EVOLUCION DE NITROGENO LIVIANO, NITRATOS Y AMONIO INTERCAMBIABLE EN UN ARGIUDOL VERTICO

Marta E. Conti (1); Claudia V. Marre y Susana Pena
Cátedra de Edafología - Dpto. de Suelos
Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires

RESUMEN

En parcelas mantenidas en barbecho, sobre campo perteneciente al predio de la Facultad de Agronomía, se diseñó un ensayo con y sin agregado de N-urea (120 kg N/ha). En él se midieron a tres profundiades los contenidos de $N\text{-}NH_4^+$, $N\text{-}NO_3^-$ y el "nitrogeno liviano" durante el período de tiempo comprendido entre setiembre y abril. Se presentan los perfiles de distribución de estas formas en ambos tratamientos, mostrando que la influencia de la urea se produce solamente en los primeros 45 días y en la superficie (0-15 cm). También se calcularon ecuaciones de regresión entre el N-amonio + N-nitratos producidos y el "nitrógeno liviano"; con y sin urea, encontrándose correlaciones de r = -0,75 xxx sin fertilizar y r = -0,58 xx con fertilizante, estas correlaciones mejoraron cuando se incorporaron variables climáticas r = 0,79 xxx y r = 0,72 xxx.

Palabras claves: Nitratos - Amonio intercambiable - Nitrógeno organico

EVOLUTION OF LIGHT NITROGEN, NITRATES AND EXCHANGEABLE AMMONIUM IN A VERTIC ARGIUDOL

ABSTRACT

This work was conducted on fallow lots of Agronomy School, with and without addition of urea-N (120 kg/ha).

$N\text{-}NH_4^+$, $N\text{-}NO_3^-$ and Hight nitrogen were measured at three different depths between september and april. Distribution profiles showed that urea influence was produced only for the first 45 days and on surface (o-15 cm) Regresion equation between $N\text{-}NH_4$ + $N\text{-}NO_3^-$ produced and light nitrogen were calculated with and without urea.

Correlation coeficcients were r = -0,75 xxx without fertilization and r = -0,58 xx with fertilizer, and improved when climatic variables were introduced r = 0,79 xxx and r = 0,72 xx.

Key words: nitrates - exchangeable ammonium - organic nitrogen

(1) Investigadora del CONICET

INTRODUCCION

Considerando la naturaleza dinámica de los compuestos nitrogenados del suelo y la movilidad de los nitratos, no es sorprendente que los análisis de suelo y programas de recomendación de fertilizantes sean de desarrollo dificultoso. Por ello, el conocimiento de los perfiles de distribución de nitratos, amonio y los compuestos de fácil mineralización, son esenciales para el diseño y la interpretación de técnicas de diagnóstico.

En función de esas consideraciones, el objetivo de este trabajo es el estudio de la evolución de una fracción facilmente nineralizable, "nitrógeno liviano" (Conti, M.E. et al 1983 b), en relación con la evolución de los productos de mineralización del nitrógeno, nitratos y amonio intercambiable.

Se intenta evaluar la relacion entre las formas de nitrógeno estudiadas, pretendiendo lograr un mayor acercamiento de la aptitud del "nitrógeno liviano" de ser utilizado en el diagnóstico de la fertilidad nitrogenada. Se plantea la hipótesis de considerar el nitrógeno liviano como uno de los precursores en la producción de nitratos y amonio, relacionando dichas variables con y sin datos climáticos.

El trabajo fue realizado en el período correspondiente al ciclo del maíz, que corresponde a la época de mayor mineralización de la materia orgánica y mayores transformaciones del nitrógeno orgánico (Hein, 1980).

MATERIALES Y METODOS

1. Ensayo de campo

Se utilizó un sector de campo ubicado en la Facultad de Agronomía de la UBA, que permaneció sin labranza durante aproximadamente diez años. Previo comienzo del ensayo, se efectuaron dos aradas con intervalo de 15 días. Una semana más tarde se efectuó el primer muestreo con tres repeticiones, luego de lo cual, el terreno fue dividido en dos parcelas de 10 x 25 cm, las que se subdividieron en dos con el objetivo de evaluar dos tratamientos .Sin agregado de fertilizante y fertilizado 120 kg/ha, N-urea. La urea fue aplicada al voleo e incorporada con rastra.

Hasta el mes de noviembre, el control de malezas se realizó en forma manual; a partir de esa fecha, debido a la gran velocidad de crecimiento de las mismas se aplicó Paraquat (4l/ha), con el fin de mantener la parcelas bajo barbecho desnudo.

Fueron muestreadas tres profundidades: 0-15 cm 15-30 cm y 30-45 cm.

Se tomaron muestras de suelo solamente hasta 45 cm de profundidad porque hasta esa profundidad se observaron las mayores transformaciones de N y el máximo movimiento de los NO_3^- por lixiviación (Conti et al, 1985).

La extracción de las muestras se realizaron a intervalos variables, entre 7 y 19 días .para ello se efectuaron pozos de un diámetro aproximado de 30 cm, y 30 cm de profundidad, sacándose material de tres lugares distintos de la pared del mismo que luego se reunía formando una muestra compuesta. Para la última profundidad considerada, se reunía el suelo proveniente de tres barrenadas realizadas en la base del pozo.

2. Metodología de laboratorio

Los nitratos y el amonio de intercambio, fueron determinados por el método de destilacion con vapor propuesto por Bremner y llevado a microescala por Richter (1980). El "nitrógeno liviano" se determinó de acuerdo a Conti et al (1983, b), el mismo consiste fundamentalmente en obtener el nitrógeno total (Kjeldahl) de una fracción de suelo sobrenadante en una suspensión del mismo con una mezcla bromoformoetanol densidad igual a dos.

El resto de la metodología son las comunmente empleadas en el laboratorio de análisis de suelo, descripto en Jackson (1976).

Las determinaciones químicas fueron realizadas por triplicado obteniéndose el promedio en cada caso. Los datos de las dos parcelas también fueron promediadas, obteniéndose solo un valor representativo de ambas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores de amonio y nitratos encontrados, y la evolución temporal de las respectivas profundidades pueden observarse en las figuras 1-2.

– Producción de amonio intercambiable

Las concentraciones de amonio de las parcelas testigo fueron bajas en todo el período (1-10 ppm) lo que

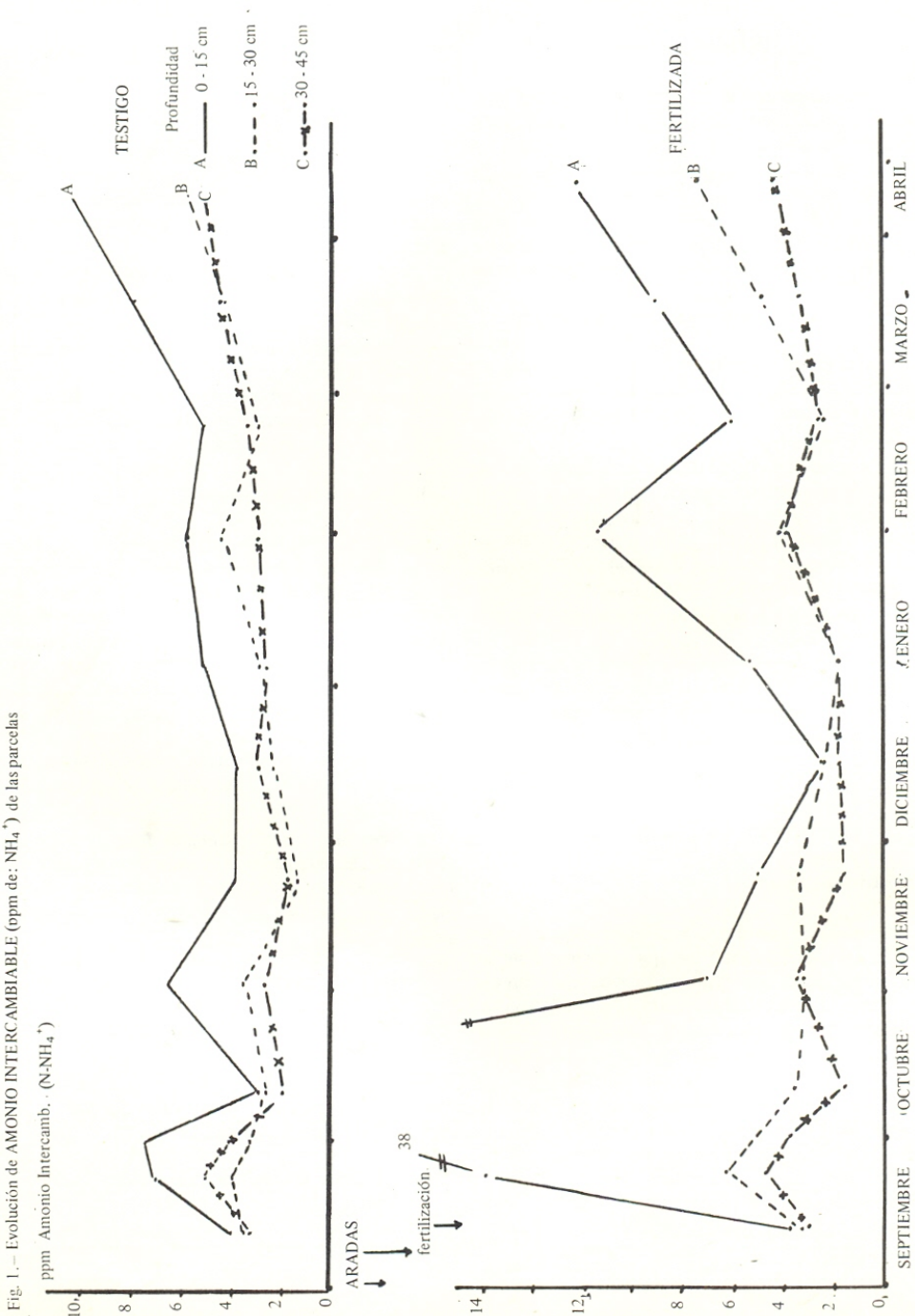


Fig. 1.— Evolución de AMONIO INTERCAMBIABLE (opm de: NH_4^+) de las parcelas

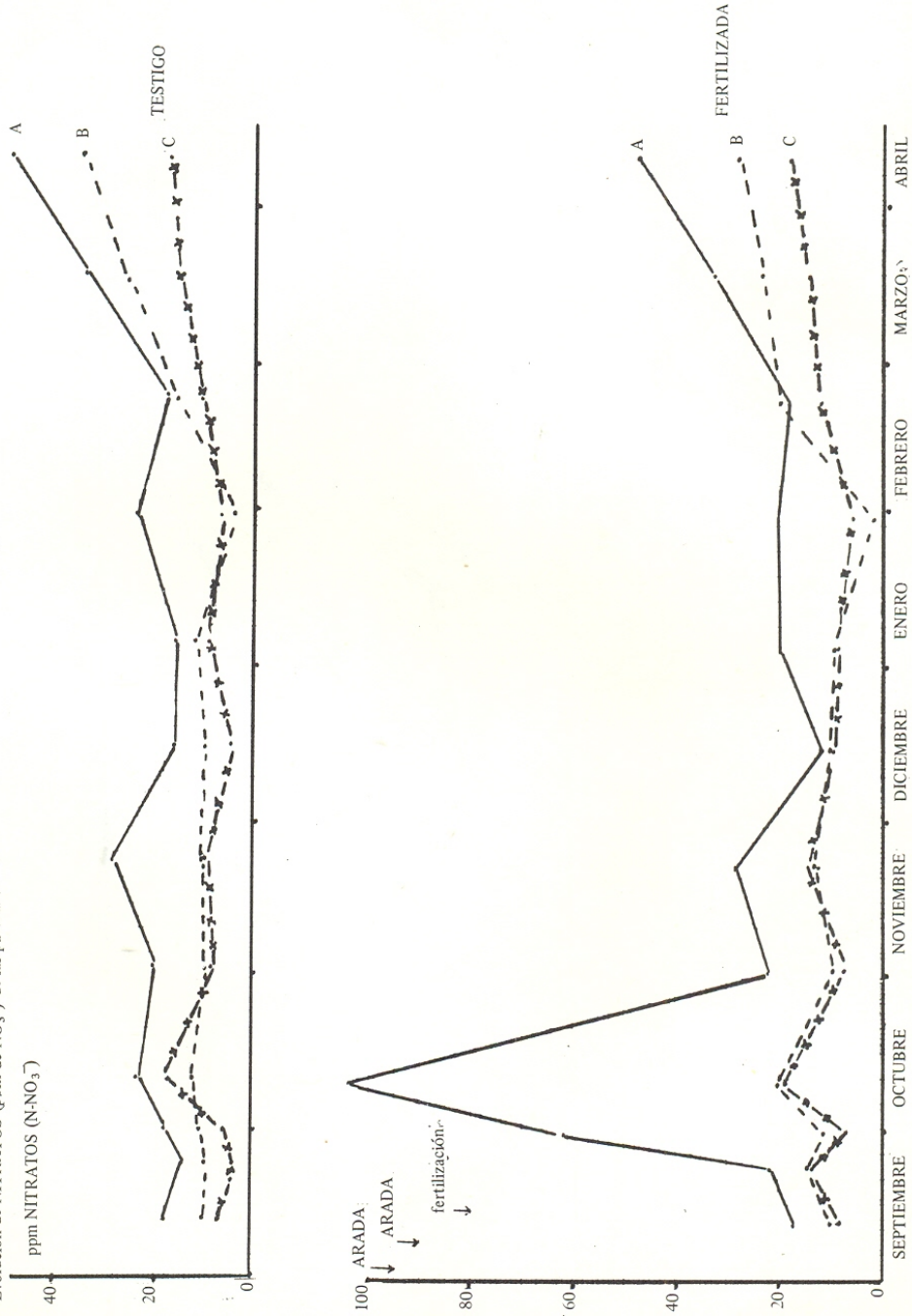
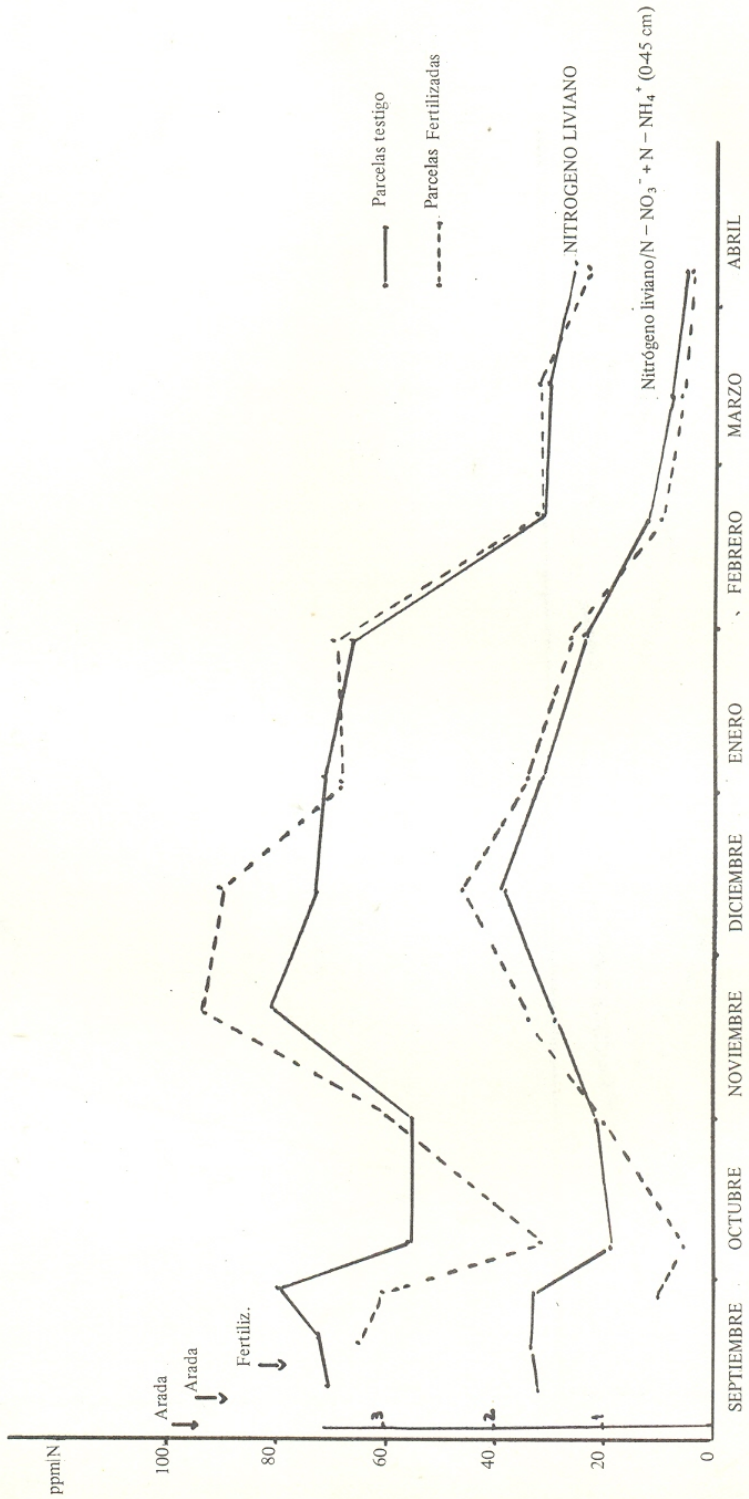


Fig. 2 Evolución de NITRATOS (ppm de NO_3^-) de las parcelas.

Fig. 3

EVOLUCION DE NITROGENO LIVIANO Y RELACION DE ESTA VARIABLE CON LA PRODUCCION DE NITRATOS + AMONIO 0-45 cm EN PARCELAS CON Y SIN AGREGADO DE UREA



coincide con las comunmente encontradas en la bibliografía (Conti et al 1985 .Cameron y Wild 1982).

En las muestras de superficie se obtienen los datos más altos, mientras que en profundidad las mismas nunca superan los 5 ppm. Casi no existen diferencias entre los valores de las muestras en las dos profundidades 15-30 cm y 30-45 cm mostrando varios entrecruzamientos a lo largo de la evolución temporal.

En los mese estudiados puede verse un rapido aumento de los valores posterior a los arados que precedieron al ensayo, estos ocupan el mes de setiembre, luego sigue una ligera caída, continuando con cifras bastantes homogéneas. Al final del ciclo, marzo-abril, aumenta la cantidad de amonio de las parcelas tanto en superficie como en profundidad.

En las parcelas con nitrógeno se manifiesta una clara influencia del fertilizante incorporado (120 kg N-urea) en la superficie (0-15 cm) y entre los meses de setiembre-octubre. Era esperable que así sucediera ya que la urea produce amonio como paso previo a la nitrificación y a pesar que la reacción es muy rápida, en determinados casos, se produce una acumulación transitoria de amonio. A partir de allí el comportamiento de estas parcelas continúa en forma similar a las testigo, con valores ligeramente superiores en enero-febrero-marzo y abril. Eso manifestaría una posible residualidad de la urea.

– Producción de nitratos

Las concentraciones de las parcelas testigo fueron relativamente bajas, camparándolas con las normalmente encontradas en barbechos sobre argiudoles de la región pampeana (Conti et al 1983 a; Panigatti y Hein 1985). Los mayores valores fueron encontrados en las muestras más superficiales. En cuanto a la evolucion temporal se manifiesta una tendencia a mantenerse homogéneas, desde setiembre hasta mediados de febrero, a partir de allí comienza un aumento constante de nitratos hasta el fin del período estudiado. Esto se presentó tanto en las muestras superficiales como en las profundas. Los datos hallados de 15-30 cm coinciden con los de 30-45 cm en el período setiembre-febrero, pero al producirse el aumento del contenido de nitratos, los valores de 15-30 cm superan cuantitativamente a las de las muestras más profundas, 30-45 cm.

El período de fin de febrero hasta principios de abril fue el de máxima nitrificación, esto coincidió con un mejoramiento de las condiciones climáticas para produccion de nitratos, eso fue ausencia de temperaturas extremas y lluvias no tan intensas.

Es interesante destacar que las variaciones en períodos cortos de tiempo (días) son tan grandes como en los periodos mas largos (meses) mostrando el dinamismo del ciclo del nitrógeno en cuanto a nitratos se refiere.

Las parcelas fertilizadas tuvieron las mismas características que las anteriores, la diferencia se presentó en las muestras superficiales (0-15 cm) por efecto de la descomposición de la urea. En el primer muestreo luego de la fertilización (11 días) comenzó un ascenso brusco que continúo hasta mediados de octubre. A partir de allí los datos descienden hasta que en noviembre, 45 días después de la aplicación, la influencia del fertilizante no se evidencia. A partir de esa fecha la parcela fertilizada se comportó igual a la testigo.

Las condiciones ambientales fueron sumamente propicias para la descomposición de urea, lo que se produjo con gran rapidéz sin dejar efectos residuales ni alteración en la concentración de nitratos en las capas subsuperficiales. Esta evidencia sugirio que el lavado de nitratos fue de poca importancia, recayendo la principal causa de pérdida en la denitrificacion de los nitratos producidos. Esta hipótesis estaría sostenida por diversos autores que demuestran que esta es la principal pérdida de N-urea, pudiendo alcanzar 50 al 80% o mas (Allison 1966 .Catchpoola Y Henzell 1975; Tomar et al 1985).

– Evolucion del nitrógeno liviano y su relación con la producción de nitratos y amonio intercambiable.

La figura 3 muestra la evolución temporal del nitrogeno liviano (capa superficial) y la relación entre esta variable y el contenido de amonio intercambiable mas nitratos desde superficie y hasta los 45 cm. Este dato se obtiene sumando los ppm obtenidos de N-amonio en las muestras de superficie, 15 a 30 cm y 30 a 45 cm. Se relaciona este valor al contenido de nitrógeno liviano. Este cociente pretende ser un estimador que relacione el nitrógeno mineralizado y una fuente de nitrógeno orgánico fácilmente oxidable, el nitrógeno liviano.

En la figura se evidencia como el nitrógeno liviano tuvo una marcada disminución inicial, posiblemente provocada por la acción de los arados y del pasado de rastra en el período inmediatamente anterior. El aumento de mineralización de la materia orgánica al aumentar la oxidación del suelo estaría causando esta

disminución. Este fenómeno también se repite en las parcelas fertilizadas, pero allí la pendiente y la disminución es mayor. Esto también fue observado por otros autores quienes coinciden que el efecto se debería al aumento del numero de microorganismos producidos por el agregado de nitrógeno mineral (Martiniuk y Wargner 1978). A partir de octubre la situación vuelve a los valores iniciales, manifestándose en las parcelas fertilizadas un contenido superior del nitrogeno liviano. Esta mayor recuperación fue solamente en un lapso corto de tiempo, noviembre-diciembre y de allí en más el comportamiento de las parcelas testigo y fertilizada fueron similares.

Desde enero hasta abril se presentó una disminución importante y continua del nitrogeno liviano que llegó al final del período con cantidades que representan el 30-35% del contenido inicial.

Es de resaltar que la caída más brusca se produjo en el mes de febrero, coincidiendo con el período donde las muestras comienzan a aumentar su contenido de formas minerales del nitrógeno (amonio intercambiable - nitratos).

La hipótesis de relacionar la variable nitrogeno liviano como precursor de las formas minerales amonio y nitratos nos llevo a calcular las ecuaciones de regresión, el coeficiente de correlación y sus significancias estadísticas. Las ecuaciones obtenidas fueron :

y = ppm sumatoria de N-amonio + N-nitratos (0-45 cm)

x = ppm de nitrógeno liviano

- parcelas s/fertilizar
  $y = 113{,}20 - 0{,}89\ x$. ($r = -0{,}75$ ***)
- parcelas fertilizadas con 120 kg urea;
  $y' = 140{,}68 - 1{,}19\ x$. ($r = -0{,}58$ **)

Los coeficientes de la correlación fueron altos. En las parcelas con urea fue inferior a las no fertilizadas, mostrando que la produccion de formas nitratos y amonios no provenientes del precursor nitrogeno liviano produce un coeficiente de correlacion inferior a los naturales. Estas funciones obtenidas relacionando matematicamente los resultados afirmarían la idea de que el nitrogeno liviano representaría una de las formas precursoras de nitratos y amonio intercambiable.

Continuando con el objetivo de explicar el proceso se repitieron las ecuaciones de regresión agregando variables climáticas. Estas fueron temperaturas medias mensuales y suma de las presipitaciones de diez días antes de la fecha de muestra. Las variables son para

y = ppm de N-nitratos + N-amonio, de 0-45 cm

- parcelas s/fertilizar
  $y = 150{,}0 - 0{,}96\ x_1 - 1{,}68\ x_2 + 0{,}25\ x_3$
  ($r = 0{,}79$ ***)
- parcela con urea
  $y = 264{,}3 - 0{,}77\ x_1 - 1{,}8\ x_2 + 0{,}99\ x_3$
  ($r = 0{,}72$ ***)

x_1 = ppm N-nitrógeno liviano
x_2 = oC temperaturas medias mensual
x_3 = mm, suma de precipitaciones 10 dias antes del muestreo.

Los coeficientes de correlacion fueron superiores a los encontrados anteriormente, especialmente en la parcela fertilizada donde el componente, precipitaciones acumuladas diez días antes, desempeña una actuacion importante. Es notorio destacar que en las ecuaciones el coeficiente de las temperaturas medias es negativo, mientras que las precipitaciones acumuladas positivo.

En general las relaciones observadas sugieren que el nitrógeno liviano podría utilizarse como un buen indicador de la capacidad nitrogenada de los suelos, permitiendo contar con una variable más en el diseño y calculo de funciones de producción, que intenten predecir en cuanto a nitrógeno la capacidad agrícola de los Argiudoles de la región pampeana.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo, sugieren las siguientes conclusiones:

- El período de setiembre a marzo corresponde a una época de mineralización de nitrógeno liviano, esto se muestra por una disminución casi continua del mismo concomitante con un aumento del contenido de N-amonio + N-nitratos de las parcelas.
- La influencia de la urea en la dinámica de las formas N-nitratos y N-amonio se produce sólo en los primeros 45 días y en las muestras superficiales 0-15 A partir de allí no hay diferencias entre las parcelas naturales con las fertilizadas.
- Las ecuaciones de regresion presentan correlación alta entre el nitrógeno liviano y la producción de N-nitratos y N-amonio. Las mismas mejoran al incorporar variables climáticas.

REFERENCIAS

Allison, F.E., 1986. The fate of nitrogen applied to soil. Adv. Agron. 18: 219-258.

Cameron, K.C. y A. Wild, 1982. Comparative rates of leaching of chloride, nitrate and triated water under field conditions, J. of soil Sc. 33: 649-657.

Catchpoole, V.R. y E.F. Henzell, 1975. Losses of nitrogen from pastures. CSIRO Division of Tropical Divisional Report 1974-75 p. 83.

Conti, M.E.; A.M. Rodriguez Janeiro y C.V. Marré, 1983a. Evolución de algunos compuestos nitrogenados en suelos argiudoles bajo cultivo de maíz. Anales de Edafología y Agrob. XLII: 2095-2105.

Conti, M.E.; A.M. Rodríguez Janeiro; M. Palma; M. González, 1983b. Determinación de nitrógeno en las fracciones livianas de los complejos orgánico-minerales de los suelos. Rev. Fac. de Agronomía 4: 1-6.

Conti, M.E.; A.M. Rodriguez Janeiro; S. Pena, 1985. Distribución y dinámica de los nitratos en Argiudoles, series Arroyo Dulce, Delgado, bajo cultivo de maíz. Ciencia del Suelo, 3: 124-129.

Hein, W.H., 1980. Capacidad potencial de mineralización del nitrógeno en suelos con distintos cultivos y pasturas. Actas IX R.A.C.S. 475-483. Paraná.

Jackson, M.L., 1976. Análisis químico de Suelos. Ed. Omega. Barcelona.

Martiniuk, S. y G. Wargner, 1978. Quali-quantitative examination of soil microflora associated with different soil management systems. Soil Sci. 6: 343-350.

Panigatti, J.L. y W.H. de Hein, 1985. Mineralización potencial del nitrógeno en epipedones del norte de la región pampeana. Ciencia del Suelo. 3: 54-60.

Richter, M., 1980. Mejoras en la determinación de amonio por destilación. Rev. Fac. de Agronomía. 1: 1-9.

Tomar, I.S. y A.F. Mac Kenzie, 1984. Effects of catechol and p-benzoquinone on the hydrolysis of urea and energy barriers of urease activity in soils. Agron. J. 51: 746-749.