

# La Fertilidad del Suelo



## II CONGRESO DE AGRICULTURA BIOLOGICA

Celebrado en Madrid, en Octubre de 1986,  
con la colaboración del Ayuntamiento y la  
Comunidad de Madrid y los Ministerios de Obras Públicas  
y Urbanismo y de Agricultura, Pesca y Alimentación.



ASOCIACION VIDA SANA

ESTADO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE LA CUENCA MEDIA DEL DUERO. ESTUDIO DEL NITROGENO.

ÉTAT DE LA FERTILITÉ DU SOL DANS LE BASSIN MOYEN DU "DUERO". ÉTUDE DU NITROGÈNE.

MOYANO, A. y GALLARDO, J.F.

Résumé

Le nitrogène, plus que tout autre élément, intervient dans le développement de la végétation; l'utilisation inadéquate d'engrais nitrogénés peut contribuer à la pollution des eaux souterraines. Pour contribuer à la connaissance de la fertilité des sols cultivés dans le Centre Ouest de l'Espagne et pour les raisons exposées ci-dessus, on a prétendu d'abord connaître les contenus en nitrogène total (grâce à la méthode traditionnelle Kjeldahl) dans les horizons superficiels de plusieurs régions des provinces de Salamanque, Valladolid et une petite partie de Zamore.

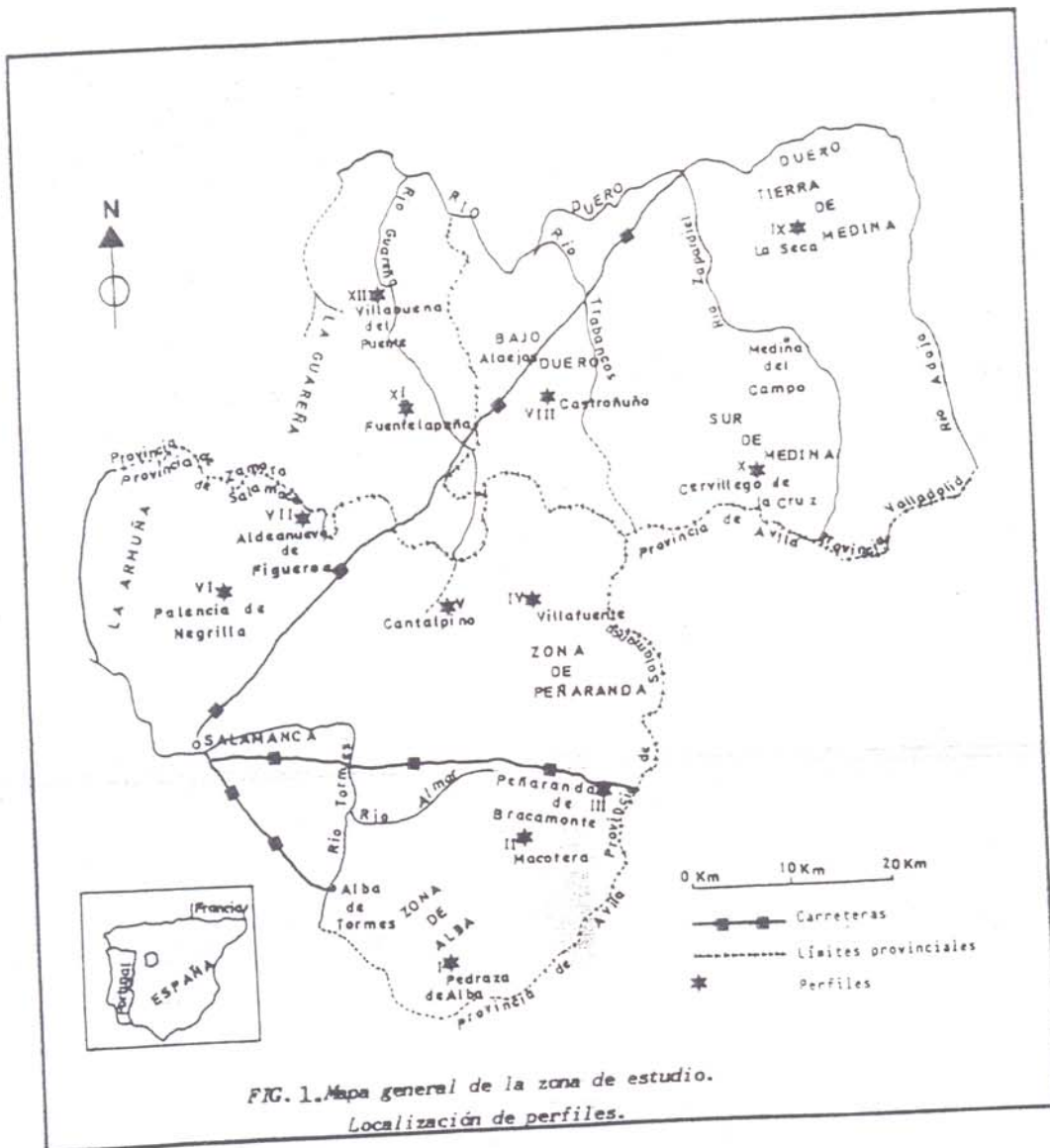
Ensuite les recherches essaient de déterminer les différentes formes organiques et inorganiques de nitrogène. Pour cette deuxième partie du travail, on a préféré utiliser l'hydrolyse acide à chaud qui permet de récupérer une grande partie du nitrogène organique. Le nitrogène hydrolysé atteint des valeurs supérieures au 80% de nitrogène total, le nitrogène inorganique, facilement assimilable ( $\text{NH}_4$  de remplacement et  $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$ ) est toujours inférieur à 73 ppm. Finalement on a estimé le niveau d'ammonium non interchangeable et l'on a observé qu'il est relativement élevé; oscillant entre 180 et 490 ppm. (21-33% du  $\text{N}_2$  total).

Introducción

La productividad de un sistema, agrícola o no, se encuentra limitada por alguno de los elementos esenciales. En las zonas áridas o semiáridas, la materia orgánica y los elementos que de ella derivan constituyen por sí mismos, una limitación. Para contribuir al conocimiento de la fertilidad de los suelos en la Cuenca Media del Duero y con el ánimo de evitar, en lo posible, futuros deterioros del sistema agrícola, se pretendió estudiar la cantidad y calidad del nitrógeno edáfico. Se escogió este elemento debido a que se encuentra estrechamente unido a la materia orgánica, por lo menos en los horizontes superficiales; además tiene una incidencia alta en el desarrollo de las plantas. Un mal uso de fertilizantes nitrogenados, puede contribuir a la contaminación de aguas subterráneas.

Material y métodos

La zona de estudio (Fig. 1), se ubica al sur de la Cuenca Media del Duero; abarca parte de las provincias de Salamanca, Valladolid y un pequeño sector de Zamora. La zona se presenta en su conjunto como una enorme superficie agrícola, salpicadas por manchas de pinares, encinares y pastizales. Predominan los cultivos anuales de secano, los cultivos permanentes (en especial vid), representando algo más de 10.000 ha y se encuentran, en su mayor parte, en las terrazas altas del río Duero. La superficie regada mediante captaciones de agua es cercana al 10%. Los sectores ocupados por prados y pastizales se extienden, principalmente, en los márgenes de arroyos y ríos. Otras características de la zona han sido presentadas en diversos trabajos. (GARCIA RODRIGUEZ, 1964, 1985; MOYANO, 1986).





En primer lugar y para conocer la distribución espacial de nitrógeno, se tomaron muestras de los epipedones, una cada 400 ha. En estas muestras fue valorado el nitrógeno total por el método tradicional Kjeldahl, los datos fueron agrupados e introducidos en un ordenador que elaboró y confeccionó cartogramas e histogramas.

El estudio del fraccionamiento del nitrógeno se realizó en los horizontes superficiales de doce perfiles representativos de las principales unidades de suelos cartografiadas en la zona (GARCIA RODRIGUEZ y col. 1964; IOATO 1980). El método del fraccionamiento se realizó de acuerdo al procedimiento propuesto por BREMNER (1965), y revisado recientemente por KEENEY y NELSON (1982). Se empleó la hidrólisis ácida en caliente, durante un periodo de 12 horas, para liberar los constituyentes nitrogenados de los coloides orgánicos e inorgánicos; la hidrólisis ácida recupera la mayor parte del nitrógeno orgánico presente en los suelos. Las formas inorgánicas fueron determinadas según los métodos propuestos por BREMNER (1965) y SILVA y BREMNER (1966); esta última metodología se aplicó tanto a horizontes superficiales como a subsuperficiales. Además se determinó el nitrógeno total que incluye el amonio no intercambiable (KEENEY y BREMNER, 1966).

#### Discusión y conclusiones

De la primera parte de los resultados se deduce que, estos suelos poseen contenidos de nitrógeno que varían ampliamente, oscilando desde 0'2 hasta 15'0 g/1000 g de suelo seco (Fig. 4) Los valores altos son poco frecuentes y se presentan en la zona norte de la provincia de Valladolid, en correspondencia con las terrazas altas del río Duero. Los cultivos permanentes generalizados en la zona parecen haber contribuido a un menor agotamiento de las reservas nitrogenadas; de igual modo al sur del mencionado río, los cultivos alternos con leguminosas han enriquecido las reservas de nitrógeno edáfico. También es posible encontrar valores altos en áreas próximas a los cursos de agua, en especial en la comarca de nominada La Armuña. Asombra la pobreza de nitrógeno, generalizada, en el sector oriental de la provincia de Salamanca, hecho que se atribuye a la falta de aportes orgánicos, ya que es común la quema de rastrojos; y, al sistema de cultivo que incluye barbecho; según BROADBENT y NAKASHIMA (1967) la pérdida de materia orgánica y nitrógeno es proporcional a la frecuencia del barbecho.

Respecto al fraccionamiento del nitrógeno se puede señalar que cerca de un 84% del nitrógeno total, fue recuperado luego de la hidrólisis ácida (Fig. 2). Dentro de la fracción hidrolizada cerca de un 37% fue recuperado como amonio hidrolizado, esta fracción aumenta al aumentar el tiempo de la hidrólisis; ya que formas de nitrógeno no conocidas pasan a formar parte del amonio hidrolizado. La fragilidad de estas fracciones hace suponer que son formas de nitrógeno potencialmente disponibles para plantas y microorganismos a corto o mediano plazo. Los valores sensiblemente altos de amonio hidrolizado se atribuyen a las dosis altas de nitrógeno proveniente de fertilizantes y a las temperaturas invernales rigurosas (STEVENSON, 1982).

Otra forma de importancia cuantitativa es el nitrógeno proveniente de aminoácidos (33% del N-hidrolizado); sin embargo, son formas no disponibles, dado que en su mayor parte se encuentran unidos a los coloides del suelo. El nitrógeno de aminoazúcares (N-hexosamina) constituye un bajo porcentaje; 6.6% del N-hidrolizado. Esta fracción al igual que los aminoácidos, proviene de la actividad de los microorganismos y tampoco parece encontrarse disponible; sin embargo, se les otorga un papel fundamental en la estabilidad de los agregados estructurales (GUCKERT, 1973). Finalmente cerca de un 23% fue recuperado y designado como formas no conocidas; ello señala la necesidad de continuar con los estudios del nitrógeno edáfico.

El 17% del nitrógeno total permanece estable en el residuo. Si bien, existen contradicciones acerca del origen de esta fracción, se la asocia con el grado de polimerización de la materia orgánica (YONEBAYASHI y col., 1973); en los suelos estudiados gran parte de la reserva orgánica se encuentra polimerizada (MOYANO y GALLARDO, 1986), por ello el valor de 17% contrasta a primera vista con la estabilidad de la materia orgánica. Pero esta diferencia se puede explicar porque el nitrógeno no hidrolizado es un valor relativo, obtenido por diferencia entre el N-total (método tradicional Kjeldahl) y el nitrógeno hidrolizado. Cuando se correlaciona el nitrógeno total con el nitrógeno hidrolizado (variable dependiente); se observa una correlación altamente significativa y de signo positivo ( $r:0.92^{***}$ ); sin embargo, la constante de regresión (59.7) parece indicar que el nitrógeno total determinado por el método tradicional Kjeldahl no valora la totalidad del N presente en los suelos y parte del nitrógeno no valorado pasa, por efecto de la propia hidrólisis, a formar parte del N-hidrolizado.

El nitrógeno no valorado es el amonio no intercambiable, que se encuentra ocluido dentro de las estructuras cristalinas de las arcillas (MOYANO, 1986). El contenido de amonio no intercambiable de estos suelos varía entre 180 y 490 ppm y constituye entre el 21 y 33% del nitrógeno total ("N-total", incluido el amonio no intercambiable), valorado por el método de KEENEY y BREMNER (1966). Los altos valores de amonio no intercambiable se relacionan con la calidad y cantidad de arcillas presentes en los suelos (MOYANO y GALLARDO, 1986). Sin embargo, son formas de nitrógeno cuya disponibilidad es dudosa y solo estarían parcialmente disponibles los cationes que se encuentran en los bordes terminales de las arcillas (Fig. 3).

Finalmente, se analizaron las formas asimilables de nitrógeno (amonio intercambiable y nitritos más nitratos), se observó que los valores nunca superan las 73 ppm, siendo el valor medio de 60 ppm, de los cuales 20 ppm corresponde a amonio de cambio. A pesar que se citan valores de nitritos más nitratos, dado que así fue determinado según la metodología, hay que señalar que los nitritos están ausentes o se encuentran a nivel de trazas.



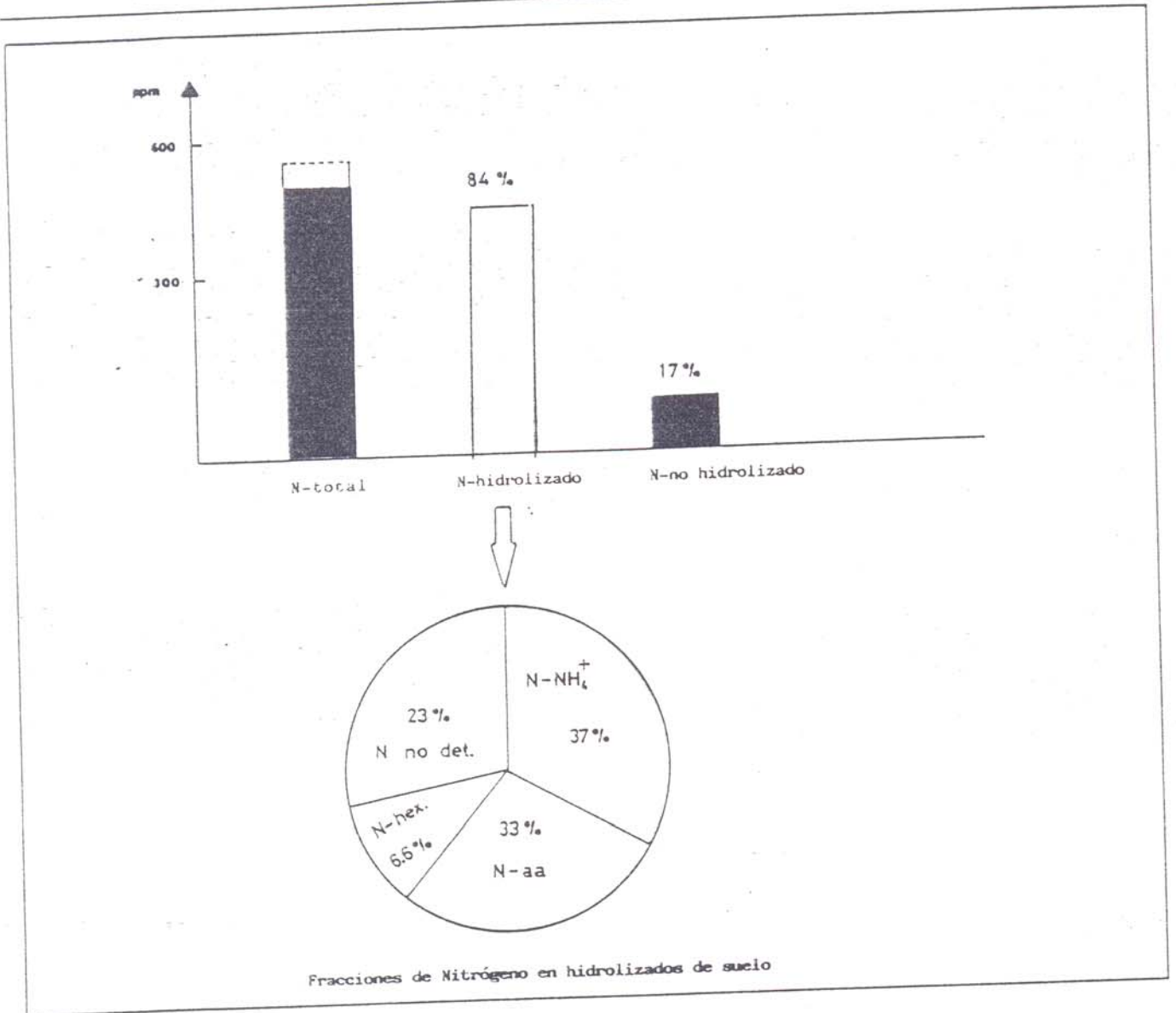


Fig 2

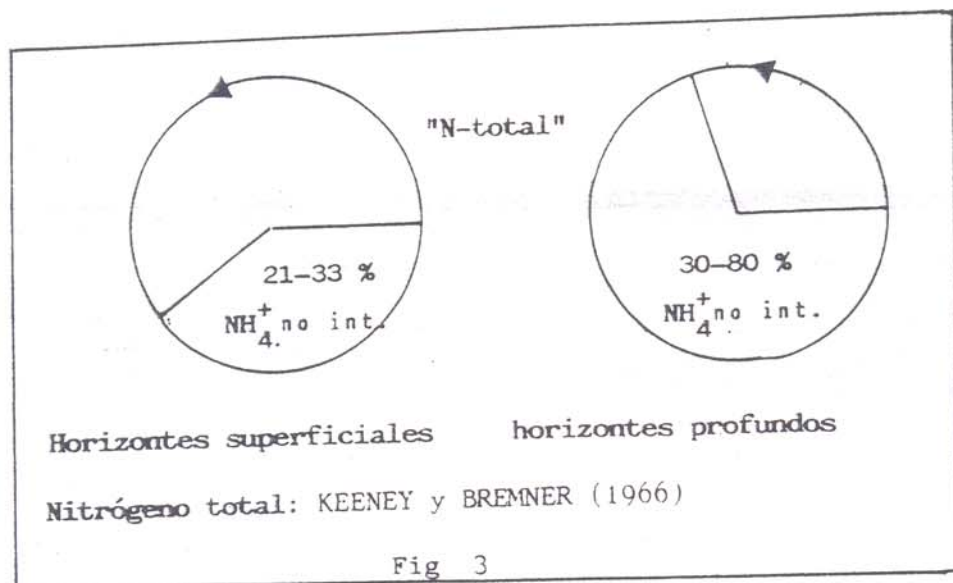


Fig 3

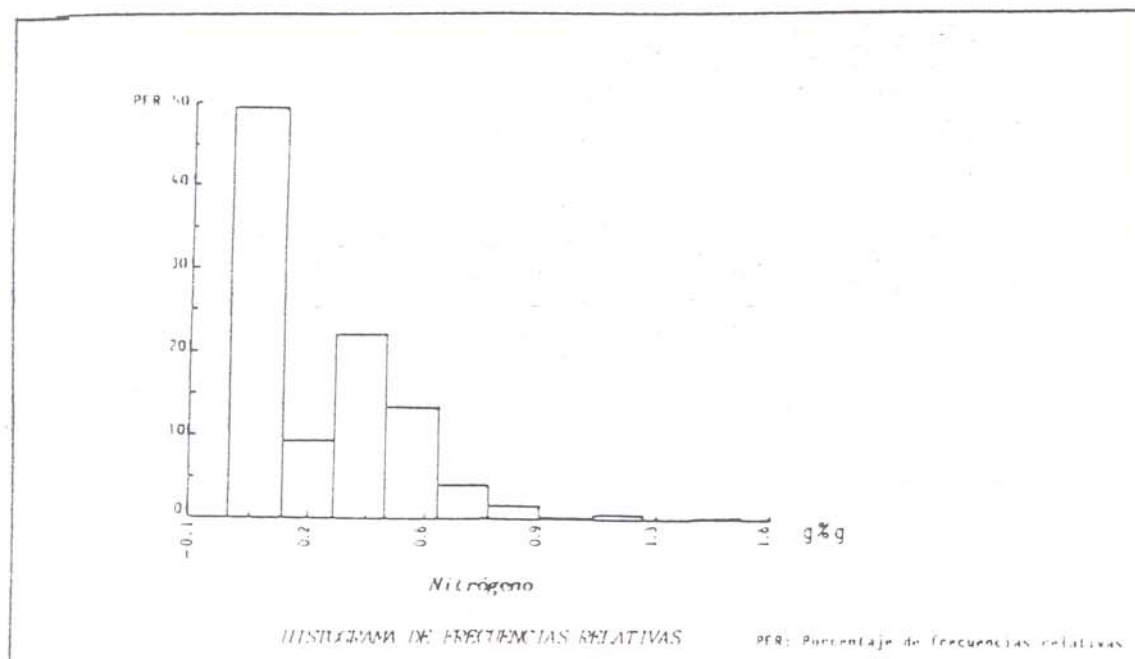


Fig. 4

### Bibliografía

BREMNER, J.M. (1965): "Total nitrogen". C.A.Black et al (ed). Methods of soil analysis. Part. II. Agronomy 9: 1149-1178. A.S.A. Madison.

BROADBENT, F.E. y NAKASHIMA, T. (1967): "Reversion of fertilizer nitrogen in soils". Soil Sci. Soc. Am. Proc. 31: 648-652.

GARCIA RODRIGUEZ, A. (1964) "Mapa de suelos". "Memoria del mapa de suelos del partido judicial de Peñaranda de Bracamonte". Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.

GARCIA RODRIGUEZ, A.; LUCENA, F.; MARTIN, L.F.; PRAT, L. y JIMENEZ, L. (1964): "Suelos de la provincia de Salamanca" IOATO. Salamanca.

GARCIA RODRIGUEZ, A. y col. (1985): "Estudio edáfico de la provincia de Valladolid". Mapa de suelos Escala 1:100.000 de la zona situada al Sur del río Duero. C.E.B.A. Salamanca C.S.I.C.

GUCKERT, A. (1973): "Contribution à l'étude des polysaccharides dans les sols et de leur rôle dans les mécanismes d'égrégation". Thèse présentée à L'Université de Nancy.

IOATO (1980): "Los suelos de la región castellano-leonesa: Clasificación y evolución". Escala 1:400.000. Informe presentado al CEOTMA. IOATO, Salamanca.

KEENEY, D.R. y BREMER, J.M. (1966): "Determination and isotoperation analysis of different forms of nitrogen in soil. IV. Exchangeable ammonium, nitrate and nitrate by direct distillation methods". Soil Sci. Soc. Am. Proc. 30: 583-587.

KEENEY y NELSON (1982): "Nitrogen inorganic forms" A.L. Page et al. (ed) Methods of soil analysis. Part. 2. 2ª ed. Agronomy 9: 643: 698. ASA-Madison.

MOYANO, A. (1986): "Distribución de diferentes formas de Nitrógeno en horizontes superficiales de suelos cultivados del Centro Oeste de España y su relación con el contenido de materia orgánica y formas de nitrógeno". Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.

MOYANO, A. y GALLARDO, J.F. (1986): "Distribución de diferentes formas de Nitrógeno en horizontes superficiales de suelos cultivados del Centro Oeste de España". ANUARIO. 11: 179-191. Salamanca.

SILVA, J.A. y BREMNER, J.M. (1966): "Determination and isotope ratio analysis of different forms of nitrogen in soils. V. Fixed ammonium". Soil Sci. Soc. Am. Proc. 30: 587-594.

STEVENSON, J.F. (1982): "Origen and distribution and nitrogen in soil" F.J. Stevenson (ed). Nitrogen in Agricultural Soils. Agronomy 22: 1-39. ASA. Madison.

YONEBAYASHI, K. y HATTORI, T. (1979): "Improvements in the method for fractional determination of soil organic nitrogen". Soil Sci. Plant. Nutr. 26: 469-481.