

EFFECTO DE LA LOCALIZACION DEL FERTILIZANTE FOSFATADO SOBRE SU ASIMILACION POR OLIVOS

por

P. DE ARAMBARRI y L. MADRID

SUMMARY

EFFECT OF PHOSPHORUS FERTILIZER LOCATION ON ITS UPTAKE BY OLIVE TREES

By using P^{32} , location of phosphorus fertilizers for olive trees was found to be most appropriate at about 50 cm from the trunk, and about 60 to 100 cm deep. Shallower applications may yield P uptake if rainfall makes P migrate down to that depth. Fertilizer applications further away from the trunk seems to be less effective.

INTRODUCCIÓN

Con frecuencia se aconseja fertilizar los olivares en la línea de proyección de las copas, la llamada «zona de goteo», admitiéndose que el fertilizante añadido a manta en las calles entre olivos es mal aprovechado por éstos. Ello es debido no sólo a la especial distribución radicular de estos árboles, sino también al hecho de que los fosfatos poseen, en la mayoría de los suelos, una reducida movilidad.

La zona en que se recomienda fertilizar los olivos es, sin embargo, lo suficientemente amplia como para emprender una investigación conducente a hallar el lugar óptimo de fertilización, sobre todo teniendo en cuenta la gran ayuda que en este intento puede prestar el radioisótopo del fósforo P^{32} .

El presente trabajo pretende demostrar la existencia de lugares específicos en el suelo, desde los que las plantas toman el fertilizante con mayor efectividad. Reconocemos que la clase del suelo, sobre todo su estructura, textura y composición del complejo adsorbente, así como la variedad de olivo escogidos para la realización de la experiencia, introducirán variables que modificarán en cierto grado los resultados que obtengamos, en vista de lo cual hemos creído interesante diseñar

un método que permita aplicar el fertilizante en zonas perfectamente específicas y a profundidad conocida, definiendo de esta forma un procedimiento standardizable que permita extender la investigación a otras variedades y suelos si fuera necesario. En el presente caso hemos utilizado olivos *Olea Europea L.* variedad *Manzanillo* y suelos ligeros, que pueden clasificarse de hidromorfos minerales o poco húmíferos con pseudogley.

Con anterioridad se han realizado estudios que determinaron el lugar óptimo de aplicación de fertilizantes en plantones de naranjos (1). También se ha intentado con olivos, pero sin especificarse el método empleado para la aplicación del radionúclido, ni tenerse en cuenta la influencia de la profundidad a que ésta se aplica (2).

EXPERIMENTAL

En la Granja Experimental Aljarafe, del C. S. I. C., situada en Coria del Río, Sevilla, se eligieron nueve árboles manzanillos de igual porte y suficientemente alejados entre sí. Cada árbol recibió 9 gr. P en forma de fosfato monopotásico, marcado con 2 mCi de P^{32} , contenidos en 450 ml. y aplicado en tres porciones alicuotas de 150 ml. cada una, distribuidas en la forma que se especificará posteriormente en *Tratamientos*.

Antes de añadir el P^{32} a los suelos se tomaron muestras de hojas de cada árbol y después de añadir el P^{32} se repitieron las tomas de hojas a los dos, cinco, diez, quince y veinte días, respectivamente, y posteriormente de semana en semana. El conjunto de la experiencia duró desde últimos de marzo a primeros de septiembre.

Encontramos que la fuerte emisión beta del P^{32} permite determinar con buena efectividad diferencias entre los distintos lugares de aplicación del fertilizante, midiendo la radiactividad que aparece en las hojas. Esta medida se hizo secando las hojas, moliéndolas y empaquetando una cantidad pesada del polvo resultante en un tubo Geiger B-12 de la 20th Century Electronics, procedimiento que ya fue empleado por Rodríguez Martínez (3) para determinar potasio en minerales.

El contenido en potasio de las hojas se determinó en todos los casos por fotometría de llama de soluciones obtenidas por digestión ácida de las hojas molidas y calcinadas.

Técnica de marcado de árboles

La standardización del método exige que la aplicación del fertilizante se realice con gran precisión, en una zona suficientemente amplia y en forma reproducible.

Para lograrlo, se construyeron una serie de matrices de madera de 1 m. \times 0,5 m. con 15 agujeros cada una, según se muestra en la figura 1 a. Tres de estas matrices se colocan en el suelo, en los vértices de lo que sería un triángulo equilátero, dejando cada vez un árbol

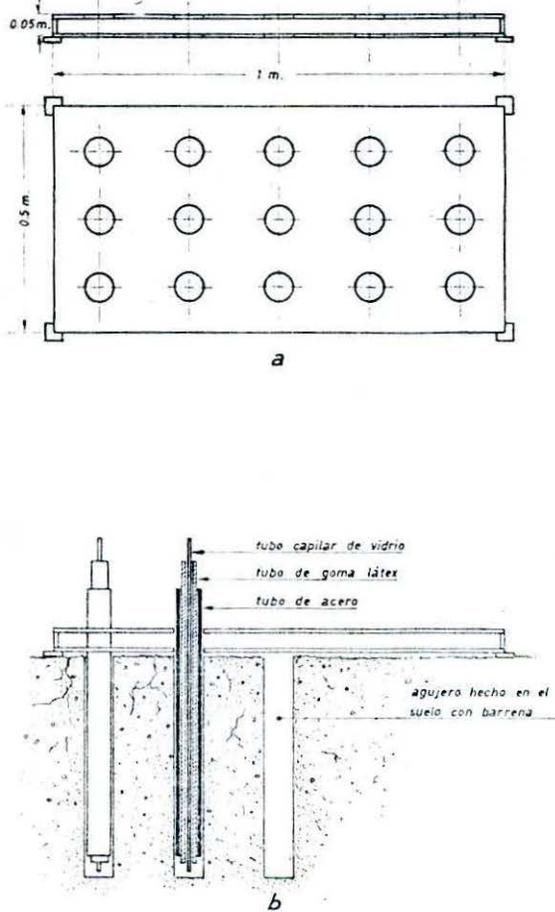


Fig. 1

en la posición que ocuparía el ortocentro del triángulo. Por los 15 agujeros de cada matriz se taladran con barrena en el suelo otros tantos agujeros hasta la profundidad deseada y por cada uno de ellos se introduce un tubo de acero dentro del cual va uno de goma latex y otro de vidrio de dos milímetros de diámetro interior.

La longitud respectiva de los tres tubos es tal como aparece en la figura 1 b, de forma que el tubo de vidrio sobresalga aproximadamente un centímetro por la parte inferior de los tubos de goma y acero.

ESPACIO

El conjunto de los tres tubos queda alrededor de dos centímetros del fondo del agujero hecho con la barrena en el suelo, con objeto de poder depositar el P^{32} en un lugar fijo, evitando contaminaciones. De esta forma cada tubo de vidrio cumple la función de una pipeta y pruebas previas demostraron que si se añade la solución conteniendo el fertilizante con una jeringa de inyección y una aguja suficientemente larga y gruesa, por la parte superior del tubo de vidrio, se consigue depositar en el fondo del agujero más del 99 por 100 de la radiactividad deseada.

Tratamientos

Cada uno de los nueve árboles escogidos recibió un tratamiento distinto. Cada tratamiento consiste en añadir la dosis fija, antes indicada de fosfato potásico marcado, en tres lugares alrededor del árbol. Tres árboles reciben la dosis fija de fosfato, aproximadamente a medio metro de su tronco. La diferencia entre los tratamientos de estos tres árboles estriba en que las dosis se administran a cada uno a distinta profundidad: del orden de 40 cm., 70 cm. y 100 cm., respectivamente. Otros tres árboles reciben dosis de fertilizante a estas profundidades, pero a unos 2 metros del tronco. Los tres árboles restantes reciben el fosfato a las profundidades anteriores y a unos 3,5 m. del tronco.

La tabla I muestra los valores medios de las distancias al tronco y de las profundidades de los 15 orificios de cada una de las tres aplicaciones de P^{32} que se realizan alrededor de cada árbol.

TABLA I

Localización media de las tres aplicaciones en triángulo del fosfato potásico marcado añadido a cada árbol. Distancias en metros

Tratamiento	Distancia media de las aplicaciones al tronco de cada árbol	Profundidad media de las tres aplicaciones para cada árbol
1	0,50	0,35
2	0,66	0,74
3	0,50	1,00
4	2,25	0,40
5	1,90	0,71
6	2,10	1,00
7	3,55	0,42
8	3,40	0,65
9	3,80	1,01

ESPACIO

RESULTADOS

Hemos supuesto que la radiactividad que se registrará en las hojas sólo se debe a la presencia del P^{32} tomado por las raíces y del K^{40} , radioisótopo natural del potasio, que en proporción constante de 0,0119 por 100 acompaña siempre a los isótopos K^{39} y K^{41} que completan la composición isotópica del potasio en la Naturaleza.

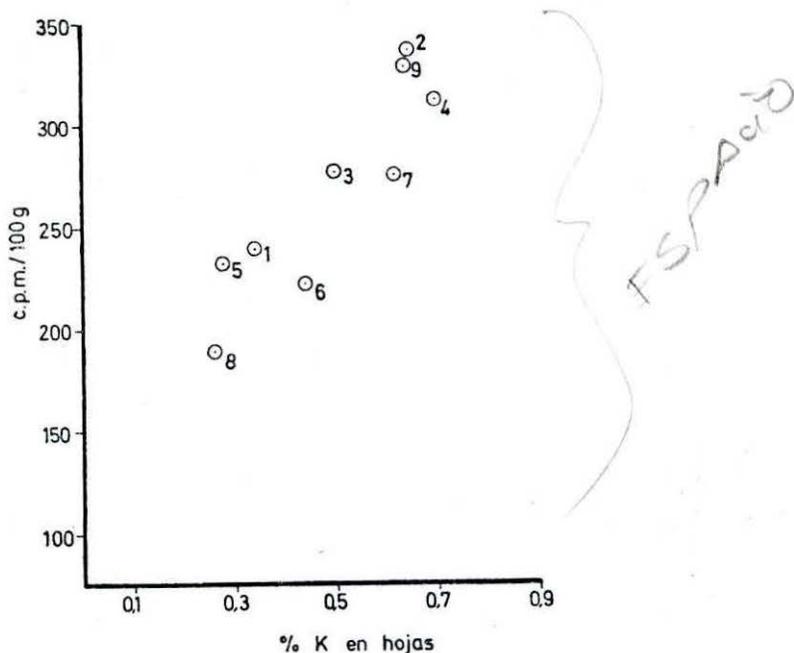


Fig. 2

Debido a esta circunstancia las hojas tomadas antes de añadir P^{32} al suelo poseen una cierta actividad que, como era de esperar, presenta una correlación positiva con el contenido en potasio de las muestras, coeficiente de regresión 0,75, $P < 0,05$, según se refleja en la figura 2.

En la tabla II se recogen los datos de la radiactividad total, expresada en cuentas por minuto, medida en las muestras de hojas de los árboles que mejor respondieron a los tratamientos con P^{32} , así como sus contenidos en potasio y la actividad asignable a ese potasio, calculada a partir de los datos recogidos en la figura 2. El resto de los árboles prácticamente no tomaron P^{32} , por lo que se omite el resto de sus datos, por no ser significativos en el presente trabajo.

La actividad de las hojas debida al P^{32} tomado por los árboles se obtiene a partir de los datos de la actividad total de la tabla II, corri-

TABLA II

Valores del contenido en potasio —g. K/100 g.— en las hojas, de la radiactividad asignable por cálculo a dicho potasio en cuentas por minuto —c. p. m. K— y de la radiactividad total de 100 g. de hojas molidas —c. p. m. totales

Días después de aplicación ³² P	0	2	5	10	15	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83	90
TRATAMIENTO 1																
g K/100 g ...	0,34	0,58	0,78	0,70	0,72	0,56	0,64	0,70	0,68	0,68	0,72	0,70	0,68	0,72	0,74	0,70
c. p. m. K....	240	410	555	494	509	396	450	494	478	478	509	494	478	509	524	509
c. p. m. totales.	259	432	569	514	717	520	500	543	537	549	702	635	601	927	780	575
TRATAMIENTO 2																
g K/100 g ...	0,64	0,80	0,82	0,96	1,02	1,02	0,86	0,94	0,92	0,92	0,92	1,02	1,02	1,06	1,06	1,02
c. p. m. K....	338	423	433	507	537	537	455	498	488	488	488	537	537	559	559	537
c. p. m. totales.	357	734	1830	2554	2125	2299	1153	1099	691	543	565	634	566	563	580	581
TRATAMIENTO 3																
g K/100 g ...	0,50	0,52	0,52	0,52	0,56	0,54	0,64	0,80	0,84	0,80	0,86	0,88	0,88	0,86	0,94	0,86
c. p. m. K....	287	289	289	289	311	301	358	445	467	445	478	489	489	478	523	478
c. p. m. totales.	306	765	740	1181	407	390	317	410	523	577	620	558	519	514	521	543
TRATAMIENTO 4																
g K/100 g ...	0,70	0,78	0,78	0,84	1,16	1,28	1,00	1,06	1,28	1,10	1,06	1,20	1,20	1,20	1,34	0,88
c. p. m. K....	313	347	347	368	520	573	438	473	573	494	473	535	535	535	598	394
c. p. m. totales.	332	477	461	482	540	588	497	531	639	583	578	581	557	558	615	414
TRATAMIENTO 7																
g K/100 g ...	0,26	0,28	0,26	0,28	0,36	0,54	0,40	0,54	0,66	0,50	0,60	0,52	0,50	0,60	0,60	0,60
c. p. m. K....	189	204	189	204	261	393	289	393	480	362	480	378	362	480	480	480
c. p. m. totales.	209	365	303	224	355	495	305	413	570	451	529	398	380	503	495	500

giéndolos con los datos de la actividad asignable al potasio y con la actividad de fondo, el tiempo muerto del contador, la pérdida natural de actividad del P^{32} con el tiempo, etc.

Teniendo en cuenta estas correcciones se obtienen actividades debidas al P^{32} que oscilan entre cero y algunos miles de cuentas por minuto para los tratamientos menos y más efectivos respectivamente. En conjunto, la actividad asignable al P^{32} en los tratamientos recogidos en la tabla II es perfectamente medible con tiempos de conteo no demasiado largos. Hemos de hacer constar que si se añade diez veces más fosfato monopotásico a la solución radiactiva adicionada a los árboles se logra un mayor número de cuentas por minuto en las hojas, lo que facilita grandemente su análisis radiométrico, pero que hemos preferido utilizar soluciones que desde el punto de vista agrícola son «libres de portador» para excluir cualquier variable incontrolada en la standardización del método de marcado de los árboles.

Al ser extremadamente difícil, y de poca utilidad en nuestro caso, determinar la cantidad de materia vegetal por la que se distribuye el P^{32} aplicado al suelo, no hemos hallado la actividad específica de las hojas ni la proporción entre el fósforo añadido y el tomado en los diferentes tratamientos. Sin embargo, hemos encontrado que la respuesta del árbol a la localización del fertilizante puede representarse en forma adecuada expresando la radiactividad asignable al P^{32} en cada muestra de hojas en tantos por cien de la cantidad máxima de P^{32} tomado por las hojas, que corresponden en nuestro caso a las muestreadas a los setenta y seis días de aplicación del fosfato radiactivo en el árbol correspondiente al tratamiento 1. La figura 3 muestra un histograma que recoge estos resultados. En ella se ha incluido, además, la cantidad de agua caída con las lluvias durante la experiencia, así como los días de la experiencia en los que llovió.

De la figura 3 parece desprenderse que la aparición de radiactividad en los árboles correspondientes a los tratamientos 1, 4 y 7 se produce inmediatamente después de las lluvias, mientras que las hojas correspondientes a los tratamientos 2 y 3 son radiactivas con independencia de las lluvias.

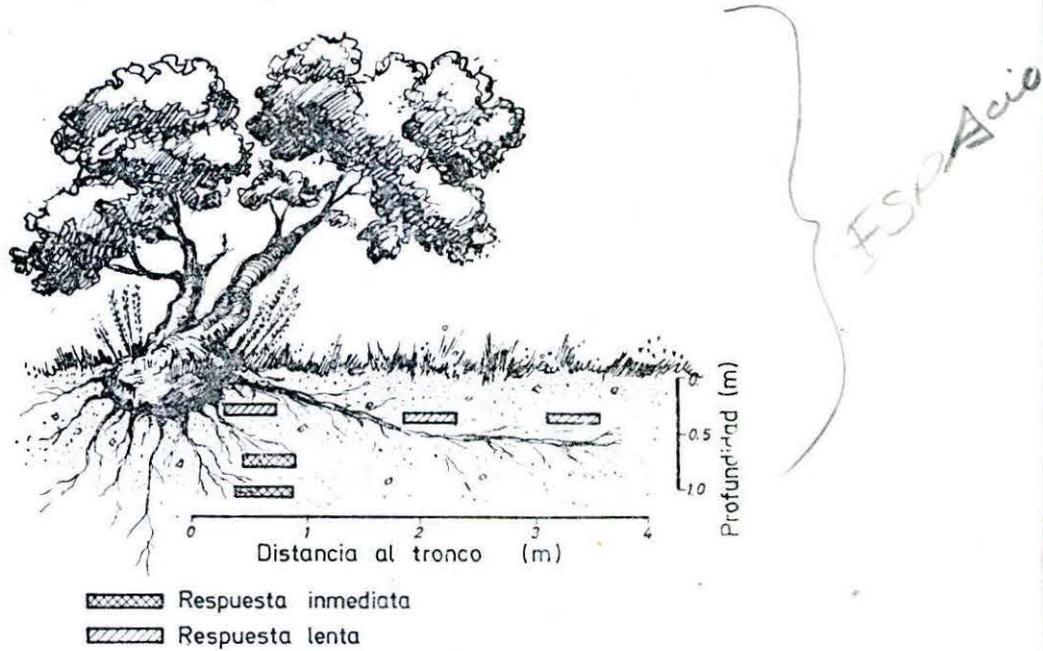
La generalidad de los datos de radiactividad total se obtuvieron en muestras obtenidas mezclando hojas viejas y hojas nuevas, medidas del año, para cada árbol. Sin embargo, a partir de julio se midió por separado la radiactividad de hojas viejas, hojas nuevas, hojas localizadas en zonas del árbol próximas y alejadas de los lugares de aplicación del P^{32} y yemas. En ningún caso hemos encontrado diferencias significativas entre las radiactividades de las distintas clases o localizaciones de muestra para cada tiempo de experiencia en un mismo árbol, por lo que deducimos que el P^{32} aplicado en la forma descrita se reparte homogéneamente.

Diremos por último que, pasado el verano, tomamos muestras de:

CONCLUSIONES

La figura 4 trata de mostrar esquemáticamente la localización de las aplicaciones de P^{32} respecto a la distribución radicular idealizada de un olivo.

Admitida la corrección de la figura 4, la interpretación de los resultados obtenidos puede conducir a las siguientes conclusiones:



Las aplicaciones de fósforo en los tratamientos 2 y 3 se realizan en una zona de alta densidad de raíces finas y de suficiente humedad, por lo que el árbol toma fósforo radiactivo a partir del segundo día de la aplicación. Los tratamientos 4 y 7 también se realizan en una zona de suficiente densidad radicular, aunque en este caso se trate de raíces gruesas radiales que proporcionan una cantidad total menor de fósforo al árbol. Las zonas de aplicación 4 y 7 pierden humedad más fácilmente que las más próximas al tronco y en consecuencia sufren períodos de inmovilización de nutrientes. El tratamiento 1 muestra claramente que sólo es efectivo después de casi tres semanas de realizado. Creemos que ello se debe a un desplazamiento del P^{32} aplicado, facilitado por la humedad del suelo subsiguiente a las lluvias, hacia zonas más próximas al árbol —movimientos laterales— y más próximos a la zona del tratamiento —movimientos descendentes.

Ello explicaría la gran concentración de P^{32} en las varetas del árbol correspondiente al tratamiento 1, ya que al crecer la parte aérea de estas varetas se desarrolla una parte radicular equivalente que se localiza justo en la zona de aplicación del P^{32} , que de esta forma va nutriendo la varetta durante todo su desarrollo.

El tratamiento 4 es similar, al respecto. En él, la varetta toma nutrientes no sólo de sus raíces, sino también de la raíz radial del árbol sobre la que se desarrolla y en consecuencia concentra P^{32} .

No así los tratamientos 2 y 3, cuyas varetas no proyectan raíces hasta las zonas de aplicación del P^{32} . La pequeña radiactividad de estas varetas se corresponde con la propia del árbol.

Por último, diremos que los tratamientos 5, 6, 8 y 9 parecen haberse realizado en zonas de concentración radicular mínima y, por tanto, poco efectiva desde el punto de vista de la nutrición del olivar.

RESUMEN

Por medio de P^{32} , se encontró que la localización más apropiada de los fertilizantes fosfatados para los olivos estaba a unos 50 cm. de distancia del tronco, y unos 60 a 100 cm. de profundidad. Aplicaciones más superficiales pueden dar lugar a una cierta asimilación de P si el agua de lluvia es suficiente para hacer emigrar el P hasta esa profundidad. Aplicaciones más lejos del tronco parecen ser menos efectivas.

Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto. Sevilla.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) HERNANDO, V., LOMBARDÍA, V. y SERRANO, S. E. 1969. Effect of placement on fertilizers-derived phosphorus (in citrus leaves). *Agrochimica*, 14, 10-16.
- (2) QUINTANILLA, P. Fertilización del olivar. Departamento Agronómico. Fertiliberia.
- (3) RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, J. 1958. Potassium in soils. Report Rothamsted Experimental Station, 59-60

Recibido para publicación: 19-XI-73