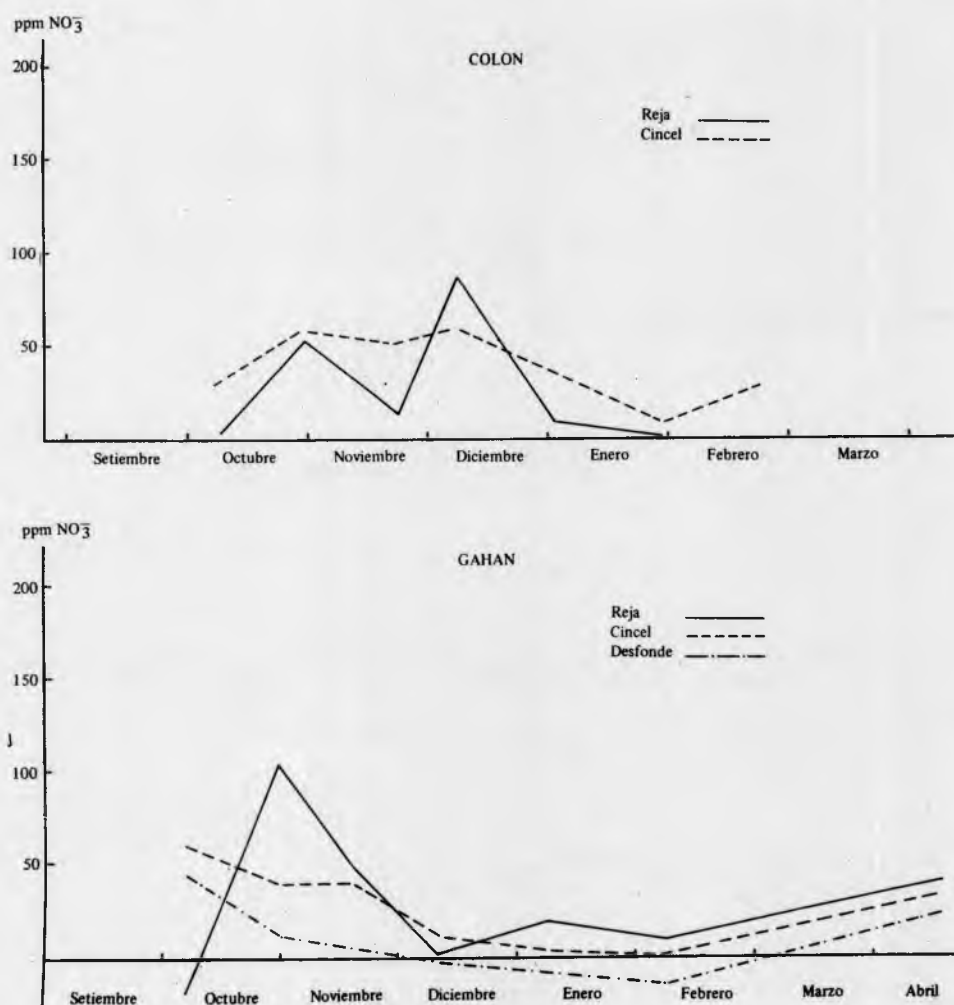


Interacción labores-fertilización

Para mejor entendimiento de la interacción entre fertilización y laboreo del suelo, en la Figura 4 se consideraron las diferencias de producción de nitratos de cada manejo, entre las parcelas fertilizadas con 120 kg N/ha y las testigos (N_0). Los puntos graficados corresponderían a los nitratos producidos solo por la acción del fertilizante agregado

($N_2 - N_0$). En los dos lugares se manifiestan las diferencias en la producción de nitratos provocadas por el fertilizante. La mayor concentración se logra entre noviembre y principios de enero en Colón, y octubre y fines de noviembre en Gahan. En ambas localidades a principios de febrero los nitratos tocan su valor mínimo. Parecería que la acción del fertilizante terminaría coincidentemente al comenzar el de máximas necesidades del maíz.

Figura 4: Diferencias de producción de nitratos entre las parcelas fertilizadas y los testigos ($N_2 - N_0$).



Colón muestra valores más alternantes en *reja*, con un pico máximo a principios de diciembre y mínimos en octubre y febrero; en *cincel* la distribución es más pareja en todo el período de estudio coincidiendo con el mínimo de febrero.

Gahan tiene una distribución general de valores más altos entre octubre y noviembre, más bajos desde allí a febrero, y luego en aumento hasta el fin del período.

Llama la atención la menor concentración de nitratos de las parcelas fertilizadas en el manejo de *desfonde* (valores inferiores a

las parcelas no fertilizadas). Estas cantidades negativas en los meses de diciembre, enero y febrero, recién se equilibran en abril. El fenómeno induciría a la hipótesis de que en el manejo de *desfonde*, la fertilización posibilitaría la mayor oportunidad de pérdidas de nitratos en el suelo.

Si bien es cierto que existe una carencia de número suficiente de puntos de observación para comprender el fenómeno más ajustadamente, el seguimiento de este trabajo arroja algunas pautas sobre la dinámica del laboreo y agregado de fertilizantes en suelos

argiudoles de la pradera pampeana bajo cultivo de maíz. Se considera de gran interés la obtención de mayor y más completa información sobre este proceso dinámico, única vía para obtener parámetros concretos que mejoren la estrategia del uso de fertilizantes en el país.

CONCLUSIONES

De las situaciones ensayadas en los campos de estudio, se pueden inferir las siguientes conclusiones:

- Se producen diferentes ritmos de mineralización del nitrógeno liviano, producido por los diferentes manejos. El orden creciente de desaparición al final del período es el siguiente: **cincel, reja, desfonde**.
- Los **nitratos** siguen un patrón general de aumento de concentración inicial (septiembre - principios de diciembre) y desaparición del perfil en la época de máxima absorción del maíz en ambas localidades y todos los manejos (enero - febrero).
- La **concentración de nitratos** de las parcelas en laboreo de reja son superiores a los otros manejos en la primer parte del ciclo (septiembre - diciembre), siendo muy similares en todos los manejos a partir de diciembre - marzo.
- El **agregado de fertilizante** acelera el ritmo de disminución de nitrógeno liviano, siendo esta disminución más sensible al **aumentar la cantidad de fertilizante agregado**.
- La **mayor producción de nitratos** provocada por **agregado de fertilizantes** en ambas localidades se produce en la primer época del ciclo (septiembre - enero) tocando su punto mínimo en febrero para volver a diferenciar su acción a partir de allí. No hay mayores diferencias entre el agregado de 60 y 120 kg N/ha.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Conti, M.; N. Arrigo y M. Palma, 1980. Variabilidad espacial en determinaciones de Carbono, Nitrógeno, Fósforo y pH de un muestreo sistemático de suelo. *Revista Facultad de Agronomía*, 1 (2): 43-48.
- 2) Conti, M.; A. Rodríguez Janeiro y C. Marré, 1983. Evolución de algunos compuestos nitrogenados en suelos argiudoles bajo cultivo de maíz. Inédito.
- 3) Conti, M.; A. Rodríguez Janeiro; M. R. Palma y M. González, 1983. Determinación de Nitrógeno en las fracciones livianas de los complejos orgánicos-minerales de los suelos. *Revista Facultad de Agronomía*, 4 (1): 1-5.
- 4) Jackson, M. L., 1976. Análisis químico de Suelos. Ed. Omega - Barcelona pp 272-278.
- 5) Smith, O. L., 1976. Nitrogen, phosphorus and potassium utilization in the plant - soil system. An analytical model. *Soil Science Society of America Journal*, 40: 704-714.