

ENSAYO DE FERTILIDAD DE SUELOS ¹

Por ALFONSO A. VIDAL ²

I. INTRODUCCIÓN

Cuando un suelo no contiene una adecuada cantidad de elementos químicos necesarios para el normal desarrollo de las plantas, es necesario suplir esa deficiencia con abonos o fertilizantes, siendo conveniente para ello, encontrar algún método simple o práctico para determinar qué elemento está en deficiencia.

Uno de los métodos más aconsejados es el que se basa en la observación cuidadosa del crecimiento de las plantas, el que proporciona la más directa evidencia de sus propias condiciones nutritivas. Experimentalmente esta comparación se realiza pesando la planta seca.

Con tal propósito, en el presente trabajo se ha realizado el estudio de la fertilidad de algunos suelos de distinto pH, utilizando como elemento de análisis una planta indicadora, observando su comportamiento por la incorporación de distintos elementos tales como: nitrógeno, fósforo y potasio, en distintas combinaciones.

Es sabido que el nitrógeno se encuentra en todas las plantas, por que es el constituyente esencial de las proteínas; una deficiencia de este elemento causa disturbios anatómicos y químicos en el interior de la planta. Las células de la planta se reducen, espesando sus paredes y aumentando la lignificación de las mismas. El análisis químico revela una acumulación de carbohidratos y aumento de pigmentos antocianicos.

¹ Trabajo realizado en la Cátedra de Química Agrícola (Fitoquímica) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Eva Perón. Recibido para su publicación el 23 de diciembre de 1954.

² Profesor Adjunto de Química Agrícola (Fitoquímica) en la citada Facultad. El autor agradece al Profesor Titular ingeniero agrónomo y doctor Carlos J. M. Albizzati las sugerencias formuladas durante la realización del mismo.

El fósforo es abundante en semillas, frutos y tejidos meristemáticos. Se halla combinado en muchas proteínas, particularmente en las núcleo-proteínas, como así también, en el ácido nucleico, fosfolípidos, exosas fosfatadas y fitina. Una deficiencia de fósforo en la planta, causa el empequeñecimiento de las células, con adelgazamiento y mayor lignificación de las paredes. La hidrólisis y la síntesis del almidón es influenciada por los fosfatos, así como también, la respiración, por su acción sobre las enzimas de óxido-reducción. Otra función importante del fósforo es su efecto búfer sobre la acidez de las células. El análisis químico revela un aumento de nitrógeno nítrico y disminución del fósforo contenido en las células.

En el primer estado ocurre una acumulación de carbohidratos con aumento de pigmentos antociánicos; en las últimas etapas el contenido de carbohidratos disminuye.

El potasio parece actuar principalmente como un agente catalítico inorgánico, encontrándose localizado en áreas de alta actividad fisiológica: meristema apical, cambio, desarrollo de frutos y hojas. Numerosas funciones fisiológicas dependen aparentemente del potasio: actividad enzimática (invertasa, catalasa y reductasa) síntesis de azúcares simples, almidón, grasas y proteínas, asimilación del nitrógeno nítrico, neutralización de ácidos orgánicos y actividad meristemática. La deficiencia de este elemento trae aparejado una reducción de las células, con espesamiento y lignificación de sus paredes; se reduce la actividad del tejido meristemático y se observan grandes estomas en las hojas. El análisis químico revela acumulación de nitratos, amidas, aminoácidos y otros compuestos nitrogenados solubles. Otras sales minerales a menudo aumentan de concentración incluyendo, fósforo, calcio, hierro, magnesio, porque su asimilación es afectada.

II. REVISTA DE LA BIBLIOGRAFÍA

McMurtrey, J. E. Jr. (22) reproduce sobre la mitad de una hoja de tabaco, los síntomas de deficiencia de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, hierro y azufre, comprobando que no siempre hay una relación directa entre los síntomas de deficiencia y el desarrollo de la hoja.

Blake, M. A., G. T. Nightingale y O. W. Davidson (6) realizaron plantaciones de manzano en arena, incorporando seis mezclas de nutrientes, una mezcla completa con todos los elementos esenciales:

nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio y las cinco restantes eliminando a su turno uno de los elementos. Al cabo de un tiempo observaron los síntomas que presentaban las plantas por la deficiencias de cada elemento.

Blair, A. W. (5) demostró que para mantener el estado de fertilidad de un suelo deben aplicarse abonos nitrogenados anualmente, en cambio el fósforo y el potasio pueden ser aplicados cada dos cosechas. Asimismo comprobó el efecto del pH sobre la efectividad de los fertilizantes.

Sprague, B. y M. J. Arthur Hawkins (26) en ensayos de aplicación de fertilizantes nitrogenados a cultivos de timote, demostraron que los mismos en un principio aumentaban el contenido de proteínas pero no el tamaño, mientras que a los tres años no variaba el contenido de proteínas pero sí el tamaño.

Thomas, Walter y W. B. Mack (28) efectuaron ensayos de aplicación de fertilizantes a base de nitrógeno, fósforo y potasio sobre cultivos de maíz, estableciendo la relación que existe entre los distintos elementos agregados y el rendimiento del cultivo.

Batjer, L. P. (2) realizó estudios con plantas de manzano cultivadas en arena, bajo invernáculo, incorporándole distintas concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio, observando que se producían variaciones significativas en el crecimiento y actividad fotosintética, especialmente en las variaciones de nitrógeno y fósforo.

Camp, A. F., H. D. Chapman, M. George Bahrt y E. R. Parker (9) establecieron que en los suelos de pH inferior a 6 hay deficiencia de zinc, siendo debido, posiblemente a la formación de compuestos insolubles.

Cooper, H. P. (10) en ensayos realizados con plantas de algodónero estableció que la deficiencia de potasio y posiblemente de azufre puede ocurrir cuando el crecimiento se realiza en estaciones secas, mientras que por el contrario, las deficiencias de magnesio y manganeso son frecuentes cuando el desarrollo de la planta se realiza en estaciones húmedas. Asimismo demostró la importancia de la reacción del suelo.

Giegar, Mervin (15) en ensayos de aplicación de fertilizantes a plantas de algodónero, determinó que los fertilizantes nitrogenados disminuían el porcentaje de aceite en la semilla pero aumentaban el contenido de nitrógeno en la misma. El fósforo y el potasio usados separados no daban aumento de aceite, mientras que aplicados conjuntamente aumentaban su tenor levemente, manteniéndose en ambos casos el tenor de nitrógeno constante.

Davidson, O. W. (11) describe con algún detalle los síntomas de deficiencia observados en diversos frutales, estableciendo que en general los síntomas de deficiencia descritos para el manzano resumen los correspondientes a otros frutos de pomas, mientras que aquellos descritos para el duraznero resumen los hallados en otros frutos de carozo.

DeTurk, E. E. (12) estableció que las legumbres muestran mejor que otras especies las deficiencias nutritivas, que se reflejan en la producción de plantas aparentemente normales pero de poco tamaño.

Hoffer, George N. (17) en ensayos realizados con plantas jóvenes de maíz crecidas en invernáculo, puso en evidencia los síntomas típicos de deficiencia de nitrógeno, fósforo y potasio, incorporando para ello distintas mezclas de fertilizantes al suelo utilizado.

Jones, H. A. y B. E. Brown (21) realizaron ensayos con plantas de papa cultivadas en arena de río para establecer las necesidades de este cultivo en elementos fertilizantes, observando que la omisión de los elementos fósforo y potasio producía un detenimiento en el desarrollo de la planta y tubérculos, siendo normal en lo que respecta a forma y color. Omitiendo fósforo y nitrógeno las plantas son enanas y las raíces y tubérculos poco desarrollados. La falta de nitrógeno y potasio produce plantas pequeñas de color verde claro, mientras que las raíces y tubérculos desarrollaban pobremente.

Thomas, Walter y Warren, B. Mad (29) aplicaron el método de la diagnosis foliar a plantas de tomate tratadas con mezclas de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio, con y sin agregado de abonos, comprobando que en el primer caso el mejor rendimiento se obtenía con la mezcla fósforo y potasio, es decir, sin nitrógeno, mientras que en el segundo caso ello se producía por la incorporación de la mezcla completa.

La diagnosis foliar muestra que las plantas abonadas aumentan la producción con respecto a las no abonadas, lo cual estaría vinculado al potasio de la mezcla nitrógeno, fósforo y potasio.

Bear, Firman E. (3) demostró que en general todos los suelos necesitan fósforo, estableciendo la importancia que tiene el pH, ya que los suelos ácidos tienen comúnmente vestigios de fósforo asimilable, el que puede ser aumentado por la incorporación de limo. Asimismo demostró que en los suelos limosos desaparecen los síntomas de deficiencia de potasio sin necesidad de incorporar momentáneamente fertilizantes.

Skinner, J. J. (25) estableció que la deficiencia de elementos mine-

rales en las plantas puede ser modificada en parte por factores ajenos a la composición del suelo, tales como luz, temperatura y humedad.

Tiedjens, V. A. y L. G. Schermerhorn (30) demostraron que muchos vegetales se desarrollan más eficientemente por la aplicación de fertilizantes disueltos en el agua que por el uso de fertilizantes secos, considerando que ello se debía a la mayor asimilación del fósforo.

Vandecaveye, S. C. y G. O. Baker (31) demostraron que un mismo fertilizante aplicado a diferentes suelos, producía marcada diferencia sobre el contenido de proteínas, fósforo, potasio y calcio del forraje, comprobando que el efecto de los fertilizantes era más pronunciado en los primeros estados de crecimiento.

Brown, H. B. (8) realizó un estudio para determinar el efecto específico de los diferentes fertilizantes sobre la calidad de la fibra del algodónero, demostrando que el nitrógeno y el potasio incorporados separadamente producían la misma floración que el testigo, mientras que la incorporación de fósforo producía un leve aumento. La aplicación de una mezcla completa aumentaba considerablemente la floración y calidad de la fibra.

Jacob, A. (19) demostró que los constituyentes secundarios más importantes del calcio son las sales sulfato de magnesio y cloruro de sodio, las cuales son necesarias para varias plantas cultivadas. En tal sentido la mejor elección del fertilizante calcio para ciertas plantas, es establecido sobre la base de su requerimiento en las sales mencionadas.

Boeck, O. J., A. Kupper y J. Sales Moreira (7) realizaron ensayos de aplicación de fertilizantes en distintos suelos del Brasil, utilizando para comprobar sus efectos la papa. Fertilizantes con nitrógeno y potasio producen 11,9 toneladas por hectárea, con fósforo y potasio 2 a 10,5, con nitrógeno y fósforo 12,4 y con nitrógeno, fósforo y potasio 16,2 toneladas por hectárea.

Jenny, H., J. Vlamis y W. E. Martin (20) realizaron ensayos para estudiar la fertilidad de los suelos de California, utilizando como planta indicadora la lechuga y como fertilizantes distintas mezclas de nitrógeno, fósforo y potasio, observando que los mayores rendimientos se obtenían en los suelos en que se había incorporado la mezcla completa.

Glover, J. (16) en ensayos realizados con maíz demostró que si todos los nutrientes son suplidos en adecuadas cantidades, no se observan en general síntomas de deficiencia, salvo en el caso del fósforo y nitrógeno, ya que éstos afectan el tamaño y producción. En un

ensayo posterior el mismo autor comprobó que el consumo de estos dos elementos aumenta a medida que la planta crece; luego el consumo de nitrógeno disminuye durante la madurez del grano, descendiendo rápidamente antes de la cosecha; en cambio el consumo de fósforo mantiene su nivel elevado.

Barbier, George, y Mme Michel Lesaint (1) en ensayos realizados con plantas de tomate, establecen por el análisis de la planta, que el fósforo radioactivo incorporado con el fertilizante tenía la misma probabilidad de ser tomado por la planta como por los otros iones incorporados con el fertilizante.

Gausman, H. W. y W. R. Cowley (14) en ensayos realizados con plantas de algodón incorporando al suelo nitrato de amonio, comprobaron que el mismo provocaba la defoliación de la planta, sin explicar la naturaleza de la reacción.

Howard, J. Ellison y Walter C. Jacob (19) realizaron ensayos de fertilidad permanente en suelos limo-arenosos ricos en fósforo y potasio, a los efectos de estudiar las necesidades en fertilizante de seis variedades de papa. Para tal fin utilizaron distintas mezclas de nitrógeno, fósforo y potasio con y sin irrigación. Observaron que la producción aumentaba con el agregado de nitrógeno y que el mismo era más efectivo con irrigación que sin ella; con el agregado de fósforo y potasio se observaba poca variante.

Prince, Allan B. (24) en ensayos realizados con maíz demostró que existe una relación directa entre la cantidad de nitrógeno incorporada al suelo y el contenido de proteínas (zeína y leucina en el grano). Las aplicaciones de nitrógeno tienden a disminuir la cantidad total de isoleucina, notándose poco cambio en el contenido de triptofano.

III. MATERIAL UTILIZADO

Los ensayos fueron realizados sobre cinco muestras de suelo, provenientes cuatro de ellas del campo didáctico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Eva Perón, destinado al cultivo de lino oleaginoso y trigo, y la restante de las proximidades del camino que une Mar del Plata con Balcarce entre los kilómetros 6 y 7. Los pH de estos suelos oscilan entre 5,7 y 8,2.

Como planta testigo se utilizó la lechuga romana (*Lactuca sativa*), cuyo almácigo fué sembrado el 11 de agosto de 1954 y efectuado el trasplante en macetas a los 30 días, es decir, el 10 de setiembre de

1954, procediéndose a la cosecha para efectuar las determinaciones correspondientes el 15 de octubre de 1954, es decir, a los 35 días de efectuado el trasplante.

Tanto el almácigo como la plantación de lechugas fué conducida en invernáculos, practicándosele dos riegos semanales.

IV. MÉTODOS DE EXPERIMENTACIÓN

Como medida previa se consideró conveniente realizar la determinación de pH y de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio que contenían los suelos a ensayar, ya que estos son los elementos que se agregarán como fertilizantes, para ello se siguió la técnica aconsejada por Tamés Alarcón, D. Cayetano (27).

Una vez efectuado el análisis de referencia se procedió al trasplante de la lechuga en macetas de 15 cm de diámetro superior, cubiertas interior y exteriormente con dos capas de pintura asfáltica negra, más una mano de pintura de aluminio en la parte exterior.

Para cada muestra se llenaron 15 macetas con 1600 gr de suelo seco, a las cuales se agregaron varias combinaciones nutrientes a base de nitrógeno, fósforo y potasio, en total cinco tratamientos repetidos tres veces. Uno de los tratamientos es el testigo, es decir, la prueba sin nutrientes y en las restantes pruebas se aplicaron las distintas mezclas aconsejadas por Jenny, H., Vlamis, J. and Martin, W. E. (29) en su trabajo titulado *Green-House Assay of fertility of California soils*.

Los nutrientes se agregaron en unidades de 80 mg por maceta, lo cual corresponde a 37.300 gramos por cada 4.040 metros cuadrados.

Los números siguientes a los símbolos de los nutrientes indican el número de unidades usadas en cada tratamiento.

El tratamiento total standard es $N_2P_3K_1$ (2 unidades de nitrógeno, $2 \times 80 \text{ mg} = 160 \text{ mg}$ 3 de fósforo, $3 \times 80 \text{ mg} = 240 \text{ mg}$ y 1 de potasio, $1 \times 80 \text{ mg} = 80 \text{ mg}$).

El nitrógeno se agregó bajo la forma de nitrato de amonio, el fósforo como fosfato monocálcico y el potásico como sulfato de potasio.

Las combinaciones de nutrientes agregados al suelo son las siguientes: $N_2P_3K_1$, $N_2P_3K_0$, $N_2P_0K_1$, $N_0P_3K_1$, $N_0P_0K_0$.

Después del período de 5 semanas las plantas son cosechadas secadas a 70°C y pesadas, los resultados obtenidos están indicados en los cuadros II, III, IV, V y VI y en las figuras 1, 2, 3, 4 y 5.

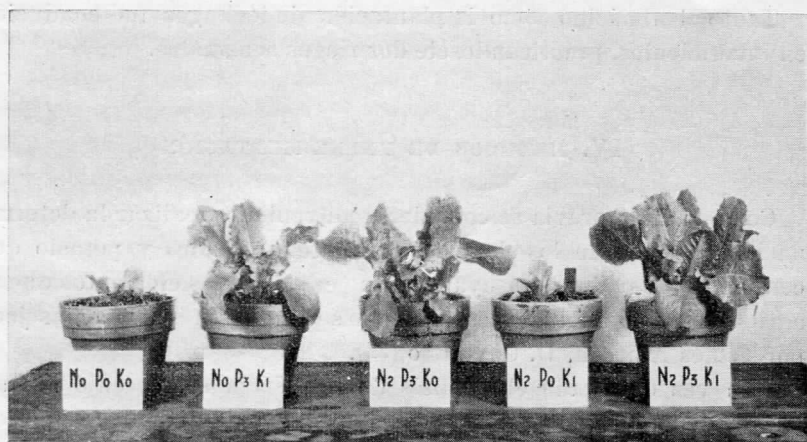


Fig. 1. — Ensayo con lechuga en un suelo de $pH_{5.7}$, mostrando fuerte deficiencia de fósforo y leve deficiencia de nitrógeno

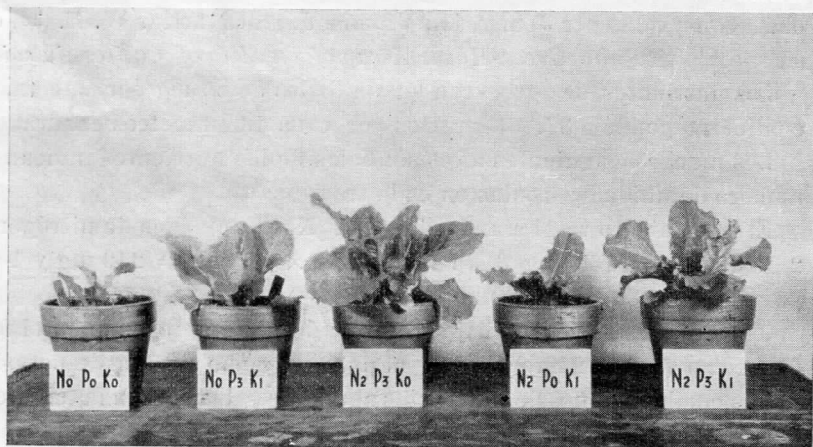


Fig. 2. — Ensayo con lechuga en un suelo de $pH_{6.4}$, mostrando fuerte deficiencia de fósforo y leve deficiencia en nitrógeno y potasio

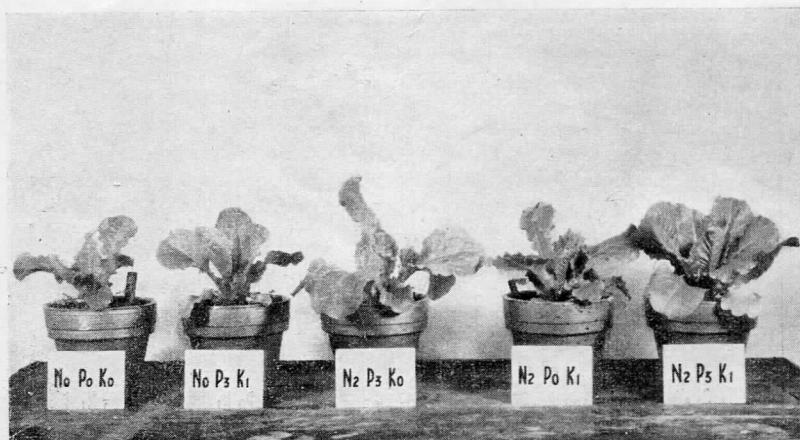


Fig. 3. — Ensayo con lechuga en un suelo de pH 7, mostrando deficiencia en los tres elementos nitrógeno, fósforo y potasio

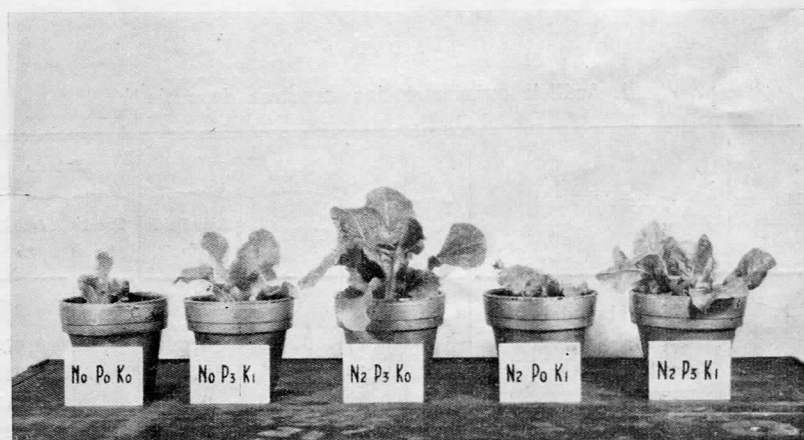


Fig. 4. — Ensayo con lechuga en un suelo de pH 7,1, mostrando fuerte deficiencia en fósforo y nitrógeno y leve deficiencia en potasio



Fig. 5. — Ensayo con lechuga en un suelo de pH 8,2, mostrando una fuerte deficiencia en fósforo y leve deficiencia en nitrógeno y potasio

V. DATOS

1. Análisis químico de las muestras de suelo

Muestra	Procedencia	pH	N %	Fósforo		Potasio	
				Total %	Asimilable %	Total %	Asimilable %
1....	Camino Mar del Plata Balcarce, Km 6-7	5,7	0,41	0,16	0,02	0,62	0,075
2....	Facultad de Agronomía	6,4	0,19	0,09	0,03	0,25	0,024
3....	» »	7,0	0,09	0,084	0,04	0,26	0,017
4....	» »	7,1	0,20	0,042	0,02	0,25	0,021
5....	» »	8,2	0,22	0,052	0,03	0,03	0,024

II. Análisis de la fertilidad del suelo de pH 5,7

Nutrientes	Peso de cada planta seca a 70°C	Peso promedio	Producción relativa %
$N_0P_0K_0$	0,212-0,282-0,370	0,288	8
$N_2P_3K_1$	3,777-3,580-3,790	3,716	100
$N_0P_3K_1$	1,442-1,742-1,712	1,632	44
$N_2P_0K_1$	0,306-0,230-0,231	0,256	7
$N_2P_3K_0$	2,356-2,574-2,842	2,591	70

III. Análisis de la fertilidad del suelo de pH 6,4

Nutrientes	Peso de cada planta seca a 70°C	Peso promedio	Producción relativa %
$N_0P_0K_0$	0,370-0,400-0,360	0,377	8
$N_2P_3K_1$	4,019-4,880-4,972	4,624	100
$N_0P_3K_1$	2,842-3,102-3,117	3,020	65
$N_2P_0K_1$	0,624-0,584-0,603	0,604	19
$N_2P_3K_0$	3,111-3,108-3,074	3,098	67

IV. Análisis de la fertilidad del suelo de pH 7

Nutrientes	Peso de cada planta seca a 70°C	Peso promedio	Producción relativa %
$N_0P_0K_0$	0,911-0,952-0,937	0,933	34
$N_2P_3K_1$	2,646-3,002-2,742	2,797	100
$N_0P_3K_1$	2,118-2,120-1,701	1,980	71
$N_2P_0K_1$	1,982-1,962-1,490	1,811	64
$N_2P_3K_0$	2,147-2,925-1,892	2,321	83

V. Análisis de la fertilidad del suelo de pH 7,1

Nutrientes	Peso de cada planta seca a 70°C	Peso promedio	Producción relativa %
$N_0P_0K_0$	0,700-0,583-0,650	0,644	20
$N_2P_3K_1$	3,040-3,064-3,481	3,195	100
$N_0P_3K_1$	1,123-1,262-1,500	1,295	41
$N_2P_0K_1$	0,660-0,681-0,701	0,681	21
$N_2P_3K_0$	3,031-3,006-3,152	3,063	96

VI. Análisis de la fertilidad del suelo de pH 8,2

Nutrientes	Peso de cada planta seca a 70°C	Peso promedio	Producción relativa %
$N_0P_0K_0$	0,290-0,370-0,248	0,302	12
$N_2P_3K_1$	2,462-2,490-2,620	2,524	100
$N_0P_3K_1$	1,420-1,527-1,560	1,502	60
$N_2P_0K_1$	0,692-0,659-0,615	0,655	26
$N_2P_3K_0$	2,043-1,737-2,020	1,933	76

VI. DISCUSIÓN

Con cinco muestras de suelo de pH 5,7-6,4-7-7,1-8,2, proveniente la primera del kilómetro 6-7 del camino que une las ciudades de Mar del Plata y Balcarce y las cuatro restantes del campo didáctico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Eva Perón, se ha realizado el presente ensayo de fertilidad, utilizando como planta testigo lechuga romana (*Lactuca sativa*).

De acuerdo con los datos obtenidos en el análisis químico realizado, se trata en general de suelos pobres en los elementos fertilizantes: nitrógeno, fósforo y potasio, especialmente en lo que se refiere a las muestras extraídas del campo didáctico de la Facultad, lo que es corroborado con los resultados obtenidos en las pruebas testigo.

Para cada muestra de suelo se han realizado por triplicado, cinco ensayos con distintas mezclas fertilizantes, a saber: $N_2P_3K_1$, $N_0P_3K_1$, $N_2P_0K_1$, $N_2P_3K_0$ y $N_0P_0K_0$, cuyos resultados están expresados en los cuadros II, III, IV, V y VI y en las figuras 1, 2, 3, 4 y 5.

Los datos obtenidos nos muestran que los mejores resultados se obtienen, en general, con las mezclas $N_2P_3K_1$, $N_2P_3K_0$ y $N_0P_3K_1$, respectivamente, existiendo poca diferencia entre el testigo y el tratamiento con la mezcla $N_2P_0K_1$, lo que nos prueba que el elemento que se encuentra en mayor deficiencia es el fósforo, lo que queda demostrado por el hecho de que en las mezclas donde se incorpora este elemento es donde se obtienen los pesos más altos. Asimismo, se puede observar que la máxima absorción del fósforo incorporado en las mezclas fertilizantes se produce, en general, en los suelos ácidos, lo que viene a ratificar el concepto de Carleton Ellis and Swaney, M. W. (12), en el sentido de que el pH más favorable para la mayoría de las plantas oscila entre 6,2 a 7,2.

Se ha considerado conveniente, de acuerdo a lo indicado por Jenny, H. J. Vlamis and Martin, W. E. (19) expresar el peso seco de las plantas de lechuga como producción relativa. Para ello se divide el resultado del tratamiento total ($N_2P_3K_1$) por los tratamientos parciales y se multiplica por 100, valor que se considera bastante constante.

Este rendimiento relativo es una medida del poder de los suelos para suplir un elemento nutritivo dado, ya que a medida que el mismo aumenta, mayor es la cantidad de elemento suplido en el suelo.

En un sentido general y desde el punto de vista cualitativo este método es análogo al de E. A. Mitscherlich (23) y ha sido ensayado por Vandecaveye, S. C. (32) y por Bingham, F. F. (4).

Conclusiones. — 1. De acuerdo a los resultados obtenidos los suelos estudiados son, en general, deficientes en elementos fertilizantes especialmente fósforo.

2. Los ensayos efectuados nos demuestran que los mejores resultados se obtienen con las mezclas $N_2P_3K_1$, $N_2P_3K_0$, $N_0P_3K_1$, respectivamente, existiendo en general poca diferencia entre el testigo y la mezcla $N_2P_0K_1$.

3. Se observa la marcada influencia que ejerce el pH en la asimilación del fósforo.

Conclusions. — 1. According to my results, the soils studied are, in general, deficient in fertilizing elements, especially phosphorus.

2. The tests made show that best results are obtained with the following mixtures $N_2P_3K_1$, $N_2P_3K_0$, $N_0P_3K_1$. Little difference exists between the control and the mixture $N_2P_0K_1$.

3. The marked influence of the pH on the assimilation of phosphorus is observed.

BIBLIOGRAFIA

1. BARBIER, GEORGES AND MME MICHEL LESAIN. 1954. *Definition by means of isotopes of the asimilable phosphoric acid of the soil and of fertilizer.* — *Compt. rend.* 238, 1532-4.
2. BATJER, L. P. 1940. *Effects of varicus amounts of nitrogen. potassium and phosphorus on growth and assimilation in young apple trees.* — *Jour. Agr. Res.* 60 : 101-116.
3. BEAR, FERMAN E. 1941. *Testing soils for deficiencias.* — *N. J. Agr. Exp. Sta. Bull.* 417.
4. BINGHAM, F. T. 1949. *Soil test for phosphate.* — *California Agriculture* 3 : 11, 14.
5. BLAIR, A. W. 1938. *Fertilizer materials and mixed fertilizers* — *N. J. Agr. Exp. Sta. Bull.* 651.

6. BLAKE, N. A., G. T. NIGHTINGALE AND O. W. DAVIDSON. 1937. *Nutrition of apple trees.* — *N. J. Agr. Exp. Sta. Bull.* 626.
7. BOOCK, O. J., J. A. KUPPER AND J. MOREIRA SALES. 1951. *Mineral fertilization (of soil) for Irish potato (Solanum tuberosum). Influence of elements N, P. and K in soils of the Paraíba Valley rich in organic matter.* — *Bragantia* 11 : 211-22.
8. BROWN, H. B. 1946. *A study of the effect of fertilizers on various characters of the cotton plants.* — *Louisiana Sta. Univ. Bull.* 406.
9. CAMP, A. F., H. D. CHAPMAN, GEORGE M. BAHRT AND E. R. PARKER. 1941. *Symptoms of Citrus malnutrition. Hunger signs in crop.* — *A Symposium the American Society of Agronomy and the National Fertilizers Association.* Washington.
10. COOPER, H. P. 1941. *Plant nutrient deficiency symptoms in cotton. Hunger signs in crop.* — *A Symposium the American Society of Agronomy and the National Fertilizers Association.* Washington.
11. DAVIDSON, O. W. 1941. *Nutrient deficiency symptoms in deciduous fruits. Hunger signs in crops.* — *A symposium the American Society of Agronomy and the National Fertilizers Association.* Washington.
12. DE TURK, E. E. 1941. *Plant nutrient deficiency symptoms in legumes. Hunger signs in crops.* — *A symposium the American Society of Agronomy and the National Fertilizers Association.* Washington.
13. ELLIS, CARLENTON AND M. W. SWANEY. 1947. *Soilles growth of plants.* Second edition.
14. GAUSMAN, H. W. AND W. R. COWLEY. 1954. *Effect of amonium nitrate on the defoliation of inmature cotton leaves.* — *Agron. J.* 46, 140.
15. GIEGER, MARVIN. 1941. *The effect of fertization and cultural pratices on the oil and ammonia content of cottonseed grown on Yazoo Mississipi Delta soils.* — *Jour. Agr. Research.* 63, 1 : 49-54.
16. GLOVER, J. 1953. *The nutrition of maize in sand culture. I. The balance of nutrition with particular reference to the level of supply of nitrogen and phosphorus. II. The uptake of nitrogen and phosphorus and its relevance to plant analysis.* — *J. Agr. Sci.* 43, 154-9.
17. HOFFER, GEORGE N. 1941. *Deficiency symptoms of corn and small grains. Hunger signs in crops.* — *A symposium the American Society of Agronomy and the National Fertilizers Association.* Washington.
18. HOWARD, ELLISON J. AND WALTER C. JACOB. 1954. *The influence of irrigation on the nitrogen, phosphorus and potash requirements of six potato varieties.* — *Am. Potato J.* 31, 141-51.
19. JACOB, A. 1950. *The fertilizing action of the secondary constituents of crude calcium salts* — *Deut Landwirtsch.* 1, 90-3.
20. JENNY, H. J. VLAMIS AND W. E. MARTIN. 1950. *Greenhouse assay of fertility of California soils.* — *Hilgardia.* 20, 1.
21. JONES, H. A. AND B. E. BROWN. 1950. *Plant nutrient deficiency symptoms in the potato. Hunger signs crops.* — *A symposium the American Society of Agronomy and the National Fertilizers Association.* Washington.
22. McMURTREY, J. E. JR. 1937. *Cross transfer of mineral nutrients in the tobacco plant.* — *Jour. Agr. Res.* 55 : 475-482.

23. MITSCHERLICH, E. A. 1930. *Die bestimmung des düngbedürfnisses des bodens.* 119 p. P. Parey, Berlin.
24. PRINCE, ALLAN B. 1954. *Effect of nitrogen fertilization plant spacing, and variety of the protein composition of corn.* — *Agron. J.* 46, 185-6.
25. SKINNER, J. J. 1941. *Plant-nutrient deficiency symptoms in cotton. Hunger signs in crops.* — *A symposium the American Society of Agronomy and the National Fertilizers Association.* Washington.
26. SPRAGUE, HOWARD B. AND ARTHUR HAWKINS. 1938. *Increasing the protein content of timothy, without sacrificing yield, by delayed applications of nitrogenous fertilizers.* — *N. J. Agr. Exp. Sta. Bull.* 644.
27. TAMÉS ALARCÓN, D. GAYETANO. 1945. *Métodos físicos y químicos de laboratorio para el estudio de las tierras de cultivos.* Madrid.
28. THOMAS, WALTER AND MACK, W. B. 1939. *The foliar diagnosis of zea mays subjected to differential fertilizer treatment.* — *Jour Agr. Res.* 58: 477-491.
29. THOMAS, WALTER AND MACK, W. B. 1940. *Foliar diagnosis of differentially fertilized greenhouse tomatoes with and without manure.* — *Jour. Agr. Res.* 60: 811-832.
30. TIEDJENS, V. A. AND L. G. SCHERMERHORN. 1942. *Growing vegetables with fertilizer in water* — *N. J. Agr. Exp. Sta. Bull.* 694.
31. VANDECAVEYE, S. C. AND G. O. BAKER. 1944. *Chemical composition of certain forage crops as affected by fertilizers and soil types.* — *Jour. Agr. Res.* 68: 191-220.
32. VANDECAVEYE, S. C. 1948. *Biological methods of determining nutrients in soil.* p. 199-230. In.: BEAR, F. E., et al. *Diagnostic techniques for soils and crops.* XXII-308 p. The American Potash Institute, Washington, D. C.