

Índice de correlación entre el carbono orgánico y nitrógeno en suelos de la cuenca del Ebro

por M. SANZ, L. HERAS y L. MONTAÑÉS

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Recibido el 4 - IV - 75

A B S T R A C T

M. SANZ, L. HERAS y L. MONTAÑÉS, 1975. — Correlation index between organic carbon and nitrogen in the soils of the Ebro Valley. *An. Aula Dei*, **13** (1/2): 140-149.

In a comparative study of the conditions of soils, the regression lines of 283 pairs of values for irrigated soils and of 295 pairs for dry-farming soils were analyzed.

The average of the relation C/N is 8,04 for the dry-farming soils and 6,87 for the irrigated soils. The correlation coefficient is $r = 0,923$ for dry-farming soils and $r = 0,875$ for irrigated soils. The significance of these results is very high. Under these circumstances one may conclude that, for the soils studied, it is possible to establish the nitrogen content after the amount of the organic carbon.

INTRODUCCION

Las determinaciones de materia orgánica y de nitrógeno en los suelos constituyen dos parámetros de la máxima importancia para el conocimiento de la fertilidad de los mismos.

En los suelos se encuentran trazas de nitrógeno nítrico y amoniacal que pueden considerarse despreciables frente a la reserva de nitrógeno total ligada a las materias húmicas del suelo (DEMON, 1944), por lo que la determinación del nitrógeno mineral de un suelo ofrece poco interés con vistas a la interpretación de sus condiciones de fertilidad (GOUNY y HUGUET, 1968).

El nitrógeno orgánico constituye, pues, la fracción más importante de este elemento en el suelo. Tanto su almacenamiento como su liberación están asegurados por los procesos de constitución o

de destrucción de las reservas orgánicas del suelo. Esto es así de tal forma que el problema de la fertilización nitrogenada no se puede aislar de la intervención de la materia orgánica del suelo (LEFEBVRE, 1968).

Sin embargo, a pesar de su mayor abundancia, el nitrógeno orgánico sólo representará un elemento utilizable para la planta cuando la época de su mineralización coincida con el período del ciclo vegetativo de mayores requerimientos en ese principio. No obstante, el nivel de liberación de nitrógeno mineral es siempre insuficiente para cubrir las exigencias del cultivo (GOUNY y HUGUET, 1968).

Existe una estrecha relación entre carbono y nitrógeno de los suelos que suele tender hacia un equilibrio natural caracterizado por el valor 10. Si el valor de esta relación se aumenta de manera artificial, el carbono suplementario tiende a desaparecer; si por el contrario, se le hace descender, la eliminación de nitrógeno tiende a aumentar (DEMOLON, 1944).

Está demostrado que la orientación de los procesos microbiológicos que tienen lugar en el seno del suelo está dirigida, entre otros factores (temperatura, precipitación, condiciones físicas, manejo, etc.), por la proporción en que el carbono y el nitrógeno intervienen en la constitución de la materia orgánica. De aquí que pueda establecerse que esta relación se hace constante para un suelo determinado, en el momento en que los procesos citados alcanzan el punto de equilibrio que les marcan las condiciones del medio (LYON y BUCKMANN, 1947).

Los trabajos realizados durante los últimos años han permitido establecer que el valor de la relación C/N en un suelo es un índice válido para la caracterización de su materia orgánica y que este índice debe de encontrarse entre límites bien definidos a fin de que los procesos biológicos que se desarrollan en el interior de la masa del suelo tengan un efecto positivo para la nutrición de las plantas.

Como consecuencia de esta relación, más o menos definida entre el nitrógeno orgánico y la materia orgánica, el nivel de ésta que puede ser mantenido en cualquier suelo dependerá de la cantidad de nitrógeno presente, por lo que el contenido de este elemento puede servir como indicador de la tasa de materia orgánica del suelo. Para determinados suelos de Estados Unidos, el porcentaje aproximado de materia orgánica ha sido estimado multiplicando

por 20 el tanto por ciento de nitrógeno determinado analíticamente (LYON y BUCKMANN, 1947).

BIRCH y FRIEND (1956) indican que los suelos en la mayor parte de la zona templada de Africa Oriental no son deficitarios de nitrógeno, a menos que el nivel de materia orgánica descienda, por una razón u otra. Este hecho de relación entre la materia orgánica y nitrógeno en el suelo se corrobora todavía más al encontrar, estos autores, unas correlaciones paralelas entre la influencia de la lluvia, temperatura y contenido de arcilla sobre los contenidos de materia orgánica y nitrógeno del suelo. El principal factor que gobierna los contenidos de materia orgánica y de nitrógeno en estos suelos es la precipitación, siendo, para ambos, de menos trascendencia la altitud y el contenido de arcilla.

En estudios de fertilidad realizados sobre diversas áreas geográficas españolas por CARPENA *et al.* (1966), HERNANDO *et al.* (1962b y 1971) y por SÁNCHEZ y RÍOS (1973), se ha puesto de manifiesto la estrecha relación existente entre los contenidos de materia orgánica y de nitrógeno en los suelos, relación que se evidencia por una similar distribución de frecuencias en ambos constituyentes y una casi coincidencia en los mapas de representación de los respectivos contenidos.

En este trabajo se pretende conocer la correlación existente entre el contenido de nitrógeno total y de carbono orgánico en los suelos cultivados del Valle del Ebro. Caso de que este índice tenga un valor altamente significativo nos permitiría conocer ambos parámetros determinando solamente uno, lo cual agilizaría en gran medida el trabajo de análisis para estudios aplicativos de fertilidad en nuestra zona.

MATERIAL Y METODOS

El estudio está realizado sobre los resultados obtenidos en el análisis de muestras de suelo remitidas al Departamento de Suelos de la Estación Experimental de Aula Dei para informes sobre su estado de fertilidad.

Han sido separadas las muestras de regadío (283) y las de secano (295) para ser estudiadas independientemente. En ambos ca-

sos y a fin de evitar las muestras cuyas características pueden afectar el normal equilibrio carbono-nitrógeno, se eliminaron las correspondientes a suelos recién nivelados, a suelos con contenidos en carbonato cálcico superiores a 50 %, las que presentaban una conductividad eléctrica del extracto saturado superior a 2 mmhos/centímetro (en extracto 1/5), y las que correspondían a regadío eventual.

El carbono orgánico se determinó por el método de WALKLEY-BACK (PIPER, 1950) y el nitrógeno por el método KJELDAHL, utilizando selenio metálico como catalizador.

Para el cálculo estadístico se han utilizado fórmulas adecuadas para máquina calculadora (GORE, 1962).

RESULTADOS Y DISCUSION

1. *Relación C/N*

En las figuras 1 y 2 se representan los polígonos de distribución de frecuencias de la relación C/N calculada en los suelos de regadío y en los de secano, respectivamente. Como prácticamente todos los valores hallados se encuentran debajo de 10, la materia orgánica puede considerarse como inefectiva desde el punto de vista de suministro de nitrógeno a las plantas (HERNANDO, 1962a).

Sin embargo, si comparamos ambas figuras, vemos que en regadío hay una mayor tendencia de las frecuencias hacia los valores de la relación C/N más bajos. Este diferente comportamiento se refleja en la media de la relación C/N que es 6,87 para regadío y 8,04 para secano. El menor uso de fertilizantes nitrogenados en estos suelos puede explicar el fenómeno.

2. *Correlación entre carbono orgánico y nitrógeno total*

En las figuras 3 y 4 se representan las rectas de regresión y la distribución de contenidos de carbono orgánico y nitrógeno total en los suelos de regadío y secano, respectivamente.

Estas rectas de regresión obedecen a las ecuaciones:

Nº de muestras

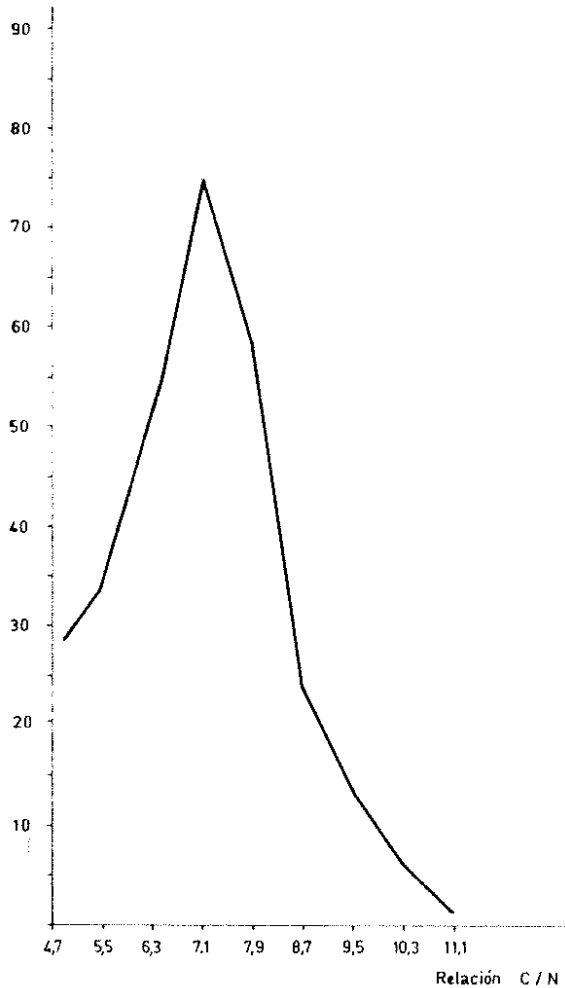


FIG. 1. Polígono de frecuencias de la relación C/N para suelos de regadío.

Nº de muestras

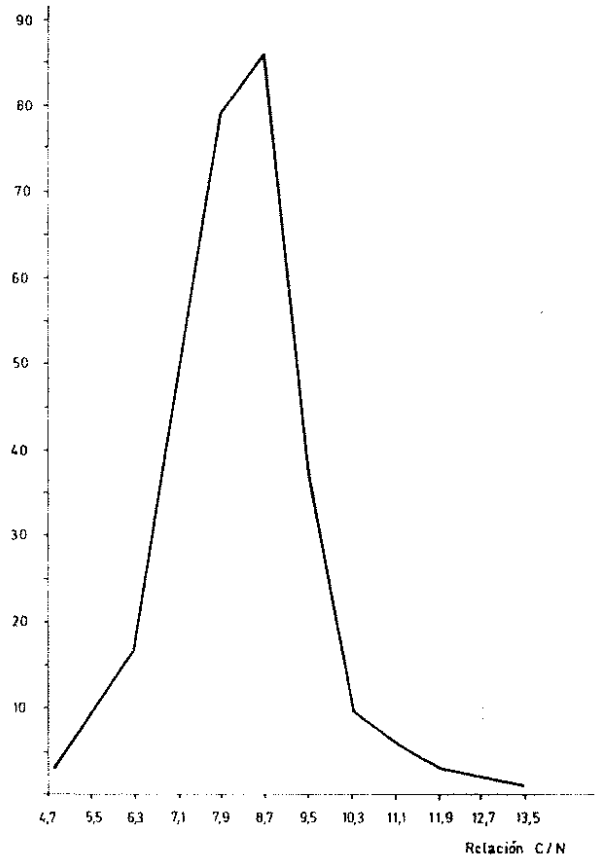


FIG. 2. Polígono de frecuencias de la relación C/N para suelos de secano.

$$\text{Regadío: } y = 0,1123 x + 0,0268 \quad (\text{I})$$

$$\text{Secano: } y = 0,1105 x + 0,0116 \quad (\text{II})$$

Dado que, el error típico del coeficiente de regresión es, para regadío, 0,000027, y para secano, 0,000015, y los coeficientes de regresión, según se desprende de las ecuaciones (I) y (II), son 0,1123 (regadío) y 0,1105 (secano), podemos ver que, aun siendo dichos coeficientes, o lo que es lo mismo, la pendiente de las rectas, muy próximas o casi paralelas, la introducción del error típico del coeficiente de regresión calculado no las iguala. En consecuencia, podemos deducir que la mayor influencia sobre la relación entre el carbono orgánico y el nitrógeno del suelo viene dada por el régi-

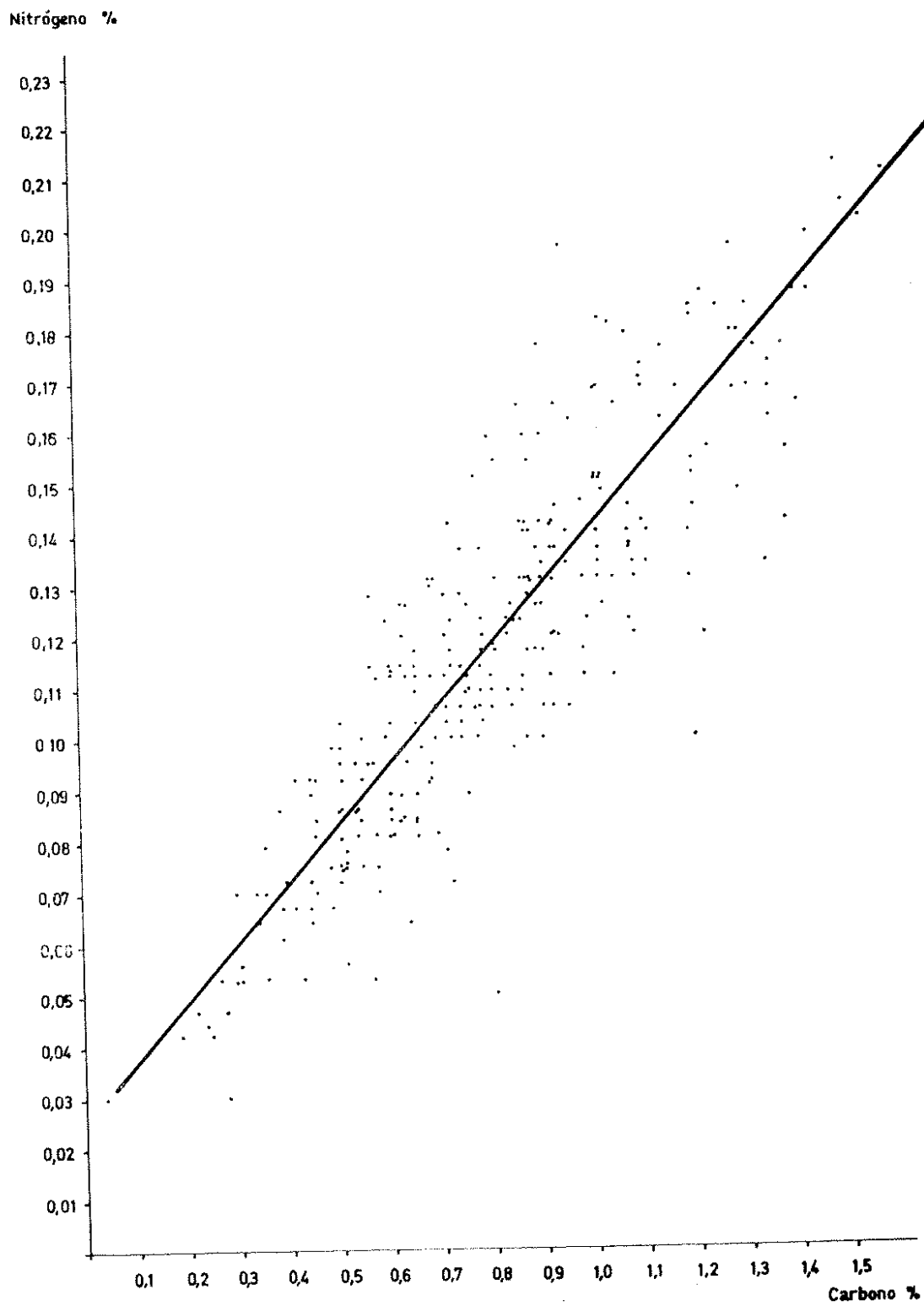


FIG. 3. Recta de regresión de contenidos de C y N en suelos de regadío.

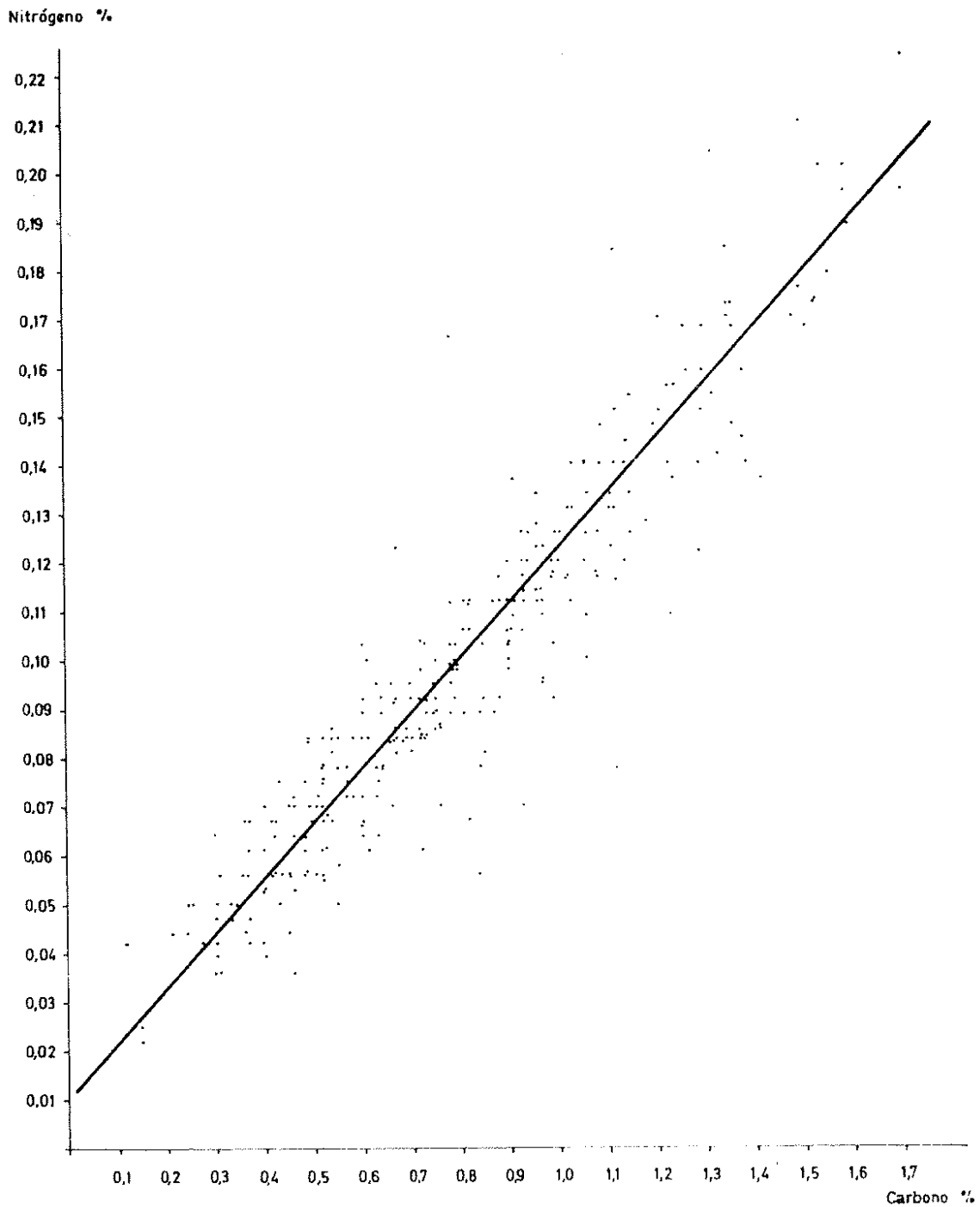


FIG. 4. Recta de regresión y distribución de contenidos de C y N en suelos de secano.

men de explotación (secano o regadío) aun cuando cabe pensar que una constante, lógicamente debida a los tipos de suelo, tiene su pequeña influencia, pues en caso contrario las rectas de regresión serían totalmente paralelas.

Observando las figuras se aprecia que las ordenadas en origen, en secano (fig. 4) no tienen valores significativos, por lo que se puede pensar que en las determinaciones analíticas de carbono y nitrógeno no se cometen errores sistemáticos.

En el caso de regadío, si bien la recta de regresión presenta, en origen, un cierto valor de nitrógeno que podría explicarse por el mayor aporte de fertilizantes nitrogenados en los suelos, ello no quiere decir, a nuestro entender, que se cometan errores analíticos. Si observamos la distribución de puntos en la figura 3, vemos que los correspondientes a los valores bajos de nitrógeno y carbono se encuentran desplazados a un lado de la recta de regresión obtenida, por lo que creemos que hubiese sido más correcto la obtención de dos rectas, una para los valores bajos y otra para los altos, en la seguridad de que la primera hubiese tendido a cero, como sucede en la figura 4. No se ha considerado necesario elaborar esta recta debido a que el número de valores correspondientes a bajos contenidos de carbono y de nitrógeno es muy pequeño frente al total de puntos representados en la figura 3.

Los valores del índice de correlación (r) entre carbono orgánico y nitrógeno de los suelos del Valle del Ebro son de 0,875 para regadío (283 pares de valores) y 0,923 para secano (295 pares de valores), más altos que el hallado por MULLER (1966) para un total de 33 pares de valores, que fue de $r = 0,638$.

Estos valores, realizadas las pruebas de significación, son altamente significativos y como el error típico de una estimación resulta ser en regadío de 0,0004 y para secano 0,0002, podemos conocer, con suficiente fiabilidad, el contenido de nitrógeno del suelo calculándolo a partir del carbono orgánico determinado analíticamente.

El índice de correlación hallado para el secano es superior al del regadío, lo que puede ser debido al hecho, ya indicado, de que el nivel de fertilizantes nitrogenados que suele aplicarse en estos suelos es mucho mayor que en el secano. La misma explicación puede darse al hecho de que a un mismo contenido de carbono corresponda mayor porcentaje de nitrógeno en los suelos de regadío que en los de secano.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

En este trabajo se estudia el coeficiente de correlación entre los contenidos de carbono orgánico y nitrógeno en suelos de regadío (283 pares de valores) por un lado, y en suelos de secano (295 pares de valores) por otro, en el Valle del Ebro.

De los resultados obtenidos podemos deducir las siguientes conclusiones:

- 1.^a El valor medio de las relaciones C/N es 6,87 en regadío y 8,04 en secano.
- 2.^a El índice de correlación (r) entre los contenidos de carbono orgánico oxidable y nitrógeno, en suelos de regadío del Valle del Ebro, es de 0,875.
- 3.^a El valor de este índice es de 0,923 para suelos de secano.
- 4.^a En ambos casos y a efectos de conocimiento de la fertilidad esta correlación es lo suficientemente alta y el error típico de una estimación lo suficientemente bajo, como para poder calcular el contenido de nitrógeno en los suelos del Valle del Ebro a partir del carbono orgánico determinado analíticamente.
- 5.^a La diferencia entre los coeficientes de regresión en las relaciones C/N en secano y regadío se debe fundamentalmente al distinto régimen de explotación de estos dos sistemas de cultivo, si bien las características del suelo tienen su pequeña influencia.

REFERENCIAS

- BIRCH, H. F., and FRIEND, M. T.
1956 The organic matter and nitrogen status of East African soils. *J. Soil Sci.*, 7 (1): 156.
- CARPENA, O. *et al.*
1966 Estudio edafológico y agrobiológico de la provincia de Murcia. *Centro Edaf. Biol. Aplic.* Murcia.
- DEMOLON, A.
1944 La dynamique du Sol. *Dunod.* Paris.
- GORE, W. L.
1952 Statistical Methods for Chemical Experimentation. *Inters. Publ.* London.

- GOUNY, P. et HUGUET, C.
1968 Objet et limite des methodes de diagnostic: L'analyse du sol et de la plante. *BTI*, **231**: 609.
- HERNANDO, V.
1962a La determinación de la materia orgánica y del nitrógeno. *Actas 1.ª Reun. Plen. Inst. Edaf. Agr.* Salamanca.
- HERNANDO, V., JIMENO, L., RODRÍGUEZ, J., GUERRA, A. y GARCÍA, J.
1962b Estudio de los suelos de los nuevos regadíos de la margen derecha de las Vegas Bajas del Guadarrama. *Inst. Nac. Edaf. Agrobiol.* C.S.I.C., Madrid.
- HERNANDO, V. et al.
1971 Estudio de los suelos de Badajoz. Región de la Serena. *Inst. Edaf. Biol. Veg.* C.S.I.C., Madrid.
- LEFEBVRE, G.
1968 L'azote et les matières organiques. *BTI*, **231**: 559.
- LYON, T. L. and BUCKMANN, H. O.
1947 Edafología. Acme Agency. S.R.L. Buenos Aires.
- MULLER, J.
1966 Observations sur les effects à long terme des fumures organiques et minerales sous climat mediterranéen. II. Action sur le bilan de l'azote total du sol. *An. Agron.* **17** (1): 21.
- PIPER, C. S.
1950 Soil and plant analysis. *Univ. of Adelaide*.
- SÁNCHEZ, B. y DIOS, G.
1973 Las tierras cultivadas de Portas y Barro. *Misión Biológica de Galicia.* C.S.I.C. Pontevedra.