

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOSFATADA EN PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y NUTRICIONALES DE LA REMOLACHA AZUCARERA DE SIEMBRA OTOÑAL (*Beta vulgaris*, L.)

Antonio Delgado¹, Juan Molina¹, Shawkat Kassem¹, Luis Andreu¹, Carmen del Campillo², Francisco Peña³ y Marcelino Bilbao⁴.

¹ Dpto Ciencias Agroforestales, Universidad de Sevilla, Ctra. Utrera Km 1. 41013 Sevilla

² Dpto Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales, Universidad de Córdoba, Apdo. 3028, Córdoba

³ CIFA Córdoba, Avda. Menéndez Pidal S/N, Córdoba

⁴ AIMCRA, Apdo 4210, 4080 Sevilla

Resumen. Para comprobar el efecto que la adición de distintas dosis de fertilizante tiene sobre parámetros productivos y sobre los contenidos de P, Fe y Zn en planta, se seleccionaron cuatro parcelas con distinto nivel de P disponible, en las que se realizaron ensayos en bloques al azar con 5 niveles de fósforo (0, 50, 125, 250 y 600 kg P₂O₅ ha⁻¹). El nivel crítico de P Olsen por encima del cual no existe respuesta al abonado fosfatado está alrededor de 14 mg kg⁻¹: no existió respuesta al abonado en un suelo con 12 mg kg⁻¹ y si la hubo en el suelo de 14 mg kg⁻¹. Niveles superiores a 24 mg kg⁻¹ de P Olsen no implican incremento de rendimientos ni incremento en la absorción de fósforo con dosis crecientes de P hasta 600 kg P₂O₅ ha⁻¹. No existe incremento de rendimiento con dosis crecientes de fertilizante cuando los niveles de P total en las plantas en aclare son superiores a 3500 mg kg⁻¹ m.s. y cuando el nivel de P extraíble por agua en tejido es superior a 2500 mg kg⁻¹.

Las interacciones entre nutrientes sólo resultaron significativas en dos de las parcelas estudiadas. No hubo ningún tipo de interacción entre los elementos medidos en las plantas cultivadas en la parcela con el nivel de disponibilidad más elevado de P (2052 - Marisma del Guadalquivir). En otras dos parcelas de la Marisma del Guadalquivir (1033 y 1034), las dosis crecientes de P implicaron una disminución en la concentración total de Zn en los tejidos, mientras que en la cuarta parcela (Villamartín), la concentración de Zn extraíble por agua descendió para dosis crecientes de fertilizante fosfatado en el segundo muestreo. No hubo un efecto claro de las dosis crecientes de P sobre los contenidos de Fe.

Introducción

El fósforo constituye un macroelemento esencial para las plantas y por ello constituye un objetivo básico de las prácticas de fertilización. La problemática de su dinámica compleja y fijación en el suelo ha justificado las aplicaciones excesivas, que han provocado un incremento de la reserva de P asimilable en los suelos, con frecuencia muy por encima de los niveles considerados críticos para que exista respuesta al abonado. Este enriquecimiento de los suelos en P ha incrementado el riesgo ambiental (eutrofización) asociado a la mala gestión de la fertilización fosfatada (Sharpley y Smith, 1990; Sharpley et al., 1994).

La estimación de la reserva asimilable del P se realiza mediante extracciones químicas que se correlacionan con las extracciones de P y el desarrollo de biomasa de los cultivos. En suelos calcáreos del área mediterránea, el método Olsen (Olsen et al., 1954), que utiliza como extractante el bicarbonato, representa una estimación adecuada de la reserva de P disponible para los cultivos que no requiere equipamiento complejo en los laboratorios de análisis (Matar et al., 1988; Delgado y Torrent, 1997). Para el cultivo de la remolacha azucarera de siembra otoñal no existe información acerca de los niveles críticos de P Olsen de respuesta al abonado fosfatado que pueda ser utilizada en el manejo sostenible de la fertilización en dicho cultivo.

Las aplicaciones excesivas de fertilizantes pueden dar lugar a problemas de toxicidad. Con frecuencia, este exceso de aporte se traduce en antagonismos nutritivos, y en el caso de que haya un exceso de aplicación de P se considera posible un antagonismo con Fe y Zn (Marschner, 1996). Existen evidencias claras de que las aplicaciones excesivas de P a los cultivos puede inducir una depresión en la concentración de Zn en los tejidos de las plantas (Saeed y Fox, 1979). Según Mallarino y Webb (1995), la alta disponibilidad de P puede disminuir la concentración de Zn en los tejidos, puede incrementar los requerimientos fisiológicos de Zn, o puede resultar en una acumulación de niveles tóxicos de P en hojas cuando los niveles de Zn son bajos. Estas situaciones se han comprobado en cultivo en invernadero y en hidroponía en diversos cultivos (Robson y Pitman, 1983; Cakmak y Marshner, 1987) y en condiciones de campo en cultivos sensibles al aporte de Zn como el maíz. En este cultivo se ha comprobado deficiencias de Zn inducidas por un exceso de P (Loneragan et al., 1979). Cakmak y Marshner (1987) comprobaron que los contenidos totales de Zn no eran indicativos del estado nutritivo de este cultivo en cuanto a dicho oligoelemento se refiere, y que resultaba preferible, para definir situaciones de deficiencia inducidas por un exceso de P, analizar la fracción de Zn en tejido vegetal extraíble con agua (disolución de ácido morfoelinoetanosulfónico 1mM tamponado a pH6)

No existen evidencias de que existan problemas de deficiencia de Zn inducidos por la aplicación excesiva de P en el cultivo de la remolacha, aunque, con frecuencia, las dosis de fertilizante fosfatado resultan excesivas en este cultivo. En muchos casos, esta

aplicación excesiva tiene lugar en suelos que ya poseen un elevado nivel de P disponible para el cultivo. El nivel de P asimilable en el suelo condiciona más la absorción de P por el cultivo que la cantidad de P que pueda ser aplicada al mismo, debido al gran poder tampón que tienen la mayoría de los suelos de áreas mediterráneas.

El objeto del presente trabajo es comprobar el efecto que diferentes dosis de fertilizante fosfatado tienen sobre parámetros productivos y nutricionales (contenidos en Fe y Zn) de la remolacha azucarera de siembra otoñal en suelos con distintos niveles de P disponible inicial, de tal manera que se pueda estimar un nivel de P disponible en suelo por encima del cual ya no hay respuesta al abonado y comprobar si las aplicaciones excesivas de P pueden tener algún efecto sobre la asimilación de Fe y Zn..

Material y métodos

Los ensayos se realizaron en cuatro localizaciones situadas en dos zonas distintas: tres en el sector B-XII de la Marisma de Lebrija (1033, 1034 y 2052) (Sevilla) y una en Villamartín (Cádiz). Los ensayos en las localizaciones 1033 y 2052 se realizaron durante la campaña 1997/98 y en las otras dos parcelas en la campaña 1998/99. En cada una de las localizaciones se realizó un ensayo en bloques al azar con 5 repeticiones la primera campaña y 6 repeticiones la segunda utilizando 5 niveles de tratamiento: 0, 50, 125, 250 y 600 kg P₂O₅ ha⁻¹. El fertilizante fosfatado utilizado fue superfosfato del 45 % de riqueza en P₂O₅. Cada una de las parcelas elementales que componía cada uno de los ensayos era rectangular con una superficie de 30 m² y contenía entre 9 y 10 líneas de siembra. Las dos líneas de los extremos no se muestrearon. La producción final se estimó cosechando la remolacha de las 3 líneas centrales, mientras que las muestras para el análisis de tejidos se tomó de las restantes líneas.

Las labores preparatorias del terreno incluyeron un pase de subsolador durante el verano y de 2 a 4 pases de grada antes de la siembra, utilizándose el último para la incorporación del abono de fondo (incluyendo en el caso de las parcelas experimentales la dosis correspondiente de abono fosfatado). El marco de siembra fue de 10 X 50 cm (100000 plantas ha⁻¹ aproximadamente), utilizándose semilla monogermen y siembra definitiva. La siembra se realizó en el mes de noviembre en todas las localizaciones excepto en la parcela 1033, en la que se realizó en Enero de 1998. El retraso en la siembra de esa última localización se debió al exceso de lluvia invernal. Se realizó desinfección del suelo con lindano, tratamiento herbicida de preemergencia (Pyrasur o Venzar), 2 tratamientos preventivos contra cercospora y oidio. El abonado nitrogenado consistió en 75 kg N ha⁻¹ en fondo y 120 en cobertera como NH₄NO₃. El abonado de cobertera se realizó durante el mes de Febrero. Se realizaron 14 riegos de 50 mm con una frecuencia entre 20 y 10 días dependiendo del estado fenológico del cultivo y de la climatología, excepto en la parcela de Villamartín en la que el cultivo fue de secano.

Como nivel inicial de P Olsen (Olsen et al., 1954) del suelo se consideró la media de los controles. Para ello las muestras se tomaron antes de aplicar los tratamientos, tomando con barrena de media caña 12 muestras aleatorias de 0 a 30 cm de profundidad en cada una de las parcelas elementales correspondientes a los controles.

El muestreo para el análisis de tejido vegetal se realizó en tres momentos del ciclo de cultivo de la remolacha: (i) con plantas entre 4 y 6 hojas verdaderas (aclare), tomando 50 plantas de cada parcela elemental, (ii) con plantas entre 10 y 12 hojas verdaderas, tomando 5 plantas al azar, y (iii) en recolección, tomando 5 plantas al azar de los líneas reservados a muestro. En los dos últimos muestreos se diferenció entre limbo, peciolo y raíz de la remolacha. Las plantas se lavaron, se secaron en estufa de aire forzado a 373 K durante 48 h y se molieron hasta pasar un tamiz de 0.5 mm de luz. La concentración de P total en planta se determinó según Murphy y Riley (1962) previa combustión durante 10 h en horno mufla a 873 K y disolución de las cenizas con 10 mL de 1 N HCl. En ese mismo extracto se analizó el Fe total y el Zn total mediante espectrometría de absorción atómica. El P extraíble con agua se determinó por el mismo método colorimétrico previa extracción con 1 mM de ácido mofaelinoetanosulfónico, según describen Cakmak y Marschner (1987). En dicho extracto se analizó también Fe y Zn mediante espectrometría de absorción atómica.

Caracterización de los suelos

Se tomaron muestras representativas de los horizontes superficiales (Ap) de los suelos, que fueron secados, molidos y tamizados hasta pasar un tamiz de 2 mm de luz. La distribución del tamaño de partícula se determinó según el método de la pipeta; el contenido en carbono orgánico mediante oxidación húmeda con dicromato potásico (Walkley y Black, 1934); el pH potenciométricamente en una suspensión suelo:agua 1:2.5. El contenido en equivalentes de CaCO_3 se determinó según van Wesemael (1955). La capacidad de intercambio catiónico y los cationes de cambio se analizaron según los métodos propuestos por el Soil Survey Staff (1984). La estimación del P asimilable para el cultivo se realizó según Olsen et al. (1954).

Análisis de datos

El análisis de la varianza y los contrastes correspondientes para el diseño experimental planteado se realizó utilizando el programa Statistix SX (Analytical Software, 1996). Para la determinación de niveles críticos de P en planta por encima de los cuales no hay respuesta al rendimiento, se usó el método gráfico descrito por Cate y Nelson (1971), representando el rendimiento relativo en función del nivel de variable indicativa del nivel de disponibilidad.

Resultados y discusión

Las principales propiedades de los suelos están indicadas en la [Tabla 1](#). Como se puede apreciar en la misma, los niveles de disponibilidad inicial de P en el suelo oscilaron entre 8 y 22. Este rango de valores comprende niveles por debajo del nivel crítico y claramente por encima del nivel crítico de respuesta a la aplicación de fertilizante fosfatado.

Efecto de la disponibilidad de P en parámetros productivos

La [Tabla 2](#) nos muestra el análisis de varianza del efecto de la dosis de fertilizante fosfatado sobre la producción de raíz y azúcar respectivamente en los ensayos realizados en campo, para cada una de las parcelas. Sólo existe un efecto significativo de la adición de dosis crecientes de fertilizante fosfatado en la localización 1034, cuyo nivel de P Olsen inicial es de 12 mg P kg^{-1} . Aunque la localización de Villamartín tiene un nivel de disponibilidad más bajo (8 mg kg^{-1} de P Olsen), no hay respuesta al abonado, ya que en dicha localización, el agua fue el factor más limitante para el cultivo en un año agronómico muy seco. En la localización 1033, no hubo respuesta a la fertilización, aunque el nivel de P Olsen es ligeramente superior a la 1034 (14 mg P kg^{-1}). De estos resultados cabe concluir que el nivel de P Olsen en el suelo a partir del cual parece no haber respuesta a la fertilización estará alrededor de 14 mg kg^{-1} . Cuando el suelo tiene 12 mg kg^{-1} existe una respuesta clara. El suelo con el nivel de P Olsen superior (22 mg kg^{-1} P Olsen) no mostró ningún tipo de respuesta al fertilizante añadido. En esta última localización no existió efecto alguno del fertilizante sobre la concentración de P en la planta en ningún momento del muestro ([Tabla 2](#)). En la localización 1033 sólo existió respuesta de la concentración de P en la planta al fertilizante aplicado en el primer muestreo realizado (4 — 6 hojas verdaderas). En los suelos estudiados, no existe por tanto incremento en la extracción de P con las dosis crecientes de fertilizante fosfatado cuando el nivel de P Olsen inicial es igual o superior a 14 mg kg^{-1} . Estos datos son coincidentes con los determinados en el ensayo en cámara de crecimiento utilizando ciclos cortos de cultivo (40 días).

Relación entre el contenido de P en planta y el rendimiento

Cuando se representa el rendimiento relativo como función del nivel de la concentración de P total o extraíble con agua en el primer muestreo (4 — 6 hojas verdaderas) para las localizaciones donde no hubo limitación de agua ([Fig 1](#) y [2](#)) se comprueba que no existe un incremento del rendimiento relativo (raíz producida) para valores de P total superiores a 3.5 g kg^{-1} y para valores de P extraíble con agua superiores a 2.5 g kg^{-1} (expresados respecto a materia seca). Se puede concluir, que contenidos en P superiores a los

mencionados se pueden considerar asociados a un consumo de lujo en el cultivo. El P extraído por agua según el método descrito por Cakmak y Marschner (1987) se puede considerar que está unido de forma más lábil a estructuras orgánicas (químicamente el molibdato reactivo), y representa un método más rápido y cómodo de estimar el estado nutritivo del cultivo en cuanto al P se refiere. Las concentraciones de P en el primer muestreo van a ser indicativas de las futuras extracciones de P que va a realizar el cultivo y pueden ser utilizadas para establecer la respuesta al abonado fosfatado (medida como producción de raíz final) que pueda haber en el cultivo. Los niveles de P en planta mencionados anteriormente se pueden establecer como niveles críticos de P en plantas en las primeras etapas de desarrollo (4 — 6 hojas verdaderas) por debajo de los cuales habrá merma de rendimiento si no se aplica fertilizante fosfatado. Teniendo en cuenta que cuanto mayor sea el consumo de lujo de P por parte de la planta mayor proporción del P total debe representar el extraíble con agua, dicha proporción deber ser indicativa del consumo de lujo y debe estar relacionada también con el rendimiento relativo. No existe incrementos significativos de rendimiento relativo para relaciones P_{agua} / P_{total} superiores a 0.8.

Como se puede apreciar en la [Tabla 2](#), no existe una correlación entre la producción final en las distintas localizaciones y la concentración de P en los tejidos en la recolección.

Efecto de la aplicación de fósforo en el contenido de Fe y Zn

En el primer muestreo se comprobó como las concentraciones de Fe en planta aumentaban a medida que se incrementaba la dosis de fertilizante ($p < 0.01$; [Tabla 3](#)) en la localización Villamartín. En esta misma localización también existe un efecto significativo ($p < 0.05$) de la dosis de fertilizante sobre la relación Fe_{agua} / Fe_{total} , en limbo durante el segundo muestreo que indica probablemente un mejor estado nutritivo de Fe ([Tabla 3](#)). En este mismo muestreo, la relación baja en peciolo significativamente al aumentar la dosis de fertilizante fosfatado ($p < 0.05$) indicando una posible interferencia del fósforo en el transporte de Fe en la planta. En la localización 1034, la dosis más elevada de P ($600 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$) se asocia a una disminución significativa de la relación Fe_{agua} / Fe_{total} ($p < 0.01$) en la raíz en la recolección. La razón de este efecto puede ser, según Elliot y Lauchli (1985), la inhibición del transporte de Fe de la raíz a la parte aérea debido a un exceso de concentración de P en la raíz, que inhibe la acción de las enzimas encargadas de la reducción del Fe^{3+} a Fe^{2+} .

La localización con el mayor nivel de P Olsen (2052) fue la que mostró el mayor nivel de Fe en planta, niveles próximos a los que podrían estar asociados a toxicidad por dicho elemento. Dicho efecto fue debido a las inundaciones invernales, que dieron lugar a una elevada concentración de Fe^{2+} en la disolución del suelo como consecuencia de la reducción de óxidos de Fe, esencialmente de baja cristalinidad, cuyo contenido en estos suelos es apreciable.

El posible antagonismo entre el P y el Zn fue observado en las localizaciones 1033 y 1034 durante el segundo muestreo, sin que se aprecien evidencias en las otras parcelas. Para este muestreo, la concentración de Zn en los tres órganos para la 1033 y en raíz para la 1034 disminuyen significativamente al aumentar la dosis de fertilizante fosfatado ([Tabla 4](#)). Este hecho puede implicar una menor absorción de Zn por la planta. También existe una disminución significativa del Zn extraíble por agua para el mismo muestreo en la localización Villamartín ($p < 0.01$; [Tabla 5](#)), que no cabe explicar en términos de menor absorción sino de menor disponibilidad fisiológica. Esto contradice las observaciones de Cakmak y Marschner (1987) en plantas de algodón, donde el efecto de la alta disponibilidad de P se traducía exclusivamente en menor contenido en Zn extraíble por agua.

[Tabla 6](#)

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto del Plan Nacional I + D AGF97-1102-CO2-01. Los autores agradecen la colaboración a la Asociación de Investigación para la Mejora del Cultivo de la Remolacha Azucarera (AIMCRA), a la Comunidad de Regantes del Sector B-XII y Cooperativa las Marismas de Lebrija, y, en especial, a D. José Romero y D. Benito Bellido.

Bibliografía

- Cakmak I. y Marschner H. 1987. Mechanism of phosphorus induced Zinc deficiency in cotton: changes in physiological availability of Zinc in plants. *Physiol. plantarum* 70: 13-20
- Cate R.B. Jr. y Nelson L.A. 1971. A simple statistical procedure for partitioning soil test correlation data into two classes. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35: 658-660
- Delgado A. y Torrent J. 1997. Phosphate-rich soils in the European Union: estimating total plant-available phosphorus. *European Journal of Agronomy*, 6: 205-214
- Elliot G.C. y Läuchli A. 1985. Phosphorus efficiency and phosphate-iron interactions in maize. *Agron. J.* 77: 399-403
- Loneragan J.F., Grove T.S., Robson A.D. y Snowball K. 1979. Phosphorus toxicity as a factor in zinc-phosphorus interaction in plants. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43: 966-972
- Mallarino A.P. y Webb J.R. 1995. Long-term evaluation of phosphorus and Zinc interactions in corn. *J. Prod. Agric.* 8: 52-55

- Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed. Academic Press, New York
- Matar A., Garabed S., Riadi S. y Mazid A. 1988. Comparison of four soil test procedures for determination of available phosphorus in calcareous soils of the Mediterranean Region. *Commun Soil Sci. Plant Anal.* 19: 127-140
- Murphy J. y Riley J.P. 1962. A modified single solution method for determination of phosphate in natural water. *Anal Chim. Acta* 27: 31-36
- Olsen S.R. y Sommers L.E. 1982. Phosphorus. en Page A.L., Miller R.H. y Deeney D.R. (eds) *Methods of soil analysis. Part 2.* 2nd Ed. ASA y SSSAJ. Madison, Wisconsin
- Olsen S.R., Cole C.V., Watanabe F.S. y Dean L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ 939. US gov Print Office, Washington DC
- Robson a.d. y Pitman M.G. 1983. Interactions between nutrients in higher plants. En Lächli A. y Bielecki R.L. (Ed) *Inorganic plant nutrition. encyclopedia of plant nutrition.* Springer-Verlag, Berlín, Alemania
- Saeed M. y Fox R.L. 1979. Influence of phosphate fertilization on Zinc adsorption by tropical soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43: 683-686
- Sharpley A.N. y Smith S.J. 1990. Phosphorus transport in agricultural runoff: erosion on agricultural land. John Wiley & sons
- Sharpley A.N., Chapra S.C., Wadepoul R., Simms J.T. y Daniel T.C. 1994. Managing agricultural phosphorus for protection of surface waters: issues and options. *J. Environ. Qual.* 23: 437-451
- Soil Survey Staff. 1984. Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey. USDA-SCS. Soil survey investigations report no 1. US gov Print Office, Washington DC
- van Wesemael J. Ch. 1955. De depaling van het calciumcarbonaatgehalte van gronden. *Chemisch Weekblad.* 51: 35-36
- Walkley A. y Black I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and propose modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-38

Tablas y Figuras.

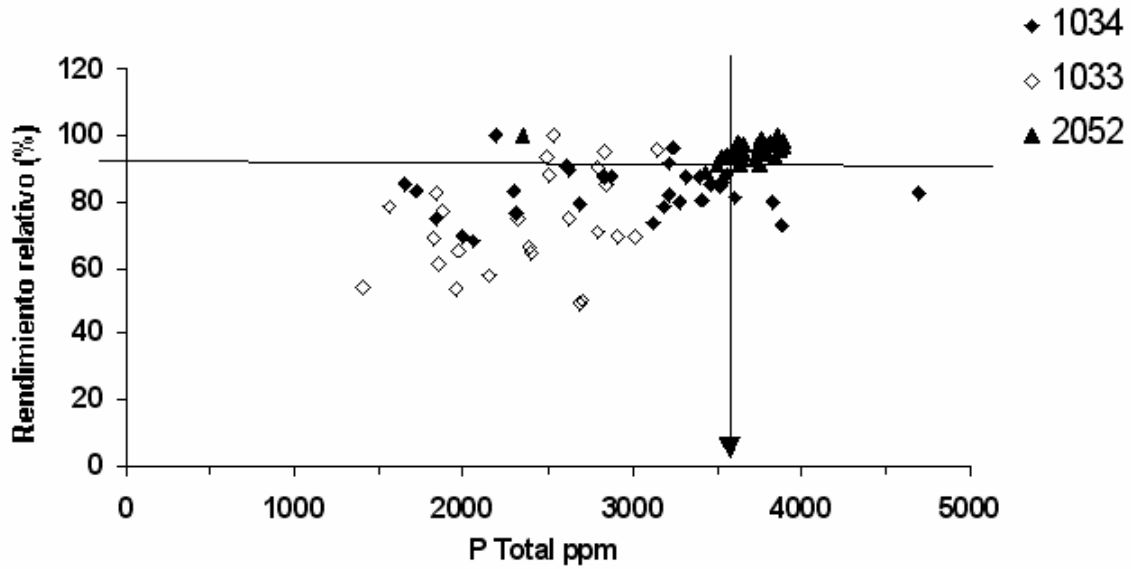


Figura 1: Rendimiento relativo en función de la concentración de P total en planta para las parcelas 1034, 1033 y 2052 en aclare.

Tabla 1. Propiedades de los suelos						
Suelo	Textura	Carbono orgánico	ECC ¹	CIC ¹	PSI ¹	P Olsen inicial
		-----g kg ⁻¹ ----- --		cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	%	mg kg ⁻¹
1033	Arcillosa	8.4	144	25.7		14
1034	Arcillosa	8.4	190	43.1	14.8	12
2052	Arcillosa	11.2	195	24.3		22
Villamartín	Franco-arcillosa	10.4	36	20		8

¹ECC = equivalente de carbonato cálcico; CIC = capacidad de intercambio catiónico; PSI = porcentaje de sodio intercambiable

Tabla 2. Análisis de varianza de la producción y de la concentración de P total en planta en el primer y último muestreo (limbo)

Dosis	1033				1034				2052				Villamartín			
kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹	R ¹	A ¹	P _a ²	P R ²	R ¹	A ¹	P a ²	P R ²	R ¹	A ¹	P a ²	P R ²	R ¹	A ¹	P a ²	P R ²
	Mg ha ⁻¹		g kg ⁻¹ m.s.		Mg ha ⁻¹		g kg ⁻¹ m.s.		Mg ha ⁻¹		g kg ⁻¹ m.s.		Mg ha ⁻¹		g kg ⁻¹ m.s.	
0	56	11	1.2	2.5	80	12.6	1.01	3.2	106	17.7	3.6	2.5	13	2.9	0.9	1.2
50	73	12.8	1.5	2.6	88	13.8	1.5	3.2	108	17.9	3.7	2.6	14	2.9	0.8	1.3
125	75	14.3	1.6	2.3	85	13.3	2.08	3.2	107	18.1	3.8	2.4	13	2.8	0.8	1.3
250	65	11.7	1.5	2.4	91	14.4	2.07	3.1	108	17.5	3.5	2.5	13	2.8	0.9	1.3
600	69	13.1	1.8	2.4	85	13.7	2.69	3.1	108	17.6	3.7	2.6	16	3.2	1.0	1.5
Contraste																
Linear	NS	NS	**	NS	NS	NS	***	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	**
Cuadrático	NS	NS	*	NS	**	**	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS

¹R, A = Producción de raíz y azúcar, respectivamente; ² P a, P R = Concentración de P total en aclare en planta completa y en recolección (limbo), respectivamente

*, **, *** significativo a niveles de probabilidad de 0.05, 0.01 y 0.001, respectivamente; NS = no significativo

Tabla 3. Análisis de varianza del efecto de la dosis de fertilizante fosfatado sobre la concentración de Fe total en planta												
	Limbo 10-12 hojas verdaderas				Pecíolo 10-12 hojas verdaderas				Raíz 10-12 hojas verdaderas			
DOSIS	1034	Villam	1033	2052	1034	Villam	1033	2052	1034	Villam	1033	2052
	----- mg kg ⁻¹ -----											
0	299	329	308	550	789	495	316	916	871	305	188	908
50	265	292	347	507	824	265	287	696	734	254	166	623
125	209	249	368	486	588	322	290	763	595	301	155	755
250	250	297	408	594	739	283	354	1081	679	312	142	960
600	256	211	305	573	698	364	441	881	717	333	157	876
Contraste												
Linear	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cuadrático	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Tabla 3 (continuación). Análisis de varianza del efecto de la dosis de fertilizante fosfatado sobre la concentración de Fe total en planta												
	Limbo Recolección				Pecíolo Recolección				Raíz Recolección			
DOSIS	1034	Villam	1033	2052	1034	Villam	1033	2052	1034	Villam	1033	2052
	----- mg kg ⁻¹ -----											
0	560	215	283	696	308	161	106	512	361	107	46	57
50	634	204	336	793	242	141	120	364	319	108	47	46
125	747	231	309	730	564	141	94	313	396	129	49	52
250	603	197	281	617	242	149	103	273	259	89	47	45
600	1015	188	324	604	307	132	157	266	1015	93	49	54
Contraste												
Linear	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
Cuadrático	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns

