

Calibración del análisis del suelo en trigo regado del Valle Central. I. Nitrógeno¹.

Ramón García L.² y Manuel J. Gandarillas I.²

INTRODUCCION

El nitrógeno se encuentra en el suelo principalmente en formas orgánicas y sólo una pequeña porción del total está presente en formas inorgánicas directamente aprovechables por las plantas. Las formas orgánicas son en parte mineralizadas por los microorganismos del suelo durante el desarrollo del cultivo, aportando una cantidad sustancial del total de nitrógeno utilizado por las plantas. Usualmente las necesidades de nitrógeno de los cultivos supera la mineralización de la materia orgánica y en consecuencia es preciso suplementar este elemento al suelo en forma de fertilizante. Por este motivo, la utilización de fertilizantes nitrogenados ha experimentado un aumento considerable dentro del contexto de una agricultura de altos niveles de producción.

La importancia de desarrollar métodos analíticos eficientes para medir la capacidad del suministro de nitrógeno de los diferentes suelos, es una consecuencia de la necesidad de fertilizar racionalmente los cultivos. Olson, Meyer, Lamke, Woltemath y Weiss (1960) han señalado el sinnúmero de dificultades del análisis de nitrógeno del suelo. Bremner (1960) y Smith (1966) han estudiado diversos métodos biológicos con el objeto de determinar la capacidad de mineralización del nitrógeno del suelo. Sepúlveda (1970) efectuó, en macetas, una correlación de métodos analíticos para nitrógeno en suelos de distinto origen de la zona central de Chile. Este autor sugiere el método de incubación aeróbica —que incluye el análisis del nitrógeno inicial sumado con el mineralizado— como el de mejor aptitud para estos suelos.

Tejeda y Gogan (1970) evaluaron diferentes métodos de laboratorio para determinar la disponibilidad de nitrógeno en suelos de

la provincia de Ñuble. El método que presentó el valor más alto de correlación con el N absorbido por las plantas fue el que incluye la suma de las formas NO_3 , NO_2 y NH_4 .

La respuesta en términos de rendimiento de los cultivos a la fertilización nitrogenada ha sido comprobada en los suelos regados del valle central por Callejas (1968), Gandarillas, Acevedo y García (1968) y San Cristóbal (1965). Específicamente, en trigo, Letelier *et al.* (1961), Norero (1967) y Palma (1965) obtuvieron una alta respuesta en términos de rendimiento a la aplicación de fertilizantes nitrogenados.

MATERIALES Y METODOS

Entre los años 1968 y 1970 se realizaron 62 experimentos de campo de fertilización NP en trigo. Estos ensayos fueron ubicados en suelos de riego del valle central comprendidos entre los paralelos 33 y 36° de latitud sur e incluyeron entisoles, inceptisoles, alfisoles, molisoles y vertisoles.

El objetivo principal de estos experimentos fue estimar la respuesta a N y P dentro de esta zona y los resultados se aprovecharon para calibrar métodos analíticos para estos elementos. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con dos repeticiones, el cual contaba con 13 tratamientos.

Previo a la siembra y fertilización en cada repetición se colectó, mediante pala agrológica, una muestra de suelo compuesta de 13 submuestras a una profundidad 0-20 cm. Cada muestra compuesta fue analizada en duplicado, promediando los valores analíticos correspondientes a las repeticiones a manera de proveer un valor único que se comparó con los datos de rendimiento.

Como medida de la respuesta del trigo a la fertilización nitrogenada se consideró el rendimiento de la parcela testigo expresado como porcentaje del rendimiento máximo. Tanto el testigo como el máximo estaban fertilizados con P en dosis suficientes para eliminar deficiencias de este elemento. Los rendimientos se expresan en base a 14% de humedad del grano.

¹Recepción originales: 14 de diciembre de 1971.

²Ings. Agrs., M. S., Proyecto Suelos, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

Los autores agradecen la colaboración recibida de los Químicos Sres. Andrés Silva R. y José Infante M.

La determinación del N inorgánico se realizó mediante destilación por arrastre de vapor en la forma propuesta por Keeney y Bremner (1966).

Durante la destilación todas las formas inorgánicas de N son transformadas a amonio. Se utiliza óxido de magnesio y aleación Debarde para transformar los nitratos y ácido sulfónico para la transformación de los nitritos a formas amoniacaes.

Se determinó el N inorgánico en muestras frescas y en muestras sometidas a incubación con el objeto de estimar tanto el contenido inicial de la muestra (N-inicial) como la capacidad de mineralización (N-incubado). El N-incubado se estima sustrayendo el N-inicial del contenido de este elemento del suelo, después de someterlo a incubación. Esta última forma se denomina N-final. Diez gramos de suelo se incuban por 14 días a 30°C en una relación suelo-cuarzo 1:3, agregando 6 ml de agua destilada previo a la incubación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los rangos y valores medios de N ($\text{NO}_3 + \text{NO}_2 + \text{NH}_4$) inicial (N-inicial), N ($\text{NO}_3 + \text{NO}_2 + \text{NH}_4$) incubado (N-incubado), N ($\text{NO}_3 + \text{NO}_2 + \text{NH}_4$) final (N-final), materia orgánica de los suelos y porcentaje del rendimiento máximo de los 62 sitios aparecen en el Cuadro 1.

Cuadro 1 — Rango y media de los valores analíticos para N-inicial, N-final, N-incubado, materia orgánica y porcentaje del rendimiento máximo de 62 sitios de la zona central.

	Valor observado		
	Mínimo	Medio	Máximo
N-inicial ppm	3,9	30,2	100,8
N-final ppm	18,4	56,3	137,0
N-incubado ppm	7,1	26,5	54,7
Materia orgánica %	1,10	3,57	6,64
Porcentaje del rendimiento máximo %	34,9	77,1	100,0

Los contenidos de N-inicial variaron entre 3,9 y 100,8 ppm, valores bastante extremos en relación a los contenidos normales de los suelos de la zona. El N-final fluctuó entre 18,4 y 137 ppm, presentando un valor medio de 56,3 ppm. Los rendimientos fueron variables desde un mínimo del 34,9% hasta un valor igual al rendimiento máximo.

De acuerdo al Cuadro 2, la materia orgánica del suelo no presentó correlaciones altas con los contenidos de N-inicial y N-final y esta correlación fue significativa al 5% con el N-incubado ($r = 0,303$). Ello indicaría que al menos en una parte importante, la materia orgánica es responsable de la liberación

Cuadro 2 — Coeficientes de correlación entre diversos métodos analíticos entre sí y el rendimiento.

	N-inicial	N-final	N-incubado	M. O.	% del rendimiento máximo
N-inicial	—	0,925**	0,271*	0,133	0,697**
N-final		—	0,597**	0,208	0,647**
N-incubado			—	0,303*	0,238
Materia orgánica				—	0,131
Porcentaje de rendimiento máximo					—

*Significativo al 5%
**Significativo al 1%

del N durante la incubación, pero dado los contenidos de ésta en los suelos y los valores de N-inicial, no hay un aporte importante de ella en los contenidos finales de nitrógeno.

Bajo el punto de vista práctico es de importancia buscar métodos fáciles y rápidos para analizar muestras de suelos. Así es como el método para obtener N-final presenta el inconveniente que las muestras deben estar depositadas durante 15 días a temperatura constante, hecho que influye en los costos y pron-

titud de los resultados de un laboratorio de servicio a los productores. Analizando el Cuadro 2, se desprende que existe una alta correlación entre N-inicial y N-final ($r = 0,925$) hecho que indica que ambos análisis, a pesar de presentar valores analíticos diferentes tienen un alto grado de asociación, y que de presentar una correlación semejante con los rendimientos, sería preferible utilizar el método más simple.

De hecho, tanto el N-inicial como el N-fi-

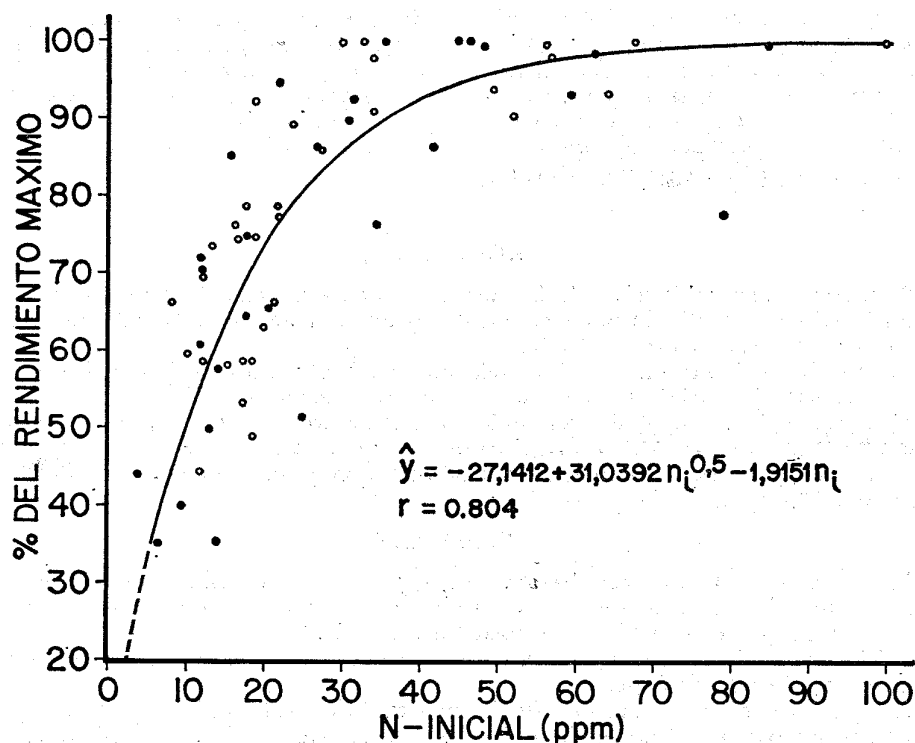


Figura 1 — Rendimiento de trigo expresado en % del máximo y valores de N-inicial en 62 localidades del valle central.

nal presentan una buena asociación con los rendimientos, siendo las coeficientes de correlación 0,697 y 0,647 respectivamente, ambos significativos al 1%. Por esta razón se prefirió trabajar con el método del N-inicial y además, porque el método del N-final presentaba una gran dispersión de los valores analíticos en los niveles bajos y medios de nitrógeno, donde se precisa la mayor exactitud bajo el punto de vista diagnóstico.

La Figura 1 presenta la relación funcional que existe entre el rendimiento de la parcela testigo expresada como porcentaje del rendimiento correspondiente a la dosis máxima de

N (% Rendimiento) y el contenido de N-inicial del suelo. La característica sobresaliente de la curva de calibración del método analítico con la respuesta así medida fue una gran pendiente positiva inicial. Esto presentó la desventaja de dificultar la interpretación de los resultados al no poder separar en forma precisa la zona donde la respuesta a la adición de nitrógeno es media de aquella donde hay bajo contenido del elemento y en consecuencia la respuesta a nitrógeno es alta. El hecho de existir una pendiente inicial alta provocó que el polinomio raíz cuadrada fuera mejor que otras funciones ajustadas.

Cuadro 3 — Rangos del nitrógeno inicial presente en el suelo, respuesta a fertilizantes y otros datos resultantes de 62 experiencias efectuadas entre las provincias de Aconcagua a Curicó.

Rango del método	Nº observaciones	% de casos	Respuesta a fertilizante	% del rendimiento máximo promedio	Rendimiento promedio sin fertilización (qqm/ha)
0 — 15	15	24,19	alta	55,96	23,78
15,1 — 30	23	37,10	media	72,16	30,35
30,1 — 50	13	20,97	incierto	94,55	41,68
+ 50	11	17,74	sin	95,62	44,97

Las categorías de respuesta fijadas a partir de la curva de calibración del método aparecen en el Cuadro 3. El valor del rendimiento promedio sin nitrógeno en suelos cuyo contenido de N-inicial era menor de 15 ppm fue de 23,7 qq/ha y se presentaba en poco menos del 25% de los sitios. Una respuesta me-

dia a nitrógeno fue obtenida en el 37% de los casos, con un rendimiento promedio de 30,35 qq/ha. En consecuencia, el 62% de los suelos presentaron una deficiencia alta o media de nitrógeno y sólo el 38% una respuesta incierta o nula a este elemento.

RESUMEN

Se presenta una calibración de las necesidades de nitrógeno del trigo mediante el análisis del suelo, realizado por métodos de incubación aeróbica, en 62 sitios de la zona regada del valle central de Chile.

Los resultados indicaron que el método que analiza nitrógeno inorgánico inicial en la muestra (N-inicial) presentó una mejor correlación con el rendimiento del testigo expresado como % del rendimiento fertilizado con nitrógeno, lográndose una alta respuesta con valores analíticos de 0-15 ppm de N-inicial; respuestas medias con 15,1-30 ppm; respuesta incierta con 30,1-50 ppm y sin respuesta con valores superiores a 50,1 ppm.

SUMMARY

Wheat response to nitrogen fertilizer was calibrated with an aerobic incubation soil test for nitrogen availability. Samples from 62 fertilizer experiment in the irrigated Central Valley of Chile were used for the study.

Initial inorganic soil nitrogen (initial-N) gave the best correlation ($r = 0,804$) with wheat nitrogen response.

A high response was found in soils showing analytical values of 0-15 ppm initial-N. Medium, uncertain and no response were found in soils with analytical values of 15.1-30.0; 30.1-50.0; and over 50.1 initial N respectively.

LITERATURA CITADA

- BREMNER, J. M. 1960. Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method. *J. Agr. Sci.* 55: 11-33.
- CALLEJAS, F. P. A. 1968. Estudio de correlación de análisis químico de suelo y planta con rendimientos de papas en la zona de Graneros. Santiago, Chile. Universidad Católica de Chile. 56 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- GANDARILLAS, I. M. J., ACEVEDO, H. E. y GARCÍA, L. R. 1968. Estudio de la productividad del maíz en la provincia de Santiago. *Agricultura Técnica* (Chile). 28 (1): 7-15.
- KEENEY, D. R. and BREMNER, J. M. 1966. Comparison and evaluation of laboratory methods of obtaining an index of soil nitrogen availability. *Agr. Journ.* 59: 498-503.
- LETELIER, A. E., RUSSI, S. E., POLLE, O. E., SAN CRISTÓBAL, N. I., BARAHONA, J. J., ROJAS, U. O. e INFANTE, M. J. 1961. Cien ensayos NPK en trigo. Departamento de Investigaciones Agrícolas. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. Boletín Técnico N° 9.
- NORERO, A. 1967. Estimación de las necesidades de fertilizantes en el trigo mediante análisis de tierra y planta (1962-1965). Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Departamento de Edafología. Boletín de Divulgación Técnica N° 1.
- OLSON, R. A., MEYER, M. W., LAMKE, W. E., WOLTE-MATH, A. D. and WEISS, R. E. 1960. Nitrate production rate as a soil test for estimating fertilizer nitrogen requirements of cereal crop. *Trans. 7th. Intern. Congr. Soil. Sci. Madison Wisconsin*. Vol. 2. pp. 463-470.
- PALMA, M. J. 1965. Diagnóstico de fertilidad del suelo mediante el empleo de ensayos de campo y análisis químico de tierra y tejido vegetal en trigo. Santiago, Chile. Universidad Católica de Chile. 75 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- SAN CRISTÓBAL, I. 1965. Influencia de la población y niveles de nitrógeno en los rendimientos de maíces híbridos. *Agricultura Técnica* (Chile). 25 (4): 155-162.
- SEPÚLVEDA, B. G. 1970. Evaluación de los métodos de laboratorio para determinar la disponibilidad de nitrógeno en suelos de la zona central. Santiago, Chile. Universidad Católica de Chile. 26 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).

SMITH, J. A. 1966. An evaluation of nitrogen soil test methods for Ontario Soils. Can. Jour of soil Sci. 46: 185-194.

TEJEDA, H. y GOGAN, G. 1970. Métodos para determinar nitrógeno disponible en suelos con diferente origen y contenido de materia orgánica. Agricultura Técnica (Chile). 30 (2): 57-64.