

## FERTILIZANTES FOSFORADOS, MOVILIDAD Y RELACION CON LAS FORMAS DE FOSFORO DEL SUELO \*

Marta Conti, G. Maccarini, Susana Pena, Mirta González - Cátedra de Edafología - Facultad de Agronomía -  
U.B.A. Av. San Martín 4453 - (1417) Buenos Aires

### RESUMEN

Se analizó la acción de fertilizantes fosforados (Superfosfato triple, Fosfato diamónico y Escorias Thomas), determinado parte de sus transformaciones en los suelos. El seguimiento se realizó a través del valor de fósforo disponible, fraccionamiento químico y su relación con la absorción vegetal en plantas de tomate.

Se encontró que la incorporación de estos fertilizantes, producen aumento en algunas fracciones de este elemento.

En el suelo mejor provisto de fósforo, se presentó la mayor producción de Materia Seca, mayor absorción de este elemento por el vegetal y la menor proporción de residuos de fósforo de los fertilizantes, obteniéndose el resultado inverso en los suelos con menor provisión del elemento estudiado.

Palabras clave. fertilización fosfatada, superfosfato triple, fosfato diamónico, escorias Thomas.

### PHOSPHORUS FERTILIZERS, THEIR MOBILITY AND RELATIONSHIP WITH FORMS OF SOIL PHOSPHORUS

#### ABSTRACT

The action of phosphorus fertilizers (triple superphosphate, diammonium phosphate, Escorias Thomas) is analyzed, determining part of their transformations in soils, using the values of available phosphorus, chemical fractionation and the relationship with absorption of tomatoe plants (*licopersicum esculentum*).

The application of fertilizers increases some fractions of inorganic soil phosphorus.

Greater dry matter production and phosphorus absorption and lower proportion of residues of phosphorus were obtained in the soil letter supplied with phosphorus, and on the contrary in soils with less available phosphorus.

Key Words: phosphorus fertilizers, triple superphosphate, diammonium phosphate, Escorias Thomas.

### INTRODUCCION

El nivel de fósforo de los suelos argentinos ha merecido la atención de muchos investigadores (Conti, M. et al., 1976; Darwich, N., 1980; Mizuno, I. et al., 1980; Mizuno, I., 1981).

Es bien conocido que en las áreas donde se han detectado deficiencias de este elemento, el aumento de los rendimientos está unido al uso eficiente de los fertilizantes minerales (Berardo et al., 1980). La estrategia de su manejo está intimamente relacionada a la información sobre la naturaleza química de sus com-

\* Trabajo presentado en el X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo - Mar del Plata - 1983.

ponentes, las variaciones de éstos luego de su aplicación, el valor de los residuos que dejan y las tendencias de fijación de fósforo de los suelos.

En este trabajo se analiza la acción de algunos fertilizantes fosforados en uso en el país, determinando parte de sus transformaciones en los suelos. El seguimiento se realiza a través del valor de fósforo disponible, fraccionamiento químico y su relación con la absorción vegetal y el desarrollo de plantas de tomate.

## MATERIALES Y METODOS

### Metodología de Invernáculo

Se trabajó en invernáculo con horizontes sup. de 3 suelos cuyas características figuran en las Tablas 1 y 2.

Los mismos fueron tamizados por malla de 4 mm, fraccionados en maceta de polietileno, sin drenaje externo, que fueron mantenidos entre el 70 y 100% de su CC.

Se realizaron 3 tratamientos:

- a) Testigo - T
- b) Fosfato diamónico (18-46-0) - PDA
- c) Superfosfato triple (0-46-0) - SPT
- d) Escorias Thomas (0-20-0) - ET

Para la fertilización, se procedió a un primer humedecimiento del suelo, aplicación del fertilizante y agregado de agua hasta alcanzar la capacidad de campo de cada uno de los suelos.

Para la aplicación del PDA y SPT, se efectuó una fuerte agitación durante una hora, con 25 ml de agua y con ET, debido a su finura, se logró una suspensión, que se distribuyó en forma homogénea.

La dosis empleada, en todos los casos, fue de 100 kg P<sub>2</sub> O<sub>5</sub>/ha.

La planta índice utilizada fue tomate (*Lycopersicon esculentum* var *platense*) debido a sus ventajas en este tipo de ensayos (Hewitt, 1966; Martini, 1968).

La siembra se realizó una semana después de la fertilización, y cuando las plántulas alcanzaron los 6-7 cm de altura, se realizó un raleo dejando sólo 6 por maceta.

A los 30 días de la siembra se realizó el primer muestreo para la determinación de P asimilable, y 15 días después la cosecha de material vegetal y segundo muestreo, repitiendo el P asimilable y fraccionando los fosfatos inorgánicos.

### Métodos de laboratorio

Los métodos utilizados para las distintas determinaciones fueron: Carbono total: se empleó el método de Walkley Black, modificado por Richter, Massen y Mizuno (1973); N total: se llevó a cabo de acuerdo con el método descrito por Conti, Richter, Giuffré (1976); pH: se empleó el método potenciométrico, con una relación suelo-agua (o suelo-ClK, según se trate el pH actual o potencial) de 1: 2,5; Cationes de cambio: se efectuó el desplazamiento con acetato de amonio 1 N a pH 7, Richter et al (1982). Las determinaciones de calcio y magnesio, se efectuaron con un espectrofotómetro de absorción atómica, y las de sodio y potasio con fotómetro de llama; P asimilable: se utilizó el método de Bray y Kurtz N° 1; Fraccionamiento de fosfatos inorgánicos, según el método de Chang y Jackson, modificado por Williams y colaboradores (1971); P total: por ataque con ácido perclórico y colorimetría con sulfomolibdico; P en planta: por digestión con una mezcla de ácidos: nítrico, perclórico y sulfúrico, y colorimetría con sulfomolibdico; Humedad equivalente: utilizado el método de la gota, descrito por Mizuno, Arrigo y Svartz (1978); Textura: se realizó al tacto.

### Diseño experimental y Metodología estadística

Se trabajó en los suelos antes mencionados con 4 tratamientos y 4 repeticiones, la distribución fue al azar.

El diseño elegido ha sido un DCA (diseño completamente aleatorizado) para cada uno de los suelos. A

TABLA 1: Características de los suelos.

| Localidad         | Provincia    | Clasificación según Soil Taxonomy | Uso           |
|-------------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
| Azul              | Buenos Aires | Argiudol Típico                   | Agricultura   |
| Capilla del Señor | Buenos Aires | Argiudol Típico                   | Campo Natural |
| Guaiguaychú       | Entre Ríos   | Peluderts Típico                  | Pradera       |

TABLA 2: Características químicas y físicas.

| TABLA 2: Características químicas y físicas. |         |         |                  |            |               |                  |              |     |                                     |                                     |      |      |          |       |
|----------------------------------------------|---------|---------|------------------|------------|---------------|------------------|--------------|-----|-------------------------------------|-------------------------------------|------|------|----------|-------|
| Suelo                                        | Ct<br>% | Nt<br>% | M.O.<br>C/N<br>% | pH<br>agua | 1: 2,5<br>CIK | P (B y K)<br>ppm | Ptot.<br>ppm | CIC | Ca<br>c molc kg <sup>-1</sup> suelo | Mg<br>c molc kg <sup>-1</sup> suelo | Na   | K    | Heq<br>% |       |
| Azul                                         | 3,41    | 0,315   | 10,8             | 6,82       | 6,0           | 5,1              | 10           | 575 | 25,2                                | 18,25                               | 2,41 | 0,76 | 0,40     | 30,06 |
| Capilla del Señor                            | 2,22    | 0,215   | 10,3             | 4,44       | 5,5           | 4,7              | 4            | 298 | 17,8                                | 11,25                               | 2,33 | 0,75 | 0,40     | 23,16 |
| Guauguaychú                                  | 2,31    | 0,245   | 9,5              | 4,62       | 5,9           | 4,9              | 8            | 312 | 17,4                                | 11,75                               | 2,33 | 0,91 | 0,36     | 23,74 |

los ANVA que resultaron significativos se les hizo su correspondiente test Tuckey; y se realizaron las correlaciones lineales de todas las combinaciones posibles.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Caracterización del fósforo de los suelos estudiados

Previo al ensayo, se realizó el fraccionamiento de fosfatos inorgánicos para los tres suelos en estudio.

Los resultados pueden observarse en la Figura 1.

Para comentar los resultados del fraccionamiento utilizaremos el criterio usado por Conti, M. E. et al., (1979) que consideran como fosfatos activos (P-act.) a la suma de las fracciones solubles en cloruro de amonio (P-S) y fosfatos aparentemente unidos al aluminio (P-Al), hierro (P-Fe) y calcio (P-Ca); estimado que los fosfatos unidos a reductores (P-red) y ocluidos (P-ocl) son de baja actividad, especialmente en lo que hace a su disponibilidad para las plantas.

En los tres suelos estudiados hay un predominio de fosfatos de baja actividad siendo los fosfatos activos el 40,3% en Capilla del Señor y solo 28,4 y 28,3% en Azul y Guauguaychú respectivamente.

En forma absoluta el contenido de fosfatos inorgánicos y P-act. toma los mayores valores en Azul, seguido por Guauguaychú y luego Capilla del Señor. En los dos primeros, el P-red. y P-Fe han sido las formas predominantes; mientras que en el último P-ocl., P-Fe y P-red. en similares cantidades tienen la mayor proporción de los fosfatos.

La fracción P-S apareció en Azul, no encontrándose en los otros dos suelos. En todos los casos las cantidades de P-Ca y P-Al fueron muy pequeñas.

Las diferencias cuantitativas de cada una de las fracciones de los tres suelos, muestran que en el P-Fe estos son importantes en valores absolutos, pero eso porcentualmente se diluye. P-red. desde el punto de vista cuantitativo también presentó diferencias entre

los tres suelos; sin embargo los porcentuales fueron bastante similares entre Azul y Guauguaychú. En el P-ocl. las variaciones fueron importantes tanto absoluta como porcentuales en todos los suelos.

### Variaciones producidas en las diferentes formas del fósforo después del ensayo de invernáculo.

Los datos obtenidos se encuentran resumidos en las Tablas 3, 4 y Figuras 2, 3 y 4.

Lo primero que surge del análisis, es la diferencia en las distintas formas del fósforo entre el dato inicial y el obtenido al finalizar el ensayo de invernáculo (Tabla 3). En general, en los tres suelos, la extracción producida por las plantas muestran esa diferencia en los P-inorg. y los P-act, siendo el principal responsable de esto el P-Fe en Azul y P-red. en Guauguaychú y Capilla del Señor.

La incorporación de los fertilizantes produce aumentos en las distintas fracciones de P de los suelos.

El análisis estadístico realizado sobre los datos del ensayo (Tabla 4), muestra que existen diferencias significativas entre todas las macetas testigos y las fertilizadas. Esto se presenta en el P-extrac. por Bray y Kurtz del primer muestreo y en los P-act. del fraccionamiento.

Las Figuras 5, 6 y 7 presentan las formas del fósforo residual, producido por cada uno de los fertilizantes usados. Esto se obtiene por diferencia entre el valor de cada fracción de fósforo en el suelo fertilizado y el testigo. En ellos se ve que los mayores incrementos cuantitativos y porcentuales se producen en Capilla del Señor, luego Guauguaychú y los menores en Azul. Esto invierte totalmente el ordenamiento presentado en la caracterización de los suelos; es decir los suelos de mayor cantidad de fósforo inorgánico son los que retienen menor cantidad de fracciones residuales proveniente de la fertilización.

La acción de los fertilizantes agregados tiene su manifestación general en el aumento del P-Fe y P-Al, presentando particularidades en las otras formas de

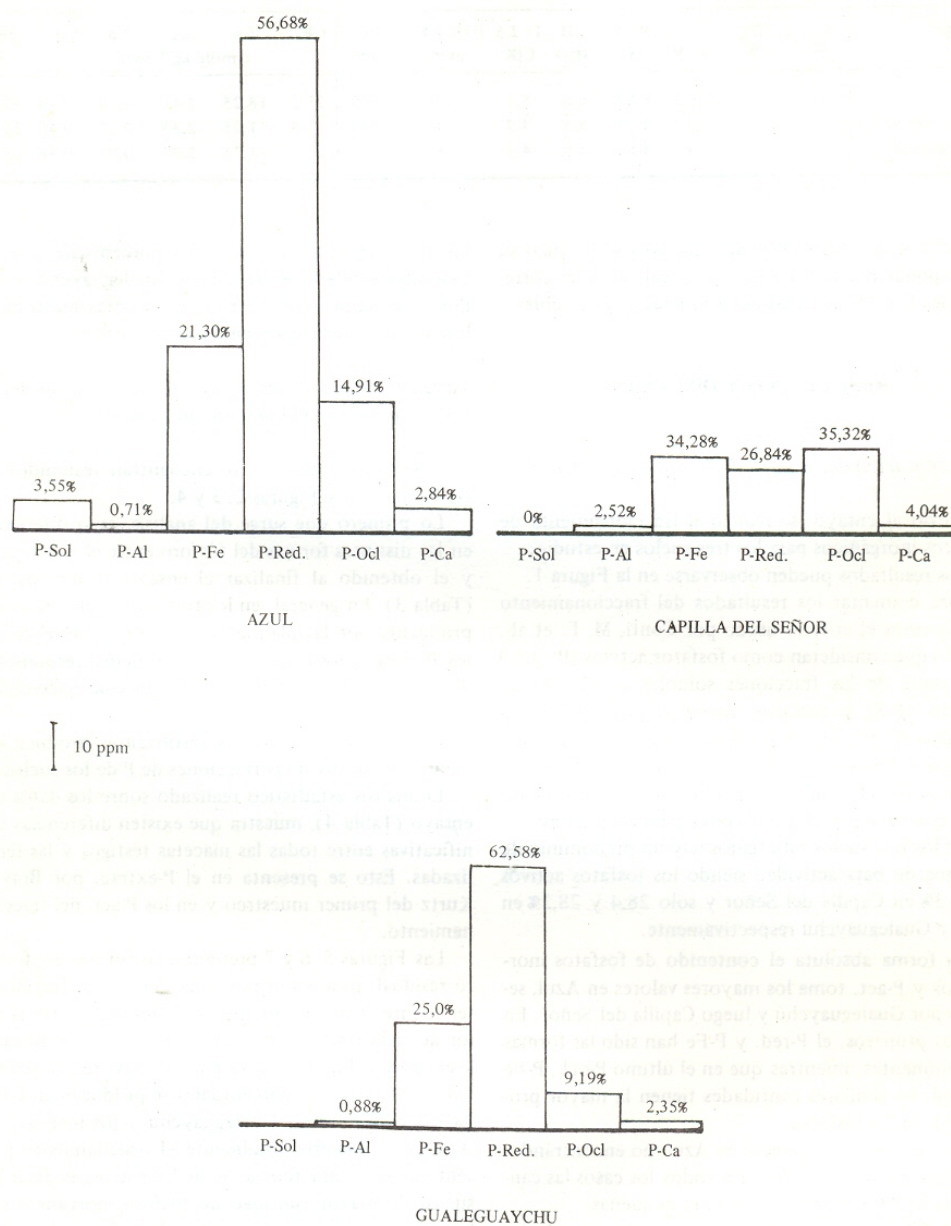


Figura 1: Fraccionamiento inicial de fosfatos inorgánicos.

TABLA 3: Resultado del fraccionamiento de P-inorgánico.

| Suelos            | Tratamiento | P-soluble | P-Al | P-Fe  | P-reductores | P-ocluido | P-Ca | P-inorgánico | P-activo |
|-------------------|-------------|-----------|------|-------|--------------|-----------|------|--------------|----------|
| Azul              | Inicial     | 6,25      | 1,25 | 37,5  | 99,77        | 26,25     | 5,00 | 176,02       | 50,00    |
|                   | T           | 6,25      | 1,47 | 26,09 | 99,75        | 28,36     | 7,37 | 169,29       | 41,19    |
|                   | PDA         | 8,90      | 0,84 | 46,56 | 106,40       | 22,58     | 6,87 | 192,52       | 63,53    |
|                   | SPT         | 11,88     | 2,44 | 45,00 | 102,42       | 29,87     | 7,87 | 199,48       | 67,19    |
|                   | ET          | 9,38      | 3,59 | 31,56 | 105,21       | 33,91     | 7,25 | 190,61       | 51,78    |
| Capilla del Señor | Inicial     | —         | 1,25 | 15,50 | 13,30        | 17,50     | 2,00 | 46,55        | 18,75    |
|                   | T           | —         | 0,59 | 14,56 | 6,65         | 15,16     | 3,00 | 39,97        | 18,16    |
|                   | PDA         | —         | 1,38 | 51,41 | 9,56         | 14,85     | 3,37 | 80,57        | 56,16    |
|                   | SPT         | —         | 1,56 | 60,31 | 7,48         | 18,97     | 3,12 | 91,46        | 65,00    |
|                   | ET          | —         | 2,06 | 56,72 | 103          | 25,34     | 3,44 | 97,96        | 62,22    |
| Guauguaychú       | Inicial     | —         | 0,75 | 21,25 | 53,20        | 7,81      | 2,00 | 85,01        | 24,00    |
|                   | T           | —         | 0,75 | 20,16 | 43,23        | 5,08      | 2,06 | 71,28        | 22,97    |
|                   | PDA         | —         | 2,22 | 28,91 | 49,04        | 6,41      | 2,00 | 101,08       | 45,63    |
|                   | SPT         | —         | 3,13 | 45,62 | 47,38        | 7,97      | 1,50 | 105,60       | 50,25    |
|                   | ET          | —         | 2,50 | 43,59 | 59,02        | 8,13      | 2,75 | 115,99       | 48,85    |

Los valores están expresados en ppm y son promedio de cuatro repeticiones.

TABLA 4: Análisis de varianza (valores de F).

|               | Azul       | Capilla del Señor | Guauguaychú |
|---------------|------------|-------------------|-------------|
| B y K (1)     | 6,3740 **  | 4,7192 *          | 10,5389 **  |
| B y K (2)     | 4,3508 *   | 2,1904 o          | 15,8242 **  |
| P-soluble     | 5,8023 **  | —                 | —           |
| P-Al          | 15,0460 ** | 2,2879 o          | 5,7766 *    |
| P-Fe          | 4,7700 *   | 5,5322 *          | 5,4515 *    |
| P-reductores  | 0,5847 o   | 1,2464 o          | 1,7736 o    |
| P-ocluido     | 4,5490 *   | 8,00872 **        | 0,6476 o    |
| P-Ca          | 0,2842 o   | 0,0978 o          | 0,2651 o    |
| P-activos     | 5,0880 *   | 5,6772 *          | 6,7804 **   |
| P-inorgánicos | 2,8091 o   | 7,2925 **         | 10,7167 **  |
| Materia Seca  | 9,0830 **  | 94,7300 **        | 21,8672 **  |
| % P-planta    | 22,0300 ** | 38,1100 **        | 9,3034 **   |

o no significativo;

\* significativo al 5 %;

\*\* significativo al 1 %

acuerdo a la naturaleza del mismo y las características del suelo. De la comparación de ambas fracciones surge que si bien porcentualmente ambas tiene gran importancia, es el P-Fe, en los valores absolutos preponderante en todas las situaciones. También se marca claramente la falta de variaciones en el P-Ca y P-red.

Particularmente en Azul aparecen cantidades importantes de fósforo soluble.

Los valores de P-extrac. del segundo muestreo estarán representando la síntesis del fósforo asimilable re-

sidual, inducido por la fertilización. Se observan diferencias en este valor entre los testigos y tratamientos fertilizados en Azul y Guauguaychú (Tabla 4), no produciéndose lo mismo en Capilla del Señor. Siendo este el suelo con más aportes residuales de los fertilizantes, y en los que participa en mayor proporción la forma más activa del fósforo, (P-Fe y P-Al); parecería no poder compensar aún, con las cantidades agregadas en este ensayo, sus diferencias naturales.

#### Relación entre las formas de fósforo y el desarrollo vegetal

La Tabla 5 muestra el resultado de algunos parámetros en el vegetal y el agregado de fertilizantes. En todos los casos hay diferencias significativas entre los testigos y las plantas fertilizadas.

Al analizar la relación entre los fertilizantes y el % de fósforo en planta, se encuentra una tendencia a presentar las mayores cantidades de fósforo en los fertilizados con SPT, seguido de PDA y ET. Esto se reafirma al comparar los datos con el total de fósforo absorbido en cada maceta (materia seca producida por % de fósforo en planta). A pesar de eso, estadísticamente los valores son muy similares en todos los tratamientos, salvo en el caso de ET en Capilla del Señor cuyo comportamiento difiere muy significativamente del resto. Es decir, en ese suelo el fósforo total absorbido por las plantas en ET es menor que en SPT y PDA.

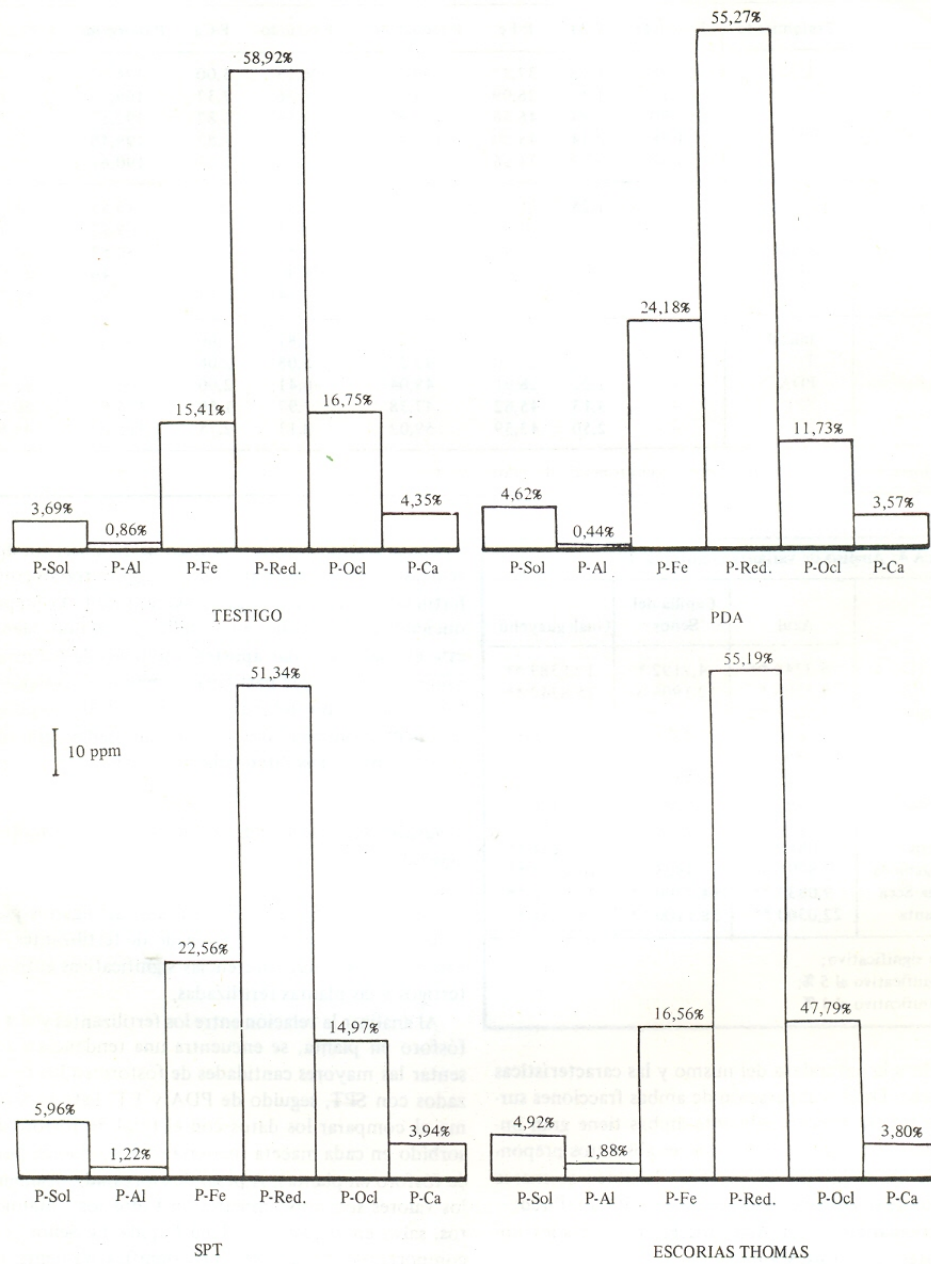


Figura 2: Fraccionamiento final de fósforo inorgánico en Azul.

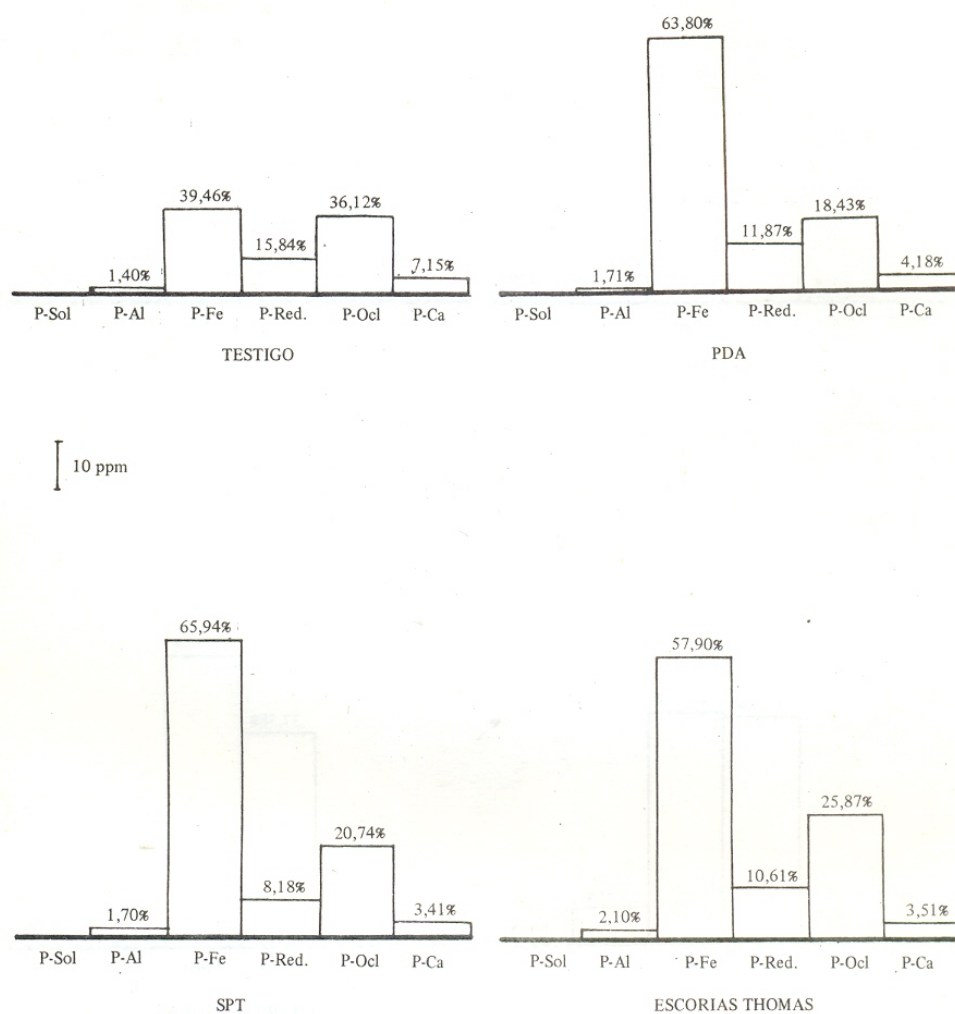
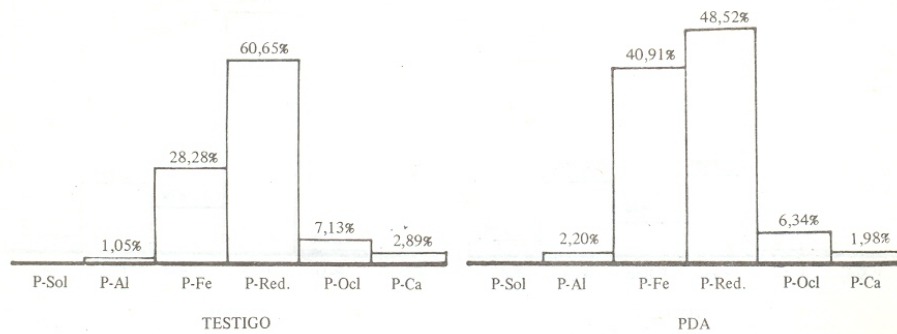


Figura 3: Fraccionamiento final de fósforo inorgánico en Capilla del Señor.



10 ppm

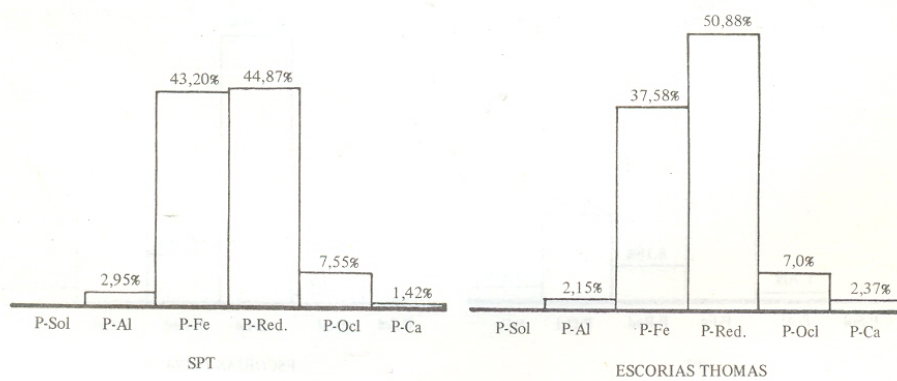


Figura 4: Fraccionamiento final de fósforo inorgánico en Gualeguaychú.

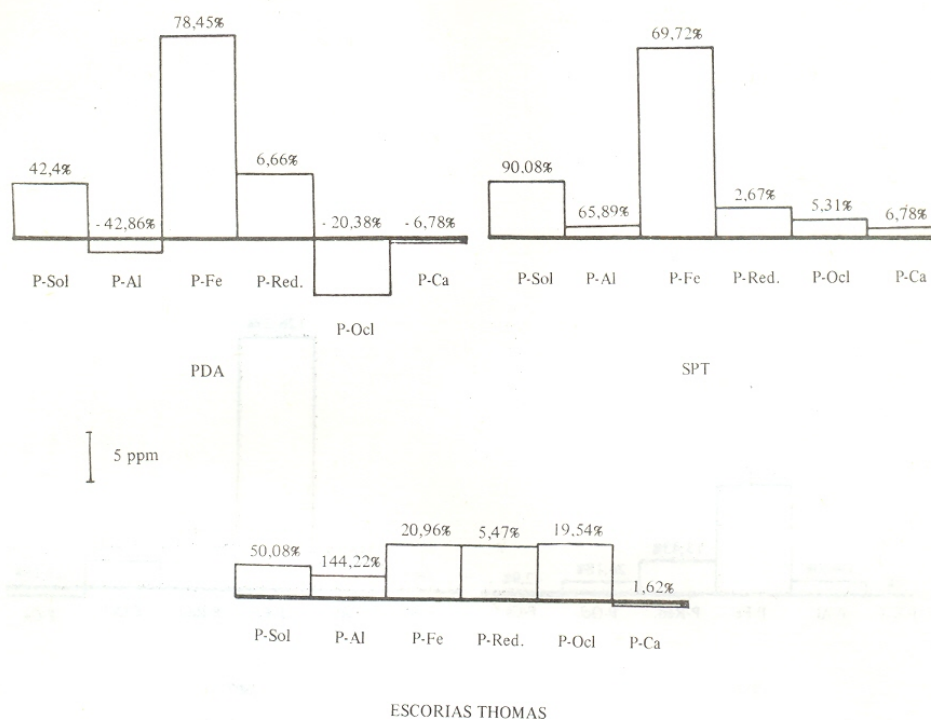


Figura 5: Diferencias de cada fracción de fósforo entre tratamientos y testigo para Azul.

| TABLA 5: Resultados del análisis del vegetal.     |             |                  |                 |                                     |
|---------------------------------------------------|-------------|------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Suelo                                             | Tratamiento | Materia Seca (g) | P en planta (%) | Total de P absorbido por maceta (g) |
| Azul                                              | T           | 3,41             | 0,15            | 0,51                                |
|                                                   | PDA         | 5,55             | 0,34            | 1,88                                |
|                                                   | SPT         | 4,57             | 0,46            | 2,10                                |
|                                                   | ET          | 4,95             | 0,38            | 1,88                                |
| Capilla del Señor                                 | T           | 0,29             | 0,15            | 0,04                                |
|                                                   | PDA         | 4,25             | 0,22            | 0,93                                |
|                                                   | SPT         | 3,39             | 0,30            | 1,01                                |
|                                                   | ET          | 2,84             | 0,20            | 0,56                                |
| Gualectuaychú                                     | T           | 1,70             | 0,15            | 0,25                                |
|                                                   | PDA         | 5,24             | 0,25            | 1,30                                |
|                                                   | SPT         | 4,35             | 0,29            | 1,26                                |
|                                                   | ET          | 3,99             | 0,23            | 0,91                                |
| Los valores son promedios de cuatro repeticiones. |             |                  |                 |                                     |

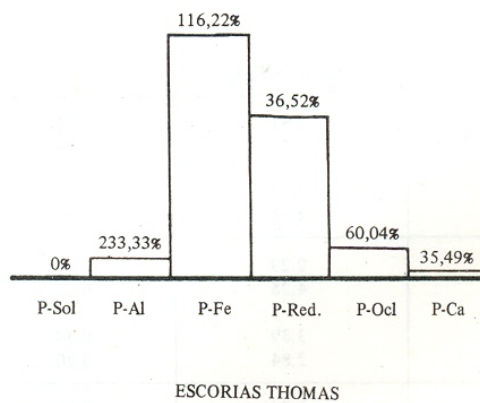
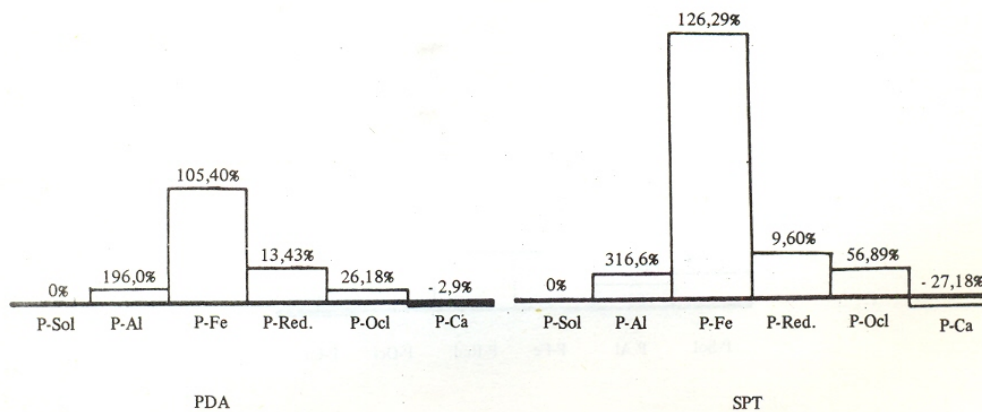


TABLA 6: Resumen del test de Tuckey para materia seca.

|                   |     | PDA     | SPT     | ET      |
|-------------------|-----|---------|---------|---------|
| Azul              | T   | 2,15 ** | 1,16 ** | 1,55 ** |
|                   | SPT | 0,99 ** | —       | 0,39 ** |
|                   | ET  | 0,60 ** | —       | —       |
| Capilla del Señor | T   | 3,97 ** | 3,11 ** | 2,56 ** |
|                   | SPT | 0,86 *  | —       | —       |
|                   | ET  | 1,41 ** | 0,55 o  | —       |
| Guauguaychú       | T   | 3,53 ** | 2,65 ** | 2,29 ** |
|                   | SPT | 0,88 o  | —       | —       |
|                   | ET  | 1,24 o  | 0,36 o  | —       |

o no significativo;  
 \* significativo al 5 %;  
 \*\* significativo al 1 %.

Con la materia seca producida, los fertilizantes siguen manifestando su acción preferencial. Dentro de los tratamientos, se destaca la acción de PDA en Azul y Capilla del Señor. En Guauguaychú si bien cuantitativamente es notoria no hay significancia estadística (Tabla 6).

Las diferencias de materia seca producidas por el agregado de nitrógeno como PDA son del 20 y 17% en Capilla del Señor y Guauguaychú respectivamente.

En Azul solo se observa un incremento del 10%, lo cual nos indicaría que en el suelo mejor provisto, la fertilización nos aproximaría a la situación de "consumo de lujo" (Chapman, J., 1966).

Se hace notar que para distintos parámetros tomado sobre el vegetal los resultados son distintos, en % P en planta y P total absorbido el fertilizante de mejor comportamiento fue SPT, mientras que para materia seca lo fue PDA. Aquí se evidencia la influencia del nitrógeno agregado como parte del PDA. Esta influencia se ejerce más directamente sobre la producción de materia seca que la absorción de fósforo vegetal.

La Tabla 7 muestra la relación entre la producción de materia seca y las distintas formas del fósforo. En todos los suelos las mejores correlaciones se dieron con P-inorg., P-act. y de cada fracción con P-Al, P-red. y P-Fe, siendo no significativas para P-Ca y P-ocl.

En el panorama de cada suelo en particular, llama la atención la falta de correlación entre la materia seca producida y las fracciones de fósforo de Azul.

Contrarestando esto, Guauguaychú tiene alta asociación con P-Fe, P-Al y Capilla del Señor con P-Fe.

TABLA 7: Correlaciones lineales entre materia seca y fracciones de fósforo inorgánicos.

| Correlaciones     |    |      | r       | sig. |
|-------------------|----|------|---------|------|
| P-inorgánico      | vs | M.S. | 0,62    | **   |
| P-activo          | vs | M.S. | 0,53    | **   |
| P-Al              | vs | M.S. | 0,45    | **   |
| P-Fe              | vs | M.S. | 0,35    | *    |
| P-reductores      | vs | M.S. | 0,52    | **   |
| P-ocluido         | vs | M.S. | 0,21    | o    |
| P-Ca              | vs | M.S. | 0,31    | o    |
| Azul              |    |      |         |      |
| P-inorgánico      | vs | M.S. | 0,33    | o    |
| P-activo          | vs | M.S. | 0,26    | o    |
| P-Al              | vs | M.S. | 0,00038 | o    |
| P-Fe              | vs | M.S. | 0,28    | o    |
| P-reductores      | vs | M.S. | 0,28    | o    |
| P-ocluido         | vs | M.S. | 0,02    | o    |
| P-Ca              | vs | M.S. | 0,12    | o    |
| Capilla del Señor |    |      |         |      |
| P-inorgánico      | vs | M.S. | 0,64    | **   |
| P-activo          | vs | M.S. | 0,63    | **   |
| P-Al              | vs | M.S. | 0,39    | o    |
| P-Fe              | vs | M.S. | 0,63    | **   |
| P-reductores      | vs | M.S. | 0,28    | o    |
| P-ocluido         | vs | M.S. | 0,10    | o    |
| P-Ca              | vs | M.S. | 0,09    | o    |
| Guauguaychú       |    |      |         |      |
| P-inorgánico      | vs | M.S. | 0,64    | **   |
| P-activo          | vs | M.S. | 0,71    | **   |
| P-Al              | vs | M.S. | 0,65    | **   |
| P-Fe              | vs | M.S. | 0,68    | **   |
| P-reductores      | vs | M.S. | 0,15    | o    |
| P-ocluido         | vs | M.S. | 0,26    | o    |
| P-Ca              | vs | M.S. | 0,00352 | o    |

o no significativo;  
 \* significativo al 5 %;  
 \*\* significativo al 1 %.

Esto sugeriría que de las fracciones activas, las de mayor relación con la producción vegetal en este ensayo serían P-Fe y P-Al.

En esta misma tabla se destaca la correlación entre el % fósforo en planta y la producción de materia seca del tomate.

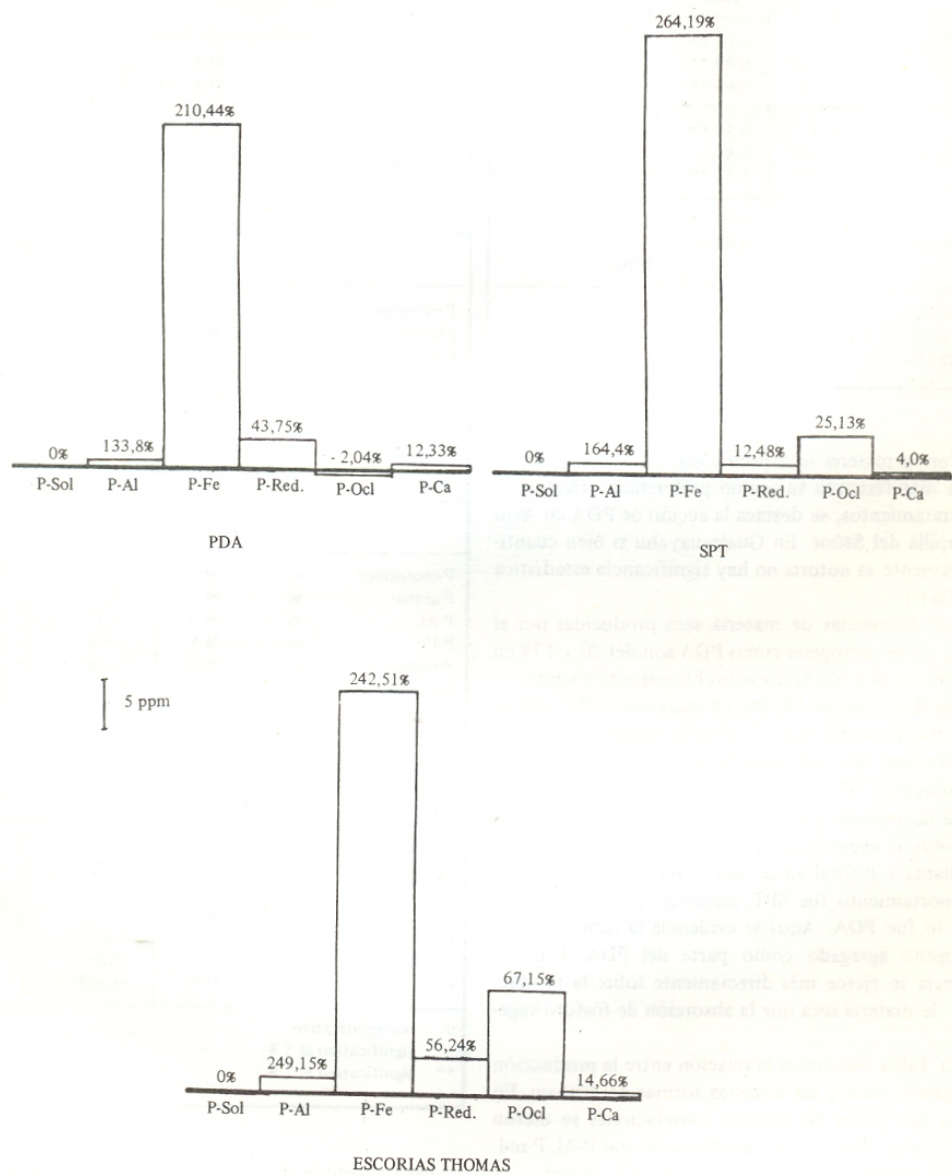


Figura 7: Diferencias de cada fracción de fósforo entre tratamientos y testigo en Capilla del Señor.

## CONCLUSIONES

Del ensayo realizado se destacan las siguientes conclusiones:

- La incorporación de fertilizantes produce aumentos en las distintas formas del fósforo del suelo. En todos los casos se presentaron diferencias significativas en P-extrac. por Bray y Kurtz y los P-act. De las distintas fracciones estudiadas se produjeron las mayores variaciones en el P-Fe y P-Al y los menores cambios P-red. y P-Ca.
- Dentro de los tratamientos con fertilizantes el que produce mayor cantidad de materia seca en los tres suelos es PDA. Para el % de P en planta y el total de P absorbido el de mejor rendimiento es SPT, le sigue PDA.
- El suelo mejor provisto de fósforo, Azul, fue el que presentó mayor producción de materia seca, mayor absorción de P en planta y menor proporción de residuos de los fertilizantes agregados. El caso opuesto se produjo en Capilla del Señor.
- Las formas fraccionadas de mayor relación con la producción de materia seca fueron P-Fe y P-Al.

## REFERENCIAS

- Berardo, A.; C. A. Navarro y H. Echeverría, 1980. Relación del Contenido de Fósforo disponible en el Suelo y de nitratos en planta con la respuesta a la fertilización fosfatada y nitrogenada. IX Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo. Paraná. Actas, II: 515-521.
- Bray, R. H. and L. T. Kurtz, 1945. Determination of total, organic and available phosphorus in soils. Soil Sci 59: 39-45.
- Conti, M. E.; L. A. Barberis y E. Chamorro 1977. Estado del Fósforo en Suelos de Entre Ríos, Buenos Aires y Santa Fe. Rev. IDIA supl. Nº 1.
- Conti, M. E.; M. Richter y L. Giuffrè, 1976. Método de Determinación rápida de Nitrógeno en Suelo. IDIA Nº 343-348: 119-122.
- Chapman, J., 1966. Diagnostic criteria for plants and soils. Univ. of California, Div. of Agricultural Science, 2.
- Darwich, N., 1980. Niveles de Fósforo Asimilable en los suelos pampeanos. Comunicación. IX Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo. Paraná. Actas, II: 707-710.
- Mizuno, I.; N. Arrigo y H. Svartz, 1978. Método rápido para la determinación de Humedad Equivalente. VIII Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, Buenos Aires, septiembre de 1978.
- Mizuno, I.; M. E. Conti; I. S. Lafuente y P. Fertig, 1980. Caracterización del fósforo en algunos Suelos argentinos. VII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. San José. Costa Rica.
- Mizuno, I., 1981. Fósforo en Suelos argentinos. Comunicación. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria T XXXV Nº 6.
- Richter, M.; G. Massen y I. Mizuno, 1973. Agrochimica XVII, 462. Total organic carbon and "oxidizable" organic carbon by the Walkley-Black procedure in some soils of the Argentine Pampa.
- Richter, M.; M. E. Conti y G. Maccarini, 1982. Mejoras en la determinación de cationes intercambiables, acidez intercambiables y Capacidad de Intercambio Catiónico en Suelos. Revista Facultad de Agronomía, 3: 145-155.
- Williams, J. D.; J. K. Syers; R. F. Harris and D. E. Armstrong, 1971. Fractionation of inorganic phosphate in Lake Sediments. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 35: 250-255.